(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2017-144536
(P2017-144536A)
(43)公開日　平成29年8月24日(2017.8.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23Q 3/18	(2006.01)	B23Q	3/18	D	3C001
B23Q 15/26	(2006.01)	B23Q	15/26		3C016
B23Q 16/02	(2006.01)	B23Q	16/02	G	3C028

審査請求 有　請求項の数 7　ＯＬ　（全 16 頁）

(21)出願番号　特願2016-30217(P2016-30217)
(22)出願日　平成28年2月19日(2016.2.19)

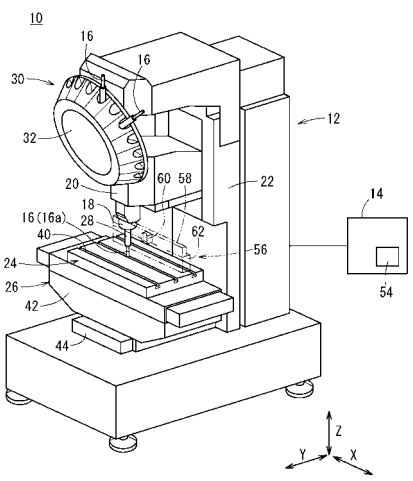
(71)出願人　390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地
(74)代理人　100077665
弁理士　千葉　剛宏
(74)代理人　100116676
弁理士　宮寺　利幸
(74)代理人　100191134
弁理士　千馬　隆之
(74)代理人　100149261
弁理士　大内　秀治
(74)代理人　100136548
弁理士　仲宗根　康晴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】工作機械の主軸位相割出し装置

(57)【要約】
【課題】切削工具の切れ刃部を直接接触させず、コスト面でも割安な工作機械の主軸位相割出し装置を提供する。
【解決手段】工作機械１２の主軸位相割出し装置５６は、テーブル２４に取り付け可能な又は固定されたガイドレール５８と、ガイドレール５８上を走行可能であり第１嵌合部７０が設けられた位相割出し用治具６０と、第１嵌合部７０に嵌合可能な第２嵌合部７６が設けられた切削工具１６ａと、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合した時点での主軸１８の位相を記憶する制御装置１４とを備える。第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合時に切削工具１６ａの回転が拘束されるように、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６が形成されている。
【選択図】図１

FIG. 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作機械のテーブルに取り付け可能又は前記テーブルに固定されたガイドレールと、
前記ガイドレール上を走行可能であり、凹状又は凸状の第１嵌合部が設けられた位相割出し用治具と、
前記工作機械の主軸に取り付けられ、前記第１嵌合部に嵌合可能な第２嵌合部が設けられた切削工具と、
前記第１嵌合部と前記第２嵌合部とが嵌合した時点での前記主軸の位相を記憶する制御装置と、を備え、
前記第１嵌合部と前記第２嵌合部との嵌合時に前記切削工具の回転が拘束されるように、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部が形成されている、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項２】
請求項１記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記ガイドレールは、前記テーブルの上面に取り付け可能である、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項３】
請求項１又は２記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記第２嵌合部は、前記第１嵌合部と嵌合したときに２面以上が拘束される凹形状又は凸形状である、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか１項に記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記第１嵌合部及び前記第２嵌合部の一方は、溝部と、前記溝部に隣接した第１平坦部とを有し、
前記第１嵌合部及び前記第２嵌合部の他方は、前記溝部に適合する凸部と、前記凸部に隣接した第２平坦部とを有する、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項５】
請求項４記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記溝部及び前記凸部は、円弧状に形成されている、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項６】
請求項１～５のいずれか１項に記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記工作機械は、前記主軸の回転中心に直交する方向に動作する第１送り軸と、前記回転中心及び前記第１送り軸に直交する方向に動作する第２送り軸とを有し、
前記ガイドレールが前記テーブルに取り付けられた状態で、前記位相割出し用治具は、前記第１送り軸又は前記第２送り軸の送り動作方向と平行に動作可能である、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【請求項７】
請求項６記載の工作機械の主軸位相割出し装置において、
前記制御装置は、前記第１送り軸及び前記第２送り軸のうち前記位相割出し用治具の可動方向と垂直方向に動作する送り軸について、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部とが嵌合するときの座標値を記憶している、
ことを特徴とする工作機械の主軸位相割出し装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、工作機械の主軸位相割出し装置に関する。
【背景技術】

【０００２】
工作機械を用いた切削加工の種類において、主軸を固定したまま送り軸を動作させ、主軸先端に取り付けられた切削工具がワークを引き切る、いわゆるヘール加工と呼ばれる加工方法がある。ヘール加工においては、主軸を固定したまま引きずり加工を行うため、主軸先端に取り付けられた工具ホルダ及び切削工具の回転方向の位相が重要になる。
【０００３】
工具すくい角が変化すると加工面質も大きく変化することが知られている。ヘール工具を取り付けた際の工作機械の主軸の回転方向の位相が変化すると、結果としてヘール工具のすくい角が変化することにつながるため、工作機械の主軸の位相を定める（割出す）ことは、ヘール加工で良品を得るための重要な要素の一つとなる。
【０００４】
特許文献１にはタッチセンサを用いて、ヘール工具の尖端部をタッチセンサに当接させ、工具すくい面の位置を把握し、主軸の位相を割り出す装置が提案されている。特許文献２には非接触センサを用いて主軸の位相を割り出す装置が提案されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平１０－３２８９７９号公報
【特許文献２】特許第４６５２８７３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
特許文献１のように、工具尖端部を直接接触させることは、工具の損壊につながる危険性がある。特に被削材がアルミニウム等の非炭素系の素材である場合、工具材質に単結晶ダイヤモンドが用いられることが多いが、他の材質に比べ鋭利な切れ刃部を持つ単結晶ダイヤモンドは損壊しやすい。このため、特許文献１の技術は使用することができない。
【０００７】
特許文献２のように非接触センサを用いて主軸の位相を割り出す装置の場合、非接触センサは高額であり、コスト面で大きな負担となる。
【０００８】
本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、切削工具の切れ刃部を直接接触させず、コスト面でも割安な工作機械の主軸位相割出し装置を提供すること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】
【０００９】
上記の目的を達成するため、本発明の工作機械の主軸位相割出し装置は、工作機械のテーブルに取り付け可能又は前記テーブルに固定されたガイドレールと、前記ガイドレール上を走行可能であり、凹状又は凸状の第１嵌合部が設けられた位相割出し用治具と、前記工作機械の主軸に取り付けられ、前記第１嵌合部に嵌合可能な第２嵌合部が設けられた切削工具と、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部とが嵌合した時点での前記主軸の位相を記憶する制御装置と、を備え、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部との嵌合時に前記切削工具の回転が拘束されるように、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部が形成されていることを特徴とする。
【００１０】
上記の構成を採用した工作機械の主軸位相割出し装置によれば、位相割出し用治具に対して切削工具を相対移動させて、第１嵌合部と第２嵌合部とを嵌合させる際、切削工具が取り付けられた主軸は、位相割出し用治具からの力を受けて回転動作する。これにより、位相割出し用治具に対して切削工具は所定の向きに拘束され、その時点での主軸の位相を制御装置が記憶する。従って、本装置を用いることにより、安価且つ切削工具先端の切れ刃部を破損することなく、切削工具が取り付けられた工作機械の主軸の位相を簡単に割り

