

(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2012-698

(P2012-698A)

(43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B 2 3 B	31/02	(2006.01)	B 2 3 B	31/02		D	3 C 0 1 1	
B 2 3 K	20/12	(2006.01)	B 2 3 K	20/12	3 4 2		3 C 0 3 2	
B 2 3 Q	11/12	(2006.01)	B 2 3 Q	11/12		C	4 E 1 6 7	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-136001 (P2010-136001)
 (22) 出願日 平成22年6月15日 (2010.6.15)

(71) 出願人 000003458
 東芝機械株式会社
 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 加藤 孝一
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械
 マシナリー株式会社内
 (72) 発明者 澤崎 誠
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械
 マシナリー株式会社内
 (72) 発明者 杉山 晴仁
 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械
 マシナリー株式会社内

最終頁に続く

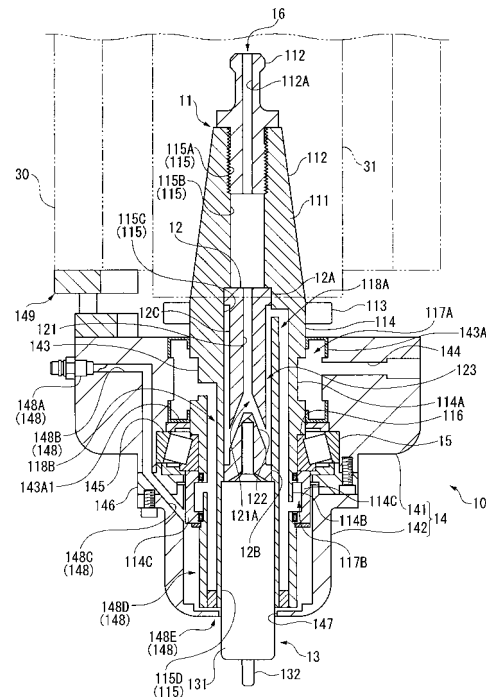
(54) 【発明の名称】 工具、および工作機械

(57) 【要約】

【課題】 高荷重が付加された場合でも、荷重の影響を低減できる工具、およびこの工具を備えた工作機械を提供する。

【解決手段】 回転駆動可能なスピンドル、およびこのスピンドルを回転可能に保持するフレーム30を備えた工作機械の、スピンドルに着脱可能な工具10であり、この工具10は、スピンドルに保持される主軸装着部11と、主軸装着部11を回転可能に保持し、フレーム30に固定可能なケーシング14と、主軸装着部11、およびケーシング14の間に設けられ、スラスト方向およびラジアル方向の荷重を受ける軸受部15と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレームに回転可能に保持される主軸を備えた工作機械の、前記主軸に着脱可能な工具であって、

前記主軸に接続される回転体と、

前記回転体を回転可能に保持し、かつ、前記フレームに固定されるケーシングと、

前記回転体、および前記ケーシングの間に設けられ、前記主軸のスラスト方向およびラジアル方向の荷重を受ける軸受部と、

を備えたことを特徴とする工具。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の工具において、

前記回転体の回転軸を通る平面で断面した断面視において、前記軸受部と前記回転軸との間を通り、前記回転体を冷却する冷却媒体を導入可能な流体流路が設けられた

ことを特徴とする工具。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の工具において、

前記回転体は、前記主軸に着脱可能な主軸装着部と、ワークを加工する替刃と、前記主軸装着部および前記替刃を連結する連結部と、を備え、

前記流体流路は、前記主軸装着部および前記連結部に沿って前記冷却媒体を流動可能に形成された

ことを特徴とする工具。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の工具において、

前記回転体は、前記主軸に着脱可能な主軸装着部と、ワークを加工する替刃と、を備え、

前記流体流路は、前記回転体のうち前記主軸装着部に設けられて、前記冷却媒体が導入される流体導入路と、前記流体導入路から前記替刃に向かって延びた後、前記軸受部に対応する位置から前記主軸側に折り返す主軸側冷却部と、この主軸側冷却部から前記軸受部に対応する位置よりも前記替刃側に伸びる替刃側冷却部と、を備える

ことを特徴とする工具。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の工具において、

前記回転体は、ワークを加工する替刃を備え、

前記替刃および前記ケーシングの間に、エアーを導入可能なエアー導入路が設けられたことを特徴とする工具。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の工具において、

前記回転体は、ワークを加工する替刃を備え、

この替刃は、基部と、この基部から前記回転体の回転軸上に突出する摩擦攪拌ピンと、を備えた

ことを特徴とする工具。

【請求項 7】

回転駆動可能な主軸と、

この主軸を回転可能に保持するフレームと、

前記主軸に着脱可能な請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の工具と、

を具備したことを特徴とする工作機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工作機械に対して高荷重が付加された場合に、荷重から各部品を保護する保

10

20

30

40

50

護機能を備えた工具、およびこの工具を備えた工作機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、2つの部材を接合する方法として、先端に突起状のプロープがあるツールを高速回転させながら2部材の接合箇所には押し込み、これらの2部材を摩擦熱により軟化、攪拌させて接合する摩擦攪拌接合(FSW:Friction Stir Welding)が知られており、この摩擦攪拌接合を利用して部材を接合する工作機械が知られている(例えば、特許文献1、2参照)。