出すことができる。
【００１１】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記ガイドレールは、前記テーブルの上面に取り付け可能であってもよい。
【００１２】
この構成により、ガイドレールを容易に設置することができる。
【００１３】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記第２嵌合部は、前記第１嵌合部と嵌合したときに２面以上が拘束される凹形状又は凸形状であってもよい。
【００１４】
この構成によれば、第１嵌合部と第２嵌合部の嵌合によって切削工具を正確に拘束し、主軸の位相を確実に割り出すことができる。
【００１５】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記第１嵌合部及び前記第２嵌合部の一方は、溝部と、前記溝部に隣接した第１平坦部とを有し、前記第１嵌合部及び前記第２嵌合部の他方は、前記溝部に適合する凸部と、前記凸部に隣接した第２平坦部とを有してもよい。
【００１６】
この構成によれば、嵌合の際、溝部と凸部とが当接するとともに、第１平坦部と第２平坦部とが当接することにより、切削工具を正確に拘束し、主軸の位相を確実に割り出すことができる。
【００１７】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記溝部及び前記凸部は、円弧状に形成されてもよい。
【００１８】
この構成によれば、第１嵌合部と第２嵌合部とをスムーズに嵌合させることができる。
【００１９】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記工作機械は、前記主軸の回転中心に直交する方向に動作する第１送り軸と、前記回転中心及び前記第１送り軸に直交する方向に動作する第２送り軸とを有し、前記ガイドレールが前記テーブルに取り付けられた状態で、前記位相割出し用治具は、前記第１送り軸又は前記第２送り軸の送り動作方向と平行に動作可能であってもよい。
【００２０】
この構成によれば、第１送り軸及び第２送り軸のうち位相割出し用治具の可動方向と垂直方向の送り軸を動作させることで、簡単に、第１嵌合部と第２嵌合部が嵌合するように切削工具を位相割出し用治具に押し付けることができる。
【００２１】
上記の工作機械の主軸位相割出し装置において、前記制御装置は、前記第１送り軸及び前記第２送り軸のうち前記位相割出し用治具の可動方向と垂直方向に動作する送り軸について、前記第１嵌合部と前記第２嵌合部とが嵌合するときの座標値を記憶していてもよい。
【００２２】
この構成によれば、第１嵌合部と第２嵌合部との嵌合の際に、切削工具及び主軸に大きな負荷が掛かることを防止することができる。
【発明の効果】
【００２３】
本発明によれば、切削工具の切れ刃部を直接接触させず、コスト面でも割安な工作機械の主軸位相割出し装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２４】

【図１】本発明の実施形態に係る工作機械の主軸位相割出し装置を備えた加工システムの斜視図である。
【図２】図１に示した加工システムの概略図である。
【図３】テーブルに取り付けられたガイドレール及び位相割出し用治具の斜視図である。
【図４】切削工具及び工具ホルダの斜視図である。
【図５】位相割出し用治具の第１嵌合部と切削工具の第２嵌合部とを対向させた状態の斜視図である。
【図６】第１嵌合部と第２嵌合部とを嵌合させた状態の斜視図である。
【図７】図７Ａは、第１嵌合部と第２嵌合部とが嵌合する直前状態の断面図であり、図７Ｂは、第１嵌合部と第２嵌合部とが嵌合した状態の断面図である。
【図８】第１嵌合部及び第２嵌合部の第１変形例を示す斜視図である。
【図９】第１嵌合部及び第２嵌合部の第２変形例を示す斜視図である。
【図１０】第１嵌合部及び第２嵌合部の第３変形例を示す斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
以下、本発明に係る工作機械の主軸位相割出し装置について好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。
【００２６】
図１において、加工システム１０は、主軸１８に取り付けた切削工具１６によりワークＷ（図２参照）を加工する工作機械１２と、工作機械１２を制御する制御装置１４とを備える。
【００２７】
工作機械１２は、切削工具１６が取り付けられる主軸１８と、主軸１８を回転駆動する主軸頭２０と、主軸頭２０を上下方向（Ｚ方向）に移動させるコラム２２と、ワークＷを固定するためのテーブル２４と、テーブル２４をＺ方向に直交する水平２方向（Ｘ方向及びＹ方向）に移動させるテーブル駆動装置２６とを備える。
【００２８】
切削工具１６は、工具ホルダ２８に保持されており、主軸１８に着脱可能な工具ホルダ２８を介して主軸１８に取り付けられる。本実施形態では、工作機械１２は、主軸１８に取り付ける切削工具１６を自動工具交換装置３０により交換可能なマシニングセンタとして構成されている。自動工具交換装置３０は、各々が工具ホルダ２８に保持された複数の切削工具１６を収納（保持）可能なツールマガジン３２を有する。
【００２９】
複数の切削工具１６は、少なくとも、ヘール工具を含む。ヘール工具は、非回転で切削を行う工具（固定工具）であり、切れ刃部の正面を常に切削方向に向けて加工する方式であるヘール加工を行うための切削工具である。以下、ヘール工具としての切削工具１６を「切削工具１６ａ」と表記する。後述するように、切削工具１６ａは、主軸位相割出し装置５６の一構成要素であり、第２嵌合部７６（図４参照）を有する。第２嵌合部７６の詳細については後述する。
【００３０】
複数の切削工具１６は、他の種類の工具として、例えば、ドリル、エンドミル、ヘール工具、トリマ等を含む。複数の切削工具１６は、形状、大きさ等が異なる複数のヘール工具を含んでもよい。なお、工作機械１２の構成は、マシニングセンタに限られない。工作機械１２は、ヘール加工専用の工作機械として構成されてもよい。
【００３１】
主軸１８は、Ｚ方向に平行な主軸回転軸心を中心に回転可能に主軸頭２０に支持されている。上述した切削工具１６は、当該切削工具１６を保持する工具ホルダ２８が主軸１８の先端部に設けられた装着穴に挿入されることによって、主軸１８に取り付けられる。主軸１８に切削工具１６が取り付けられた状態で、主軸１８と切削工具１６とは軸心周りの相対回転が阻止される。

【００３２】
図２に示すように、主軸頭２０は、主軸１８を回転駆動する主軸モータ３４を有する。主軸モータ３４は、主軸１８にエンドミル等の回転工具を取り付けた切削作業に際しては連続的に高速回転するスピンドルモータとして用いられるが、ヘール工具のような固定工具を取り付けた切削作業に際しては、主軸１８の位相（回転位置）を制御するために用いられる。
【００３３】
主軸モータ３４には、主軸モータ３４の回転位置（位相）を検出する位置検出器３５（ロータリエンコーダ）が設けられている。位置検出器３５は、回転速度を検出する速度検出器としての機能も有する。
【００３４】
コラム２２は、主軸頭２０をＺ方向に沿って移動させる昇降機構としてのＺ軸送り機構３６と、Ｚ軸送り機構３６を駆動するＺ軸用モータ３８とを有する。Ｚ軸用モータ３８には、Ｚ軸用モータ３８の回転位置を検出する位置検出器３９が設けられている。
【００３５】
図１において、テーブル２４は、主軸１８の下方に配置されている。テーブル２４の上面２４ａには、複数の直線状のロック溝４０が間隔を置いて形成されている。ワークＷは、図示しないワーク固定治具を介してテーブル２４に固定される。ワーク固定治具は、ロック溝４０を利用してテーブル２４の上面２４ａに固定できるように構成されている。
【００３６】
テーブル２４は、テーブル駆動装置２６によって支持されている。テーブル駆動装置２６は、テーブル２４をＸ方向に移動させる第１スライド部４２と、テーブル２４をＸ方向に直交するＹ方向に移動させる第２スライド部４４とを有する。テーブル２４は、第１スライド部４２によってＸ方向にスライド可能に支持されている。
【００３７】
図２において、第１スライド部４２は、テーブル２４をＸ方向に移動させるＸ軸送り機構４６と、Ｘ軸送り機構４６を駆動するＸ軸用モータ４８とを有し、第２スライド部４４によってＹ方向にスライド可能に支持されている。Ｘ軸用モータ４８には、Ｘ軸用モータ４８の回転位置を検出する位置検出器４９が設けられている。
【００３８】
第２スライド部４４は、第１スライド部４２をＹ方向に移動させるＹ軸送り機構５０と、Ｙ軸送り機構５０を駆動するＹ軸用モータ５２とを有する。Ｙ軸用モータ５２には、Ｙ軸用モータ５２の回転位置を検出する位置検出器５３が設けられている。
【００３９】
このように構成されるテーブル駆動装置２６により、テーブル２４を水平面で互いに直交する２方向に移動することができる。
【００４０】
本実施形態の工作機械１２では、Ｘ軸送り機構４６により、主軸１８とテーブル２４とのＸ方向の相対移動を実現する送り軸（第１送り軸）が構成されている。以下、この送り軸を「Ｘ方向送り軸」という。また、Ｙ軸送り機構５０により、主軸１８とテーブル２４とのＹ方向の相対移動を実現する送り軸（第２送り軸）が構成されている。以下、この送り軸を「Ｙ方向送り軸」という。また、Ｚ軸送り機構３６により、主軸１８とテーブル２４とのＺ方向の相対移動を実現する送り軸が構成されている。以下、この送り軸を「Ｚ方向送り軸」という。
【００４１】
このように、本実施形態の場合、工作機械１２は、互いに直交する３方向（ＸＹＺ方向）の送り軸を有する、いわゆる３軸加工機として構成されている。なお、工作機械１２は、４つ以上の送り軸を有していてもよい。
【００４２】
工作機械１２において、Ｚ方向送り軸を主軸頭２０ではなくテーブル駆動装置２６に設

け、テーブル駆動装置２６によりテーブル２４を直交３方向に移動させるように構成してもよい。すなわち、テーブル駆動装置２６が直交３方向の送り軸を構成してもよい。あるいは、Ｘ方向送り軸及びＹ方向送り軸をテーブル駆動装置２６ではなく主軸頭２０に設け、主軸頭２０により主軸１８を直交３方向に移動させるようにしてもよい。すなわち、主軸頭２０が直交３方向の送り軸を構成してもよい。