【0003】

この特許文献1に記載の装置は、攪拌用モーターの出力軸に回転ピンが固定され、出力軸は、アンギュラベアリングにより軸受されている。

ところで、このような特許文献1のような装置は、摩擦攪拌接合を実施するための専用装置であり、ワークに対してその他の加工作業を実施することができず、汎用性に乏しいという問題がある。

【0004】

これに対して、特許文献2に記載の摩擦攪拌接合装置では、支持フレーム内の駆動軸に接続される回転基台に回転ツール装着具が装着され、この回転ツール装着具には、摩擦攪拌部を有する回転ツールが装着された回転ツール保持具が保持されている。そして、この摩擦攪拌接合装置では、駆動軸を回転させることで、摩擦攪拌部が回転され、この摩擦攪拌部を接合箇所には押し付けて回転ツールを回転させることで、摩擦攪拌接合を実施することが可能となっている。また、この摩擦攪拌接合装置の支持フレームは、上下にスライド移動可能な支持筐体を備え、この支持筐体と回転基台との間にボールベアリングで構成される軸受部が設けられている。

この特許文献2の摩擦攪拌接合装置では、回転ツール保持具や回転ツールの着脱が可能であり、例えば、ドリルなどのその他の工具に取替えが可能な構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-111535号公報

【特許文献2】特開2009-190038号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献2のような摩擦攪拌接合装置では、軸受部としてボールベアリングが用いられているが、この軸受部に、特許文献1に記載のようなアンギュラベアリングを用いることで、駆動軸のスラスト方向およびラジアル方向の双方に対して、大きな荷重が加わった場合でも、駆動軸への影響を弱めることができる。

しかしながら、この特許文献2に記載の摩擦攪拌接合装置では、高荷重が付加される回転ツールから離れた回転基台と支持筐体との間にベアリングが設けられている。このため、駆動軸への高荷重付加の影響は抑えられるが、回転ツールや回転ツール保持具は、荷重付加の影響を受ける。したがって、例えば、回転ツール保持具と回転基台との接続部に荷重が集中して接続が外れたり、回転軸がはずれたりする場合がある。

【0007】

本発明は、上述のような問題に鑑みて、高荷重が付加された場合でも、荷重の影響を低減できる工具、およびこの工具を備えた工作機械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】

【0008】

本発明の工具は、フレームに回転可能に保持される主軸を備えた工作機械の、前記主軸に着脱可能な工具であって、前記主軸に接続される回転体と、前記回転体を回転可能に保持し、かつ、前記フレームに固定されるケーシングと、前記回転体、および前記ケーシ

10

20

30

40

50

グの間に設けられ、前記主軸のスラスト方向およびラジアル方向の荷重を受ける軸受部と、を備えたことを特徴とする。

【0009】

この発明では、工具は、主軸に着脱可能であり、主軸に取り付けられた状態では、主軸の回転駆動により工具も回転される。また、この工具は、回転体と、ケーシングとを備え、これらの回転体とケーシングとの間にスラスト方向およびラジアル方向の双方に対する荷重を受けることができる軸受部が設けられている。

このため、ワークを加工する際、例えば工具をワーク側に押圧などすることで、工具および主軸にスラスト方向の荷重が加わった場合でも、軸受部からフレーム側にその荷重を逃がすことができる。また、工具を回転軸に対して交差する方向に移動させるなどして、工具にラジアル方向の荷重が加わった場合でも、軸受部からフレーム側にその荷重を逃がすことができる。したがって、主軸や、工具および主軸の接続部位に直接高荷重が加わることがなく、荷重の影響を低減することができる。よって、主軸の回転駆動部分の焼きつきなどの不都合や、工具が主軸から抜け落ちる不都合、主軸の回転軸と工具の回転軸とがずれる軸ズレなどの不都合などを回避することができる。

【0010】

本発明の工具では、前記回転体の回転軸を通る平面で断面した断面視において、前記軸受部と前記回転軸との間を通り、前記回転体を冷却する冷却媒体を導入可能な流体流路が設けられることが好ましい。

【0011】

この発明では、軸受部と、回転体の回転軸との間に冷却媒体が流動する流体流路が設けられている。

このため、回転体が回転し、回転体とワークとの間に摩擦熱などの熱が発生した場合でも、摩擦熱の軸受部の熱伝達を冷却媒体により抑制することができる。したがって、軸受部が熱変形することがなく、荷重を受ける機能が低下しない。よって、工具を長期使用し、摩擦熱が発生する場合であっても、軸受部により、主軸および工具の接続部や、主軸へ荷重を低減させることができ、工具の性能を長期維持することができる。

【0012】

本発明の工具では、前記回転体は、前記主軸に着脱可能な主軸装着部と、ワークを加工する替刃と、前記主軸装着部および前記替刃を連結する連結部と、を備え、前記流体流路は、前記主軸装着部および前記連結部に沿って前記冷却媒体を流動可能に形成されることが好ましい。