【００４３】

制御装置１４は、加工プログラムに従ってワークＷに対し所望の加工を行うように工作機械１２を数値制御する数値制御装置である。制御装置１４は、制御装置１４自体の動作を統括制御するプロセッサ、システムプログラムが格納されたＲＯＭ、各種情報の書込み・読出しが可能なＲＡＭ（以下、「記憶部５４」という）等を有する。記憶部５４には、インターフェース等を介して読み込まれ又は入力された加工プログラム等が記憶される。加工プログラムは、ワークＷに対して所望の切削加工を行うようにコンピュータに対する命令を記述したものである。

【００４４】

制御装置１４は、加工プログラムに従って、主軸モータ３４及び各送り軸用のモータ３８、４８、５２を駆動制御する。この場合、制御装置１４は、主軸モータ３４に設けられた位置検出器３５からのフィードバック信号を受け取りつつ、主軸モータ３４を数値制御する。また、制御装置１４は、各送り軸用のモータ３８、４８、５２に設けられた位置検出器３９、４９、５３からのフィードバック信号を受け取りつつ、各モータ３８、４８、５２を数値制御する。このような制御装置１４によって、工作機械１２の主軸１８の位相と、テーブル２４の位置とが精密に制御されながら、主軸１８に取り付けた切削工具１６によってワークＷに対する加工が行われる。

【００４５】

図１において、本実施形態に係る工作機械１２の主軸位相割出し装置５６は、テーブル２４に取り付け可能に構成されたガイドレール５８と、ガイドレール５８上を走行可能な位相割出し用治具６０とを備える。主軸位相割出し装置５６は、さらに、上述した切削工具１６ａ及び制御装置１４を備える。

【００４６】

図３に示すように、本実施形態において、ガイドレール５８は、固定用治具６２を介して、テーブル２４の上面２４ａに固定可能である。ガイドレール５８は、直線状に延在するレール溝６４を有する。レール溝６４の上下両端部には、レール溝６４の延在方向に沿ってガイド溝６６が形成されている。このレール溝６４の延在方向に沿って、位相割出し用治具６０がスライド可能である。

【００４７】

位相割出し用治具６０の、レール溝６４に挿入される基部側の上下両端部には、ガイド溝６６に挿入可能であり且つガイド溝６６に沿って摺動可能なガイド突起６８が設けられている。これにより、レール溝６４と垂直な方向に位相割出し用治具６０が外れることを防止しつつ、レール溝６４の延在方向への位相割出し用治具６０のスムーズな移動を可能としている。

【００４８】

位相割出し用治具６０と切削工具１６ａとの後述する嵌合の際に切削工具１６ａの先端部に設けられた切れ刃部１７がテーブル２４の上面２４ａに接触することを回避するために、ガイドレール５８は、テーブル２４の上面２４ａから所定高さだけ高い位置で位相割出し用治具６０を保持するように構成されている。

【００４９】

具体的に、図３では、テーブル２４の上面２４ａに固定用治具６２が固定されており、この固定用治具６２にガイドレール５８が固定されている。固定用治具６２は、テーブル２４に設けられたロック溝４０に係合可能な係合部を有し、当該係合部がロック溝４０に係合することによりテーブル２４に強固に固定される。ガイドレール５８は、固定用治具６２の高さ分だけ、テーブル２４の上面２４ａに対して高い位置に保持される。なお、固

定用治具６２に代えて、ガイドレール５８自体の下方部の厚さを大きくするとともに、当該下方部を直接テーブル２４に固定できるように構成してもよい。

【００５０】

ガイドレール５８は、Ｘ方向送り軸の動作方向又はＹ方向送り軸の動作方向と平行に取り付けて固定可能である。図３において、ガイドレール５８は、テーブル２４上に、Ｘ方向送り軸の動作方向と平行に取り付けられている。このため、位相割出し用治具６０は、Ｘ方向送り軸の動作方向と平行にスライド可能である。なお、Ｙ方向送り軸の動作方向と平行にガイドレール５８が取り付けられた場合、位相割出し用治具６０は、Ｙ方向送り軸の動作方向と平行にスライド可能である。

【００５１】

位相割出し用治具６０には、第１嵌合部７０が設けられている。本実施形態では、第１嵌合部７０は、溝部７２と、溝部７２の両側に隣接した２つの第１平坦部７４とを有する。図３において、２つの第１平坦部７４は、同一平面上に存在する。なお、２つの第１平坦部７４は、互いに平行な又は傾斜した異なる平面上に存在してもよい。

【００５２】

図３に示す取付け状態（位相割出し用治具６０を保持したガイドレール５８がテーブル２４に取り付けられた状態）で、溝部７２及び第１平坦部７４は、Ｚ方向と平行に延在している。溝部７２は、円弧状（図示例では半円状）に形成されている。溝部７２は、半円に満たない円弧状溝であってもよい。

【００５３】

図４に示すように、切削工具１６ａには、上述した第１嵌合部７０に嵌合可能な第２嵌合部７６が設けられている。第２嵌合部７６は、切削工具１６ａのシャンク部１９（切削工具１６ａの基端部側の胴体部）に形成されている。第２嵌合部７６は、第１嵌合部７０と嵌合した状態で、位相割出し用治具６０に対する切削工具１６ａの軸心周りの回転が規制（阻止）されるように形成されている。

【００５４】

図４において、第２嵌合部７６は、切削工具１６ａの切れ刃部１７が形成された周方向位置と同じ周方向位置に形成されているが、切れ刃部１７とは異なる周方向位置に第２嵌合部７６が形成されてもよい。切削工具１６ａにおける第２嵌合部７６と切れ刃部１７の周方向位置関係は、制御装置１４の記憶部５４（図１参照）に記憶されている。

【００５５】

本実施形態では、第２嵌合部７６は、第１嵌合部７０の溝部７２に適合（合致）する形状をもつ凸部７８と、凸部７８の両側に隣接した２つの第２平坦部８０とを有する。図４において、２つの第２平坦部８０は、同一平面上に存在する。なお、上述した２つの第１平坦部７４が互いに平行な又は傾斜した異なる平面上に存在する場合には、２つの第２平坦部８０は、互いに平行な又は傾斜した異なる平面上に存在してもよい。