【0013】

ここで、替刃とワークとの間に摩擦熱を発生させ、この摩擦熱を用いてワークを加工する工具がある。例えば、摩擦攪拌接合用の工具では、替刃によりワークを摩擦して軟化させ、軟化されたワークを攪拌することで接合する。

このような工具では、替刃が冷却媒体により過度に冷却されると、ワークの摩擦効率が低下し、加工効率が低下してしまう。

これに対して、本発明では、流体流路は、主軸装着部と連結部とに沿って冷却媒体が流動可能な状態に流体流路が形成されている。なお、この冷却媒体が流動可能な状態に流体流路が形成されるとは、替刃に沿って流体流路が形成されない構成に加え、替刃に沿って流体流路が形成されるが、その流体流路の替刃に沿う替刃対応位置には、冷却媒体が導入されていない場合、または替刃対応位置に冷却媒体はあるが、流動していないため、冷却効果をほぼ有さない場合を含むものとする。このような場合では、冷却媒体により替刃が冷却されないため、替刃とワークとの摩擦効率を低減させることがないため、加工効率も低下しない。したがって、工具による加工効率を維持した状態で、軸受部の過熱を防止でき、主軸に加わる荷重の低減、主軸および工具の接続部分に加わる荷重の低減を、長時間持続させて図ることができる。

【0014】

本発明の工具では、前記回転体は、前記主軸に着脱可能な主軸装着部と、ワークを加工

する替刃と、を備え、前記流体流路は、前記回転体のうち前記主軸装着部に設けられて、前記冷却媒体が導入される流体導入路と、前記流体導入路から前記替刃に向かって延びた後、前記軸受部に対応する位置から前記主軸側に折り返す主軸側冷却部と、この主軸側冷却部から前記軸受部に対応する位置よりも前記替刃側に伸びる替刃側冷却部と、を備えることが好ましい。

【0015】

この発明では、流体導入口から導入された冷却媒体は、まず主軸側冷却部により回転体の主軸側を冷却し、その後、替刃側冷却部により回転体の替刃側を冷却する。回転体において替刃側は、例えば摩擦攪拌接合を実施するなど、主軸側よりもはるかに高熱となる場合が多い。ここで、替刃側を先に冷却すると、冷却媒体にその熱が伝達され、主軸側での冷却効率が低下したり、回転体の主軸側や軸受部に熱を伝えてしまったりするおそれがある。これに対して、回転体の主軸側および軸受部を先に冷却することで、主軸への熱の伝達を確実に防止することができ、かつ、主軸側を冷却した冷却媒体を替刃側に送った場合でも、上記のように替刃側はより高温となっているため、送られた冷却媒体で十分に替刃側を冷却することができる。

10

また、主軸側冷却部は、流体導入路から替刃に向かって延びた後、軸受部に対応する位置から前記主軸側に折り返す2重構造となっており、より確実に主軸側および軸受部を冷却することができる。

【0016】

本発明の工具では、前記回転体は、ワークを加工する替刃を備え、前記替刃および前記ケーシングの間に、エアーを導入可能なエアー導入路が設けられることが好ましい。

20

【0017】

この発明では、エアーにより替刃を冷却することが可能となる。上述したように、摩擦攪拌接合などのように、替刃とワークとの間に摩擦熱を発生させる場合、替刃が直接冷却されると、加工効率が低下する場合がある。一方、エアーによる冷却では、加工効率を低下させることがなく、工具や主軸を熱から守ることが可能となる。

【0018】

本発明の工具では、前記回転体は、ワークを加工する替刃を備え、この替刃は、基部と、この基部から前記回転体の回転軸上に突出する摩擦攪拌ピンと、を備えることが好ましい。

30

【0019】

このような、工具では、摩擦攪拌ピンを例えば接合したい2つのワーク間に挿入して回転駆動させることで、ワーク同士を摩擦攪拌接合することができる。このような摩擦攪拌接合用の工具では、ワークに高圧力で押し付ける必要があり、スラスト方向に大きな荷重が加わる、また、接合部分に沿ってワークまたは工具を相対移動させる場合では、ラジアル方向に対しても大きな荷重が加わる。このように、摩擦攪拌接合を実施する工具では、特に、スラスト方向およびラジアル方向に対する荷重が大きくなるが、上記発明と同様に、回転体と、ケーシングとの間に軸受部を設けることでその荷重の影響を低減させることができる。

【0020】

40

本発明の工作機械は、回転駆動可能な主軸と、この主軸を回転可能に保持するフレームと、前記主軸に着脱可能な上述したような工具と、を具備したことを特徴とする。

【0021】

この発明では、上記発明と同様に、工具の回転体およびケーシングの間にスラスト方向およびラジアル方向に対して応力を受けることができる軸受部が設けられている。このため、工具および主軸の接続部分、および工作機械の主軸の双方に加わる荷重を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る一実施形態の工作機械の一例を示す概略図。

50

【図 2】本実施形態の工作機械に装着可能な摩擦攪拌用の工具を示す断面図。

【図 3】他の実施形態の摩擦攪拌用の工具を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明に係る一実施形態について、図面に基づいて説明する。

【0024】

〔1. 工作機械の構成〕

図 1 は、本実施形態の工作機械の一例を示す概略図である。

図 1 において、工作機械 20 は、門型工作機械であって、左コラム 22、右コラム 23、および、横桁 24 を含んで構成され、これらが機械的な剛性を高めるよう鋳物にて一体に構成されている。

横桁 24 には、主軸頭 25 がサーボモータ等により X 軸として図で左右方向へ移動可能に組み付けられている。主軸頭 25 には、ラム 26 により、フレーム 30 が Z 軸として図で上下方向へ移動可能に組み込まれている。また、このフレーム 30 の内部には、スピンドル 31 が設けられ（図 2 参照）、スピンドル 31 は、連続回転、および、C 軸（Z 軸と平行な回転軸）として回転位置決めもできるよう、回転位置検出されるサーボモータを有して構成される。

左コラム 22 および右コラム 23 の間のベッド 29 の上面には、ワークを載置するテーブル 28 が Y 軸として図で前後方向（図 1 における紙面に直交する方向）へ移動可能に設けられている。従って、ワークを載置するテーブル 28 と主軸を構成するスピンドル 31 とは、図示省略の相対移動機構により、X、Y、Z 軸方向の三次元方向へ移動可能に構成されている。

【0025】

テーブル 28 の一部には、図示しない工具マガジンや自動工具交換装置が付設されている。工具マガジンには、主軸であるスピンドル 31 に装着される摩擦攪拌接合用の工具 10 や、その他の多数の加工用工具が収納されている。自動工具交換装置は、工具マガジンに収納された各工具の中から指定されたいずれかの工具を主軸であるスピンドル 31 に装着するとともに、スピンドル 31 に装着されている工具を工具マガジンに回収するよう動作される。つまり、工具マガジンと主軸であるスピンドル 31 との間で工具交換を行う。

【0026】

〔2. 摩擦攪拌接合用工具の構成〕

図 2 は、摩擦攪拌接合用工具 10 の概略構成を示す図であり、回転軸に沿って当該摩擦攪拌接合用工具 10 を断面した断面図である。

図 2 に示すように、摩擦攪拌接合用工具 10 は、主軸装着部 11、連結部 12、替刃 13、ケーシング 14、および軸受部 15 を備えている。ここで、主軸装着部 11、連結部 12、および替刃 13 により、本発明の回転体が構成されている。

【0027】

〔2-1. 主軸装着部の構成〕

主軸装着部 11 は、一般のドリルやカッターなどの切削用の刃を有する加工工具と同様に、工作機械のスピンドル 31 に装着可能になっている。具体的には、主軸装着部 11 は、スピンドル 31 に挿入されるテーパシャンク 111 と、このテーパシャンク 111 の小径部側に設けられたチャック用トップ 112 と、テーパシャンク 111 の大径部側に設けられた工具把持リング部 113 と、テーパシャンク 111 の大径部側に連続して設けられる連結胴部 114 と、を備えている。

【0028】

また、主軸装着部 11 は、回転軸に沿う、軸孔 115 を備えている。この軸孔 115 は、チャック用トップ 112 を装着する第一軸孔部 115A と、第一軸孔部 115A と連通する本発明の流体流路の一部を構成する第二軸孔部 115B と、第二軸孔部 115B に連通する連結装着孔 115C と、連結装着孔 115C に連通する替刃装着孔 115D と、を有して構成されている。

10

20

30

40

50

第一軸孔部 115 A には、チャック用トップ 112 が装着されており、このチャック用トップ 112 には、回転軸に沿って、流体導入路 112 A が設けられている。この流体導入路 112 A は、スピンドル 31 に設けられた図示しない流体導入手段、および第二軸孔部 115 B に連通している。

第二軸孔部 115 B は、上記のように、チャック用トップ 112 の流体導入路 112 A に連通するとともに、後述する連結部 12 の内部流路孔 121 に連通する。

連結装着孔 115 C には、連結部 12 が固定されており、この連結部 12 に替刃 13 が固定されている。また、替刃装着孔 115 D には、連結部 12 に固定された替刃 13 が挿通する。

【0029】

主軸装着部 11 の連結胴部 114 には、外周面のテーパシャンク 111 側の一端側に、周方向に沿って凹状となる第一環状凹部 114 A が形成されている。また、主軸装着部 11 の連結胴部 114 の他端側、より具体的には、軸孔 115 に替刃装着孔 115 D が形成される部分のうちの、上部側（テーパシャンク 111 側）には、外周面に、周方向に沿って凹状となる第二環状凹部 114 B が形成されている。

第一環状凹部 114 A は、後述のケーシング 14 との間で、本発明の流体流路の一部であり上部環状流路 117 A を形成する。

また、主軸装着部 11 には、断面がコ字状で、かつ第二環状凹部 114 B の全周を覆う環状の固定部材 114 C が固定されている。そして、第二環状凹部 114 B の溝内、および固定部材 114 C の内周枠内により、本発明の流体流路の一部である下部環状流路 117 B が形成される。

また、主軸装着部 11 は、第一環状凹部 114 A および第二環状凹部 114 B の間に、軸受部 15 を固定するための固定段差 116 が形成されている。そして、この固定段差 116 と、固定部材 114 C とに挟持されることで、後述する軸受部 15 が主軸装着部 11 に固定されている。