【００５６】

凸部７８及び第２平坦部８０は、切削工具１６ａの長さ方向、すなわちＺ方向と平行に延在している。凸部７８は、溝部７２と同一形状の円弧状（図示例では半円状）に形成されている。凸部７８は、半円に満たない円弧状溝であってもよい。

【００５７】

本実施形態において、第２嵌合部７６は、シャンク部１９の外周面に対して窪んだ形状に形成されている。なお、第２嵌合部７６は、シャンク部１９の外周面に対して隆起した形状に形成されていてもよい。

【００５８】

上述したガイドレール５８の長さは、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合する際の位相割出し用治具６０の変位（第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合方向に垂直な方向への変位）を許容するように設定されていればよい。ガイドレール５８は、図３に示すようにある程度長尺であってもよく、ガイドレール５８が設置される方向と平行に動作する送り軸（本実施形態では、Ｘ方向送り軸）の可動範囲と同程度の長さを有していても

よい。但し、ガイドレール５８は、当該送り軸の可動範囲を超える長さを有している必要はない。

【００５９】

次に、上記のように構成された主軸位相割出し装置５６の作用及び効果を説明する。

【００６０】

図１において、工作機械１２の主軸１８にはヘール工具としての切削工具１６ａが取り付けられているものとする。切削工具１６ａによりワークＷに対して加工を行う前に、主軸位相割出し装置５６により、以下のようにして主軸１８の位相を割り出す。

【００６１】

まず、図３のように、テーブル２４上に、Ｚ方向に直交する２つの送り軸の一方（本実施形態ではＸ方向送り軸）の動作方向と平行にガイドレール５８を取り付ける。本実施形態では、固定用治具６２を介してテーブル２４の上面２４ａにガイドレール５８を取り付けて固定する。また、ガイドレール５８に位相割出し用治具６０を取り付ける。これにより、位相割出し用治具６０は、力が加わればガイドレール５８を取り付けた方向の送り軸（本実施形態ではＸ方向送り軸）と平行に動作可能な状態になる。なお、位相割出し用治具６０が取り付けられた状態のガイドレール５８をテーブル２４に取り付けてもよい。

【００６２】

次に、オペレータは、図示しない操作盤で工作機械１２を操作して、図５のように、位相割出し用治具６０の正面に切削工具１６ａが位置するように、切削工具１６ａと位相割出し用治具６０との相対位置を調整する。また、オペレータは、操作盤で工作機械１２を操作して、位相割出し用治具６０の第１嵌合部７０と切削工具１６ａの第２嵌合部７６とが概ね向き合うように切削工具１６ａを回転させる。

【００６３】

次に、加工システム１０は、制御装置１４による制御作用下に、ガイドレール５８を取り付けた方向の送り軸（Ｘ方向送り軸）と垂直な方向の送り軸（Ｙ方向送り軸）を駆動制御して、図６のように、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合するように、位相割出し用治具６０を切削工具１６ａに押し付ける。第１嵌合部７０と第２嵌合部７６の嵌合の際、位相割出し用治具６０はガイドレール５８に沿って動くことが可能である。従って、嵌合に伴う過大な負荷が切削工具１６ａ及び主軸１８に掛かることを防止できる。

【００６４】

本実施形態では、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６の嵌合の際にテーブル２４の上面２４ａに切削工具１６ａの先端（切れ刃部１７）が接触しないように、位相割出し用治具６０は、固定用治具６２で嵩上げされたガイドレール５８に支持されることで、テーブル２４の上面２４ａから適度に離間している。これにより、テーブル２４の上面２４ａと切削工具１６ａの切れ刃部１７との干渉が回避され、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６の嵌合を支障なく行うことができる。なお、上述したように、固定用治具６２で嵩上げする代わりに、位相割出し用治具６０の下方部の厚さを大きくすることで、テーブル２４の上面２４ａと切削工具１６ａの切れ刃部１７との干渉が回避されるようにしてもよい。

【００６５】

第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合を開始するときに、図７Ａのように、第２嵌合部７６が、第１嵌合部７０と正確に嵌合する方向に対して傾いている場合、切削工具１６ａは、位相割出し用治具６０によって回転方向の力を受けるように押される。これにより、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが正確に嵌合するように（第２嵌合部７６が第１嵌合部７０の形状に倣うように）、切削工具１６ａは強制的に回転させられる。本実施形態の場合、具体的には、第１嵌合部７０の一方の第１平坦部７４が第２嵌合部７６の一方の第２平坦部８０を押すことで、図７Ａの矢印Ａ方向に切削工具１６ａが回転動作する。

【００６６】

上述した切削工具１６ａの回転により、図７Ｂのように、第１嵌合部７０の溝部７２及び第１平坦部７４によって、第２嵌合部７６の凸部７８及び第２平坦部８０が拘束される。より具体的には、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが互いに嵌合した状態では、第１

嵌合部７０の溝部７２と第２嵌合部７６の凸部７８とが当接し合うとともに、第１嵌合部７０の第１平坦部７４と第２嵌合部７６の第２平坦部８０とが当接し合う。

【００６７】

これにより、第２嵌合部７６は、第１嵌合部７０との嵌合によって異なる２面が拘束された状態になる。この場合、凸部７８が１つの面であり、２つの第２平坦部８０がもう１つの面である。なお、本実施形態では、２つの第２平坦部８０は、同一平面上に存在するため、１つの面として扱っている。２つの第２平坦部８０が平行又は傾斜した異なる面に存在する場合、第２嵌合部７６は、第１嵌合部７０との嵌合によって３面が拘束されることになる。

【００６８】

このような第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合の結果、切削工具１６ａは位相割出し用治具６０に対して特定の位相で回転不可能な状態となり、切削工具１６ａの位相が定まる。

【００６９】

切削工具１６ａの回転に伴って、切削工具１６ａが相対回転不可能に取り付けられた主軸１８も回転動作する。制御装置１４は、切削工具１６ａの位相が定まった状態（第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが完全に嵌合した状態）での主軸１８の位相を、主軸モータ３４に設けられた位置検出器３５（図２参照）から読み取る。制御装置１４は、読み取った主軸１８の位相を主軸基準位相として、記憶部５４に記憶する。これにより、主軸１８の位相の割出しが完了する。主軸１８の位相を割り出したら、テーブル２４からガイドレール５８及び位相割出し用治具６０を取り外す。

【００７０】

なお、制御装置１４は、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とがちょうど嵌合した時点で、Ｘ方向送り軸及びＹ方向送り軸のうち位相割出し用治具６０の可動方向と垂直方向に動作する送り軸（本実施形態の場合、Ｙ方向送り軸）の駆動を停止するのがよい。これにより、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合時に切削工具１６ａ及び主軸１８に過大な負荷が掛かることを回避することができる。この場合、Ｘ方向送り軸及びＹ方向送り軸のうち位相割出し用治具６０の可動方向と垂直方向に動作する送り軸について、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合するときの座標値を予め取得し、当該座標値を制御装置１４の記憶部５４に記憶させておく。

【００７１】

この場合の座標値の取得方法は、特に限定されず、既知の方法を採用することができる。例えば、切削工具１６ａに代えて、切削工具１６ａに近似する形状のタッチプローブを主軸１８に取り付ける。そして、Ｘ方向送り軸及びＹ方向送り軸のうち位相割出し用治具６０の可動方向と垂直方向に動作する送り軸を駆動して、当該タッチプローブを位相割出し用治具６０に接触させ、接触時の座標値を読み取る。これにより、上記座標値を計測することができる。あるいは、切削工具１６ａと位相割出し用治具６０との接触時の負荷を送り軸のモータ（Ｘ軸用モータ４８又はＹ軸用モータ５２）に流れる電流値で監視することによっても、上記座標値を計測することができる。

【００７２】

以上のように、主軸位相割出し装置５６により主軸１８の位相（主軸基準位相）を割り出すことができる。上述したように、制御装置１４は、切削工具１６ａにおける切れ刃部１７と第２嵌合部７６との周方向位置関係を記憶部５４に記憶している。従って、制御装置１４は、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合した時点での主軸１８の位相と、切削工具１６ａの切れ刃部１７の周方向位置とを関連付けて記憶部５４に記憶している。そこで、切削工具１６ａを用いてワークＷに切削加工を行う際、制御装置１４は、記憶部５４に記憶した主軸１８の位相（上記主軸基準位相）に基づいて、主軸１８の角度（回転位置）を制御する。これにより、ワークＷに対して精度よく切削加工（ヘール加工）を行うことができる。

【００７３】

なお、加工システム１０のように自動工具交換装置３０を備え、且つ複数のヘール工具を交換可能である場合、主軸１８にヘール工具が取り付けられる毎に、主軸位相割出し装置５６を用いて主軸１８の位相を割り出してもよい。この場合、ガイドレール５８（下方部の厚さが大きいガイドレール５８を含む）は、常時、テーブル２４に取り付けられていてもよい。あるいは、ガイドレール５８は、テーブル２４に取り外し不可能に固着されていてもよい。

【００７４】

以上説明したように、本実施形態に係る主軸位相割出し装置５６によれば、位相割出し用治具６０に対して切削工具１６ａを相対移動させて、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とを嵌合させる際、切削工具１６ａが取り付けられた主軸１８は、位相割出し用治具６０からの力を受けて回転動作する。これにより、位相割出し用治具６０に対して切削工具１６ａは所定の向きに拘束され、その時点での主軸１８の位相を制御装置１４が記憶する。従って、主軸位相割出し装置５６を用いることにより、安価且つ切削工具１６ａ先端の切れ刃部１７を破損することなく、切削工具１６ａが取り付けられた工作機械１２の主軸１８の位相を簡単に割り出すことができる。

【００７５】

本実施形態では、ガイドレール５８は、テーブル２４の上面２４ａに取り付け可能であるため、ガイドレール５８を容易に設置することができる。

【００７６】

第２嵌合部７６は、第１嵌合部７０と嵌合したときに２面以上が拘束される形状（本実施形態では凸形状）であるため、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６の嵌合によって切削工具１６ａを正確に拘束し、主軸１８の位相を確実に割り出すことができる。

【００７７】

本実施形態では、第１嵌合部７０は、溝部７２と、溝部７２に隣接した第１平坦部７４とを有し、第２嵌合部７６は、溝部７２に適合する凸部７８と、凸部７８に隣接した第２平坦部８０とを有する。この構成によれば、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合の際、溝部７２と凸部７８とが当接するとともに、第１平坦部７４と第２平坦部８０とが当接することにより、切削工具１６ａを正確に拘束し、主軸１８の位相を確実に割り出すことができる。特に、溝部７２及び凸部７８は円弧状に形成されているため、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とをスムーズに嵌合させることができる。

【００７８】

本実施形態では、ガイドレール５８がテーブル２４に取り付けられた状態で、位相割出し用治具６０は、Ｘ方向送り軸又はＹ方向送り軸の送り動作方向と平行に動作可能である。これにより、Ｘ方向送り軸又はＹ方向送り軸のうち位相割出し用治具６０の可動方向と垂直方向の送り軸を動作させることで、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６が嵌合するように位相割出し用治具６０を簡単に切削工具１６ａに押し付けることができる。

【００７９】

本実施形態では、制御装置１４は、Ｘ方向送り軸又はＹ方向送り軸のうち位相割出し用治具６０の可動方向と垂直方向に動作する送り軸について、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６とが嵌合するときの座標値を記憶している。これにより、第１嵌合部７０と第２嵌合部７６との嵌合の際に、切削工具１６ａ及び主軸１８に大きな負荷が掛かることを防止することができる。