【0030】

そして、主軸装着部 11 の連結胴部 114 の壁内、すなわち、連結装着孔 115 C と外周面との間の壁内、および替刃装着孔 115 D と外周面との間の壁内には、回転軸と平行して、本発明の流体流路の一部を形成する第一流路 118 A および第二流路 118 B が形成されている。第一流路 118 A は、連結胴部 114 のテーパシャンク 111 側の一端部において、連結装着孔 115 C に連通し、第二環状凹部 114 B の形成位置で、外周側の下部環状流路 117 B に連通する。また、第二流路 118 B は、第二環状凹部 114 B の形成位置で、外周側の下部環状流路 117 B に連通し、第一環状凹部 114 A の形成位置で、外周側の上部環状流路 117 A に連通する。

なお、本発明の流体流路に関する説明は後述する。

【0031】

〔2-2. 連結部の構成〕

連結部 12 は、図 2 に示すように、略円柱状部材であり、円柱端部 12 A, 12 B が円柱中央部 12 C よりも径大に形成されている。また、円柱端部 12 A, 12 B には、連結装着孔 115 C の内周面との間に、パッキンなどの防水リングが装着されている。したがって、連結部 12 の円柱中央部 12 C の外周面と、連結装着孔 115 C との間には、微小隙間寸法の空間（流路空間 123）が形成されている。

また、連結部 12 は、第二軸孔部 115 B 側の端面から、軸心（回転軸）に沿って内部流路孔 121 が形成されている。この内部流路孔 121 は、第二軸孔部 115 B 側の端面から、連結部 12 の円柱軸方向長さの例えば略半分程度の長さ位置（内部流路端部 121 A）まで形成されている。また、連結部 12 は、円柱中央部 12 C の替刃 13 側の外周面から、内部流路端部 121 A まで延びる流路分岐孔 122 を複数（例えば 2 つ）備えている。

【0032】

〔2-3. 替刃の構成〕

10

20

30

40

50

替刃 13 は、連結部 12 に固定され、替刃装着孔 115D を挿通して配設されている。ここで、この工具 10 における替刃 13 は、摩擦攪拌接合用の替刃であり、したがって、図 2 に示すように、円筒形状の基部 131 と、基部 131 から回転軸に沿ってワーク側に突出する摩擦攪拌ピン 132 とを備えている。このような替刃 13 では、摩擦攪拌ピン 132 を、例えば 2 つのワークの接合部分に対して高荷重で押圧し、例えば 2000rpm などの速度で高速回転されることで、ワークの接合部分を軟化させ、かつ軟化された接合部分を攪拌させて接合させることが可能となる。

【0033】

〔2-4. ケーシング及び軸受部の構成〕

ケーシング 14 は、図 2 に示すように、工作機械 20 のフレーム 30 に固定され、主軸装着部 11 を回転可能に保持する第一ケーシング 141 と、第一ケーシング 141 のスピンドル 31 とは反対側（テーブル 28 側）に固定される第二ケーシング 142 と、を備えている。

第一ケーシング 141 は、筒状に形成され、筒内周面のうち上部側（主軸側）には、主軸装着部 11 の第一環状凹部 114A に対向して、内周円筒形状の流路形成面 143 が設けられ、これらの第一環状凹部 114A および流路形成面 143 により、上部環状流路 117A が形成されている。また、この流路形成面 143 の上下端部には、それぞれ防水金具 143A が嵌合されている。これらの防水金具 143A は、円筒状に形成され、円筒外周壁が流路形成面 143 に密着固定されており、円筒外周壁から内周側に突出するリング状の突出片 143A1 の先端部が連結胴部 114 の外周面に押圧され、上部環状流路 117A の防水性が確保されている。また、第一ケーシング 141 は、第一環状凹部 114A の一部から、第一ケーシング 141 の外周側に連通する吐出路 144 が形成されている。

第一ケーシング 141 の下部側には、段差部 145 が形成され、この段差部 145 と主軸装着部 11 との間に、軸受部 15 が設けられている。

また、第一ケーシング 141 の上端面には、回り止め部材 149 が固定されている。そして、第一ケーシング 141 は、この回り止め部材 149 を介して、工作機械 20 のフレーム 30 に固定されている。

【0034】

第二ケーシング 142 は、第一ケーシング 141 に例えばネジ止めなどにより、固定される。この時、第二ケーシング 142、軸受押え部 146 を介して第一ケーシング 141 に固定される。ここで、軸受部 15 は、この軸受押え部 146 および第一ケーシング 141 に設けられる段差部 145 により挟持されることで、ケーシング 14 に固定される。

また、第二ケーシング 142 は、回転軸を中心とした替刃挿通孔 147 を備えている、この替刃挿通孔 147 は、替刃 13 の基部 131 の断面系寸法よりも径大に形成され、基部 131 との間にエアが流通可能な隙間が形成されている。

【0035】

そして、ケーシング 14 には、第二ケーシング 142 と、主軸装着部 11 との間、より具体的には、主軸装着部 11 の連結胴部 114 のうち、替刃装着孔 115D が形成されている部分の外周面と、第二ケーシングとの間に形成されるエア流通空間 148D に、エアを流通させるエア供給路 148 が形成されている。このエア供給路 148 は、第一ケーシング 141 の外周部に形成されるエア供給口 148A、エア供給口 148A に連通し、第一ケーシング 141 の内部に形成される第一エア流路 148B、軸受押え部 146 および第二ケーシング 142 に形成され、第一エア流路 148B およびエア流通空間 148D に連通する第二エア流路 148C、エア流通空間 148D、および第二ケーシング 142 と替刃 13 の基部 131 との間に形成される隙間 148E により形成されており、基部 131 を冷却する。

【0036】

軸受部 15 は、上述したように、固定段差 116 および固定部材 114C により挟持されることで、主軸装着部 11 に固定されるとともに、第一ケーシング 141 の段差部 145 および軸受押え部 146 により挟持されることで、ケーシング 14 に固定される。この

10

20

30

40

50

軸受部 15 は、工具 10 の回転軸に沿うスラスト方向の荷重、および回転軸に対するラジアル方向の荷重の双方を受け、これらの荷重をケーシング 14 およびフレーム 30 に逃がして、工具 10 の主軸装着部 11 とスピンドル 31 との接続部分、およびスピンドル 31 への荷重付与を軽減させるものである。従って、軸受部 15 としては、スラスト方向およびラジアル方向の双方への荷重を受けることが可能なアンギュラベアリングを用いることが好ましい。

なお、本実施形態では、図 2 において、外輪と内輪との間に、錐体形状の回転体が設けられ、外輪と内輪の対向面がラジアル方向に対して傾斜する角度に形成されるアンギュラベアリングを例示するが、これに限定されず、球体状の回転体を外輪および内輪に間に挟持させる構成としてもよい。また、複数のアンギュラベアリングを組み合わせた複列アンギュラベアリングを用いてもよい。

さらには、スラスト方向の荷重を受けるスラストベアリングと、ラジアル方向の荷重を受けるラジアルベアリングとを、それぞれ別体として装着してもよい。

【0037】

〔2-5. 工具の冷却構造〕

本実施形態の工具 10 では、上述したように、冷却媒体を導入可能な流体流路 16 が形成されている。具体的には、この流体流路 16 は、チャック用トップ 112 の流体導入路 112A、第二軸孔部 115B、連結部 12 の内部流路孔 121、流路分岐孔 122、流路空間 123、第一流路 118A、下部環状流路 117B、第二流路 118B、上部環状流路 117A、吐出路 144 により形成され、この順に、冷却媒体が導入可能となっている。ここで、流体導入路 112A、第二軸孔部 115B、連結部 12 の内部流路孔 121、流路分岐孔 122、および連結部 12 と連結装着孔 115C との間の流路空間 123 により、本発明の主軸側冷却部が構成され、第一流路 118A、下部環状流路 117B、および第二流路 118B により本発明の替刃側冷却部が構成されている。

これにより、スピンドル 31 側に設けられる図示しない冷却媒体導入手段から、冷却媒体（クーラント）が導入されると、上記流体流路にクーラントが流通し、工具 10 を冷却する。これにより、熱がスピンドル 31 側に伝達されてスピンドル 31 であるスピンドル 31 などの部材に影響を与える不都合を回避できる。

この時、第一流路 118A および第二流路 118B は、それぞれ、図 2 に示すように、軸受部 15 の内側を通るように形成されている。これにより、軸受部 15 への熱伝達を効果的に抑制することができ、軸受部 15 の熱による変形や、熱の影響による荷重分散効率の低下を抑制している。

【0038】

また、本実施形態では、第一流路 118A および第二流路 118B において、下部環状流路 117B との連通部部分よりも先端側（替刃 13 側）の部分にも冷却媒体が導入可能となっている。しかしながら、この先端部分では、冷却媒体の流動がほぼなく、冷却効果をほとんど有さない。したがって、この先端部分に導入された冷却媒体により替刃 13 を積極的に冷却することはない。

すなわち、摩擦攪拌接合用工具 10 では、替刃 13 を回転させてワークに押し付けることで摩擦熱を発生させてワークを摩擦熱により軟化させる必要がある。このため、ワークの接合部分が冷却されてしまうと、接合効率が著しく低下してしまう。また、ワーク近傍である替刃 13 の冷却媒体を導入した場合、冷却による結露により水滴がワーク上に付着する場合があります。工具 10 では、以上のような理由により、上記のように、替刃 13 の外周側に位置する第一流路 118A および第二流路 118B では、冷却媒体を流動させず、熱交換による冷却を抑制している。そして、熱源である替刃 13 およびワークの近傍では、エア供給口 148A から冷却用のエアを導入することで、替刃 13 のみが冷却されるように構成されている。

【0039】

〔3. 本実施形態の作用効果〕

上述したように、上記実施形態の工作機械 20 では、回転駆動可能なスピンドル 31、

10

20

30

40

50

およびスピンドル 31 を回転可能に保持するフレーム 30 を備え、このスピンドル 31 には、ワーク同士を摩擦攪拌接合するための工具 10 が着脱可能に設けられている。