【００８０】

第１嵌合部７０及び第２嵌合部７６は、嵌合時に２面以上が拘束される凹凸形状であればよく、例えば、図８～図１０に示す変形例が挙げられる。

【００８１】

図８に示す位相割出し用治具６０及び切削工具１６ａにおける第１嵌合部７０ａ及び第２嵌合部７６ａは、上述した第１嵌合部７０及び第２嵌合部７６（図３及び図４）とは凹凸の関係が逆になっている。すなわち、図８において、第１嵌合部７０ａは、円弧状の凸部８２と、凸部８２の両側に隣接した２つの第１平坦部７４とを有する。第２嵌合部７６

ａは、第１嵌合部７０ａの凸部８２に適合する円弧状の溝部８６と、溝部８６の両側に隣接した２つの第２平坦部８０とを有する。このような第１嵌合部７０ａ及び第２嵌合部７６ａによっても、嵌合時に２面以上が拘束されることで切削工具１６ａの位相を正確に定めることができる。

【００８２】

図９に示す位相割出し用治具６０の第１嵌合部７０ｂは、Ｖ字状の溝部９０と、溝部９０の両側に隣接した２つの第１平坦部７４とを有する。図９に示す切削工具１６ａの第２嵌合部７６ｂは、第１嵌合部７０ｂの溝部９０に適合するＶ字状の凸部９２と、凸部９２の両側に隣接した２つの第２平坦部８０とを有する。このような第１嵌合部７０ｂ及び第２嵌合部７６ｂによっても、嵌合時に２面以上が拘束されることで切削工具１６ａの位相を正確に定めることができる。なお、第１嵌合部７０ｂにおいて、Ｖ字状の溝部９０に代えてＶ字状の凸部９２が設けられ、第２嵌合部７６ｂにおいて、Ｖ字状の凸部９２に代えてＶ字状の溝部９０が設けられてもよい。

【００８３】

図１０に示す位相割出し用治具６０の第１嵌合部７０ｃは、台形状の溝部９４と、溝部９４の両側に隣接した２つの第１平坦部７４とを有する。図１０に示す切削工具１６ａの第２嵌合部７６ｃは、第１嵌合部７０ｃの溝部９４に適合する台形状の凸部９６と、凸部９６の両側に隣接した２つの第２平坦部８０とを有する。このような第１嵌合部７０ｃ及び第２嵌合部７６ｃによっても、嵌合時に２面以上が拘束されることで切削工具１６ａの位相を正確に定めることができる。なお、第１嵌合部７０ｃにおいて、台形状の溝部９４に代えて台形状の凸部９６が設けられ、第２嵌合部７６ｃにおいて、台形状の凸部９６に代えて台形状の溝部９４が設けられてもよい。

【００８４】

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改変が可能である。

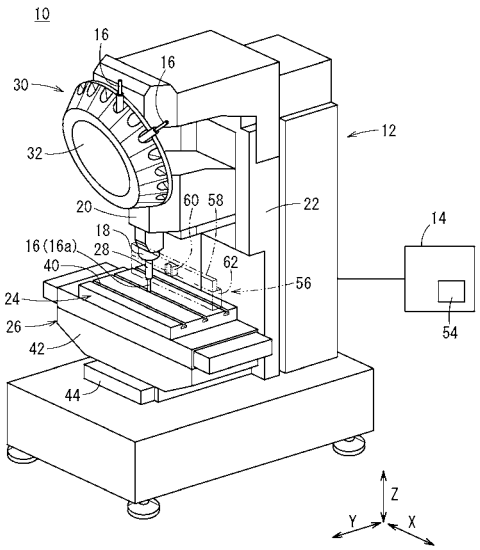
【符号の説明】

【００８５】

１２…工作機械
１４…制御装置
１６、１６ａ…切削工具
１８…主軸
５４…記憶部
５６…主軸位相割出し装置
５８…ガイドレール
６０…位相割出し用治具
７０、７０ａ～７０ｃ…第１嵌合部
７４…第１平坦部
７６、７６ａ～７６ｃ…第２嵌合部
７２、８６、９０、９４…溝部
７８、９２、９６…凸部
８０…第２平坦部