この工具 10 は、主軸装着部 11 を備え、この主軸装着部 11 に連結部 12 が固定され、この連結部 12 に替刃 13 が固定されている。また、工具 10 は、この主軸装着部 11 を回転可能に保持するケーシング 14 を備え、ケーシング 14 は、フレーム 30 に固定されている。そして、これらのケーシング 14 および主軸装着部 11 の間には、アンギュラベアリングで構成される軸受部 15 が設けられている。

このため、摩擦攪拌接合を実施するために、工具 10 をワーク側に強く押圧した際に発生するスラスト方向への荷重、工具 10 をワークに押圧した状態で、工具をテーブルの面方向に沿って相対移動させた際に発生するラジアル方向への荷重を、軸受部 15 で受けることができ、工作機械のスピンドル 31 や、スピンドル 31 および工具 10 の接続部分に、大きな荷重が加わらない。このため、スピンドル 31 が荷重により破損することがなく、また、摩擦攪拌接合中に、工具 10 が抜け落ちたり、回転軸がずれたりする不都合もなく、効率よくワークを加工（摩擦攪拌接合）することができる。

【0040】

また、冷却媒体が流通する流体流路 16 は、軸受部 15 と回転軸との間を通過して形成される第一流路 118A および第二流路 118B を含んで形成されている。

したがって、これらの第一流路 118A および第二流路 118B に冷却媒体が流通することで、軸受部 15 への熱伝達を効果的に抑制することができ、熱による軸受部 15 の変形や、変形に伴う耐荷重機能の低下を防止することができる。

【0041】

また、本実施形態の流体流路 16 は、軸中心にクーラントを導入するセンタースルータイプであり、主軸装着部 11 のチャック用トップに形成される流体導入路 112A から、第二軸孔部 115B、連結部 12 の内部流路孔 121、流路分岐孔 122、連結部 12 と連結装着孔 115C との間の流路空間 123、第一流路 118A、下部環状流路 117B、第二流路 118B、上部環状流路 117A、吐出路 144 に到って形成されている。

上記のような構成では、吐出路 144 にクーラント吐出用のカプラやチューブなどを接続するだけの簡単な構成、および簡単な操作で、工具 10 を冷却することができる。また、センタースルータイプであるため、工具の中心軸を効果的に冷却することができ、工具 10 からスピンドル 31 への熱の伝達を効果的に防止することができる。

【0042】

また、流体導入路 112A、第二軸孔部 115B、連結部 12 の内部流路孔 121、流路分岐孔 122、および連結部 12 と連結装着孔 115C との間の流路空間 123 により構成される本発明の主軸側冷却部で、工具 10 の主軸であるスピンドル 31 に近接する側を確実に冷却した後、第一流路 118A、下部環状流路 117B、および第二流路 118B で構成される本発明の替刃側冷却部で工具 10 の替刃 13 側を冷却する。このため、スピンドル 31 への熱の伝達を確実に防止ことができ、かつ、スピンドル 31 側を冷却した冷却媒体を替刃側に送った場合でも、上記のように替刃 13 側はより高温となっているため、送られた冷却媒体で十分に替刃 13 側を冷却することができる。

【0043】

また、工具 10 のケーシング 14 には、エアー供給路 148 が形成され、ケーシング 14 および主軸装着部 11 の替刃 13 近傍に形成されるエアー流通空間 148D に冷却用のエアーを供給する。このため、エアー冷却により、摩擦攪拌接合の接合効率を低下させることがなく、工具 10 や、スピンドル 31 を熱から守ることができる。

【0044】

〔その他の実施の形態〕

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【0045】

例えば、上記実施形態において、クーラントの導入方式として、スピンドル 31 から主

10

20

30

40

50

軸装着部 11 の中心軸にクーラントを導入するセンタースルータイプを例示したが、図 3 に示すように、外部からクーラントを導入するアウトタイプタイプのクーラント導入方式としてもよい。

この場合、例えば、図 3 に示すように、主軸装着部 11 の外周には、第一環状凹部 114 A と同様の第三環状凹部 114 D が設けられ、この第三環状凹部 114 D には、第二軸孔部 115 B に貫通する孔部 114 E が形成されている。また、第一ケーシング 141 には、第三環状凹部 114 D に対応した流路形成面 143 B を形成するとともに、第三環状凹部 114 D および流路形成面 143 B の間で形成される第三環状流路 117 C に連通するクーラント導入口 144 A を形成する。

これにより、クーラント導入口 144 A から、第三環状流路 117 C、孔部 114 E、第二軸孔部 115 B、連結部 12 の内部流路孔 121、流路分岐孔 122、流路空間 123、第一流路 118 A、下部環状流路 117 B、第二流路 118 B、上部環状流路 117 A、吐出路 144 に至る流体流路 16 が形成される。

【0046】

また、上記実施形態では、ケーシング 14 が第一ケーシング 141 および第二ケーシング 142 により形成される例を示したが、これらの第一ケーシング 141 および第二ケーシング 142 が一体形成されたものを用いてもよい。

さらに、回転体として、主軸装着部 11、連結部 12 および替刃 13 により構成される例を示したが、例えば、主軸装着部 11 に直接替刃 13 が固定される構成などとしてもよい。

【0047】

さらに、上記実施形態では、摩擦攪拌接合用工具 10 に本発明を適用する例を示したが、これに限定されず、例えば、ワークに孔を開けるドリルなどにおいても、本発明を適用することができる。この場合、上記実施形態の替刃 3 をワークに穴を形成するためのドリル用替刃に変えることで、穴あけ時のスラスト方向の応力、および振動等によるラジアル方向への応力を軸受部からフレームに逃がすことが可能となる。

【0048】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造および手順は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などに適宜変更できる。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明は、テーブルと主軸とが三次元方向へ相対移動可能な工作機械に利用できる。

【符号の説明】

【0050】

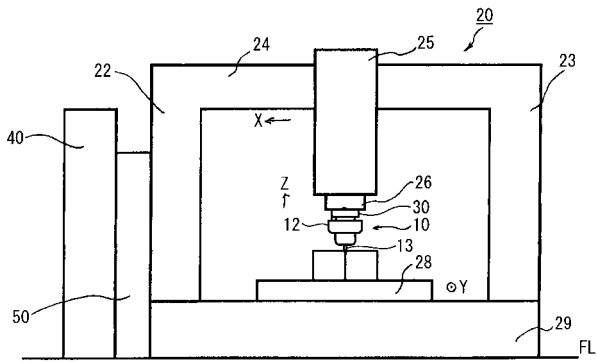
10 ... 工具、11 ... 回転体を構成する主軸装着部、12 ... 回転体を構成する連結部、13 ... 回転体を構成する替刃、14 ... ケーシング、15 ... 軸受部、16 ... 流体流路、20 ... 工作機械、30 ... フレーム、31 ... 主軸であるスピンドル、131 ... 基部、132 ... 摩擦攪拌ピン、148 ... エア供給路。

10

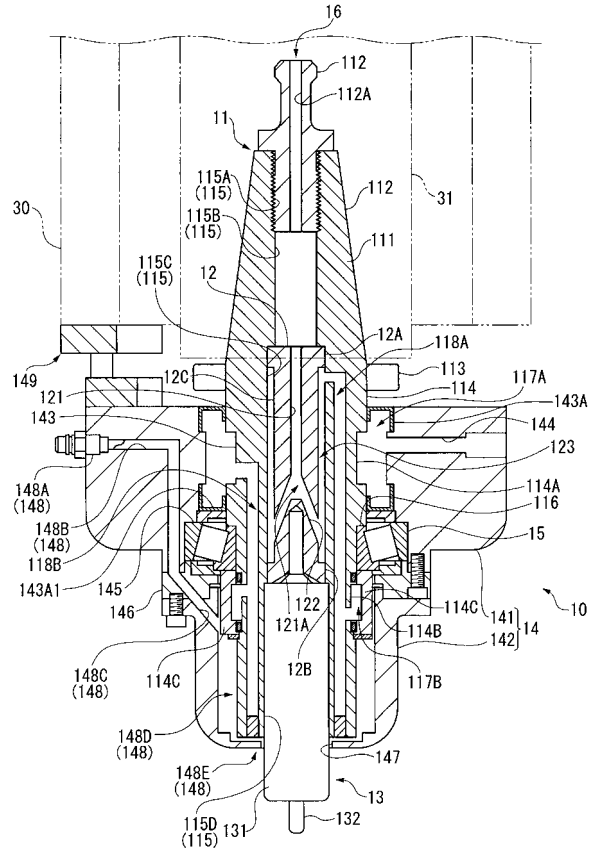
20

30

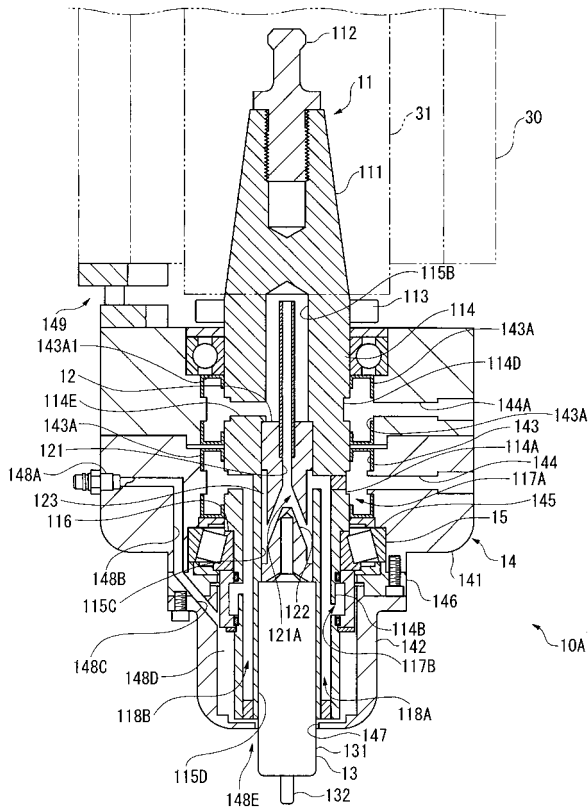
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 川合 康史
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械マシナリー株式会社内
- (72)発明者 細谷 周平
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械マシナリー株式会社内
- (72)発明者 飯田 正彦
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械マシナリー株式会社内
- (