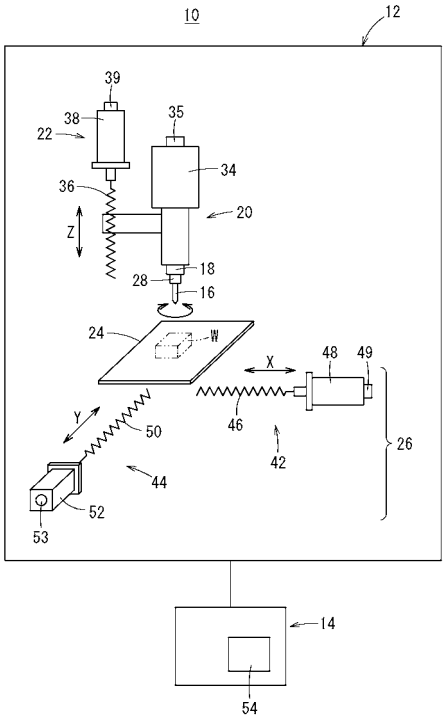
【図１】

FIG. 1



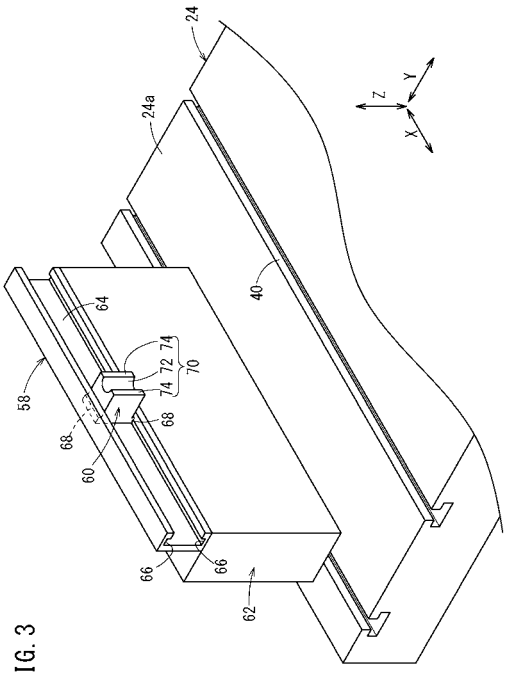
【図２】

FIG. 2



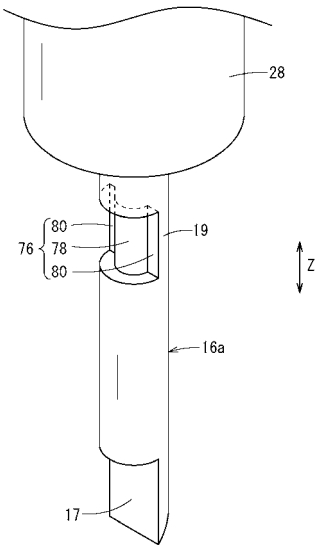
【図３】

FIG. 3



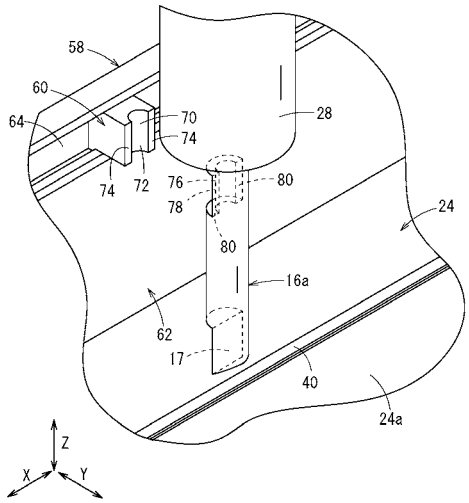
【図４】

FIG. 4



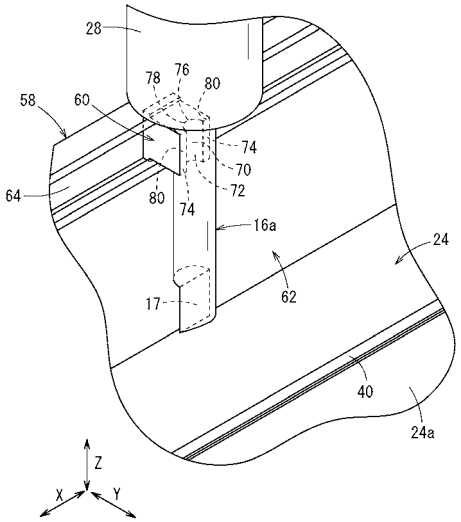
【図５】

FIG. 5



【図６】

FIG. 6



【図７】

FIG. 7A

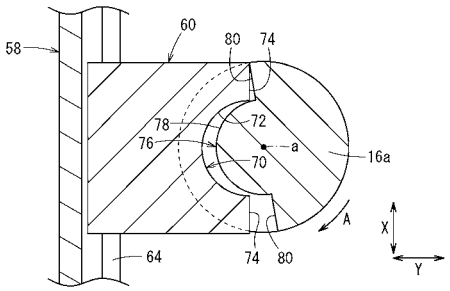
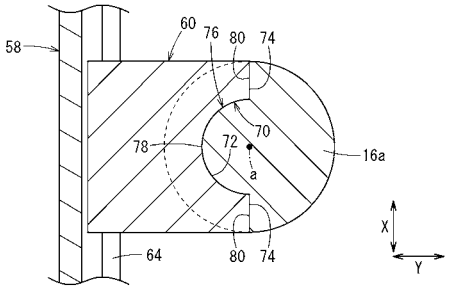
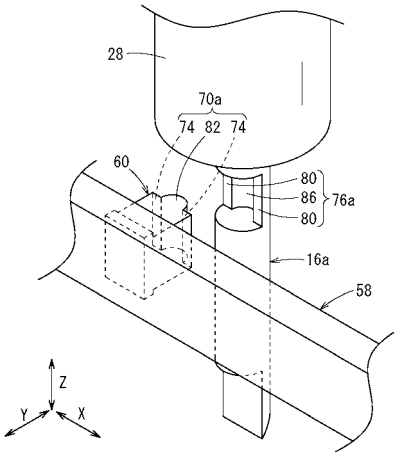


FIG. 7B



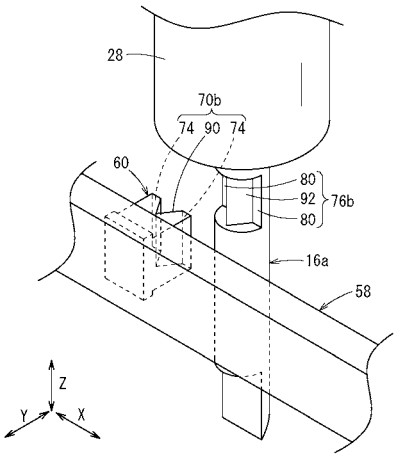
【図８】

FIG. 8



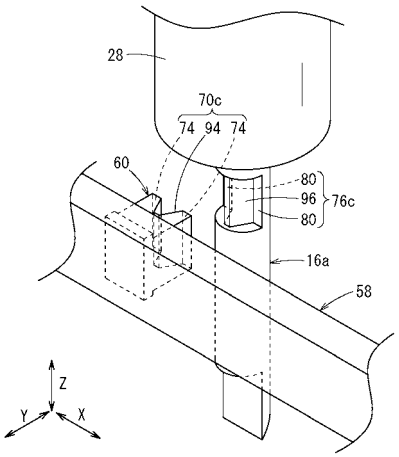
【図９】

FIG. 9



【図１０】

FIG. 10



フロントページの続き

(74)代理人 100136641
弁理士 坂井 志郎
(74)代理人 100180448
弁理士 関口 亨祐
(72)発明者 佐藤 嘉一
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

Ｆターム(参考) 3C001 KB09 TA02 TB04
3C016 HB11
3C028 FF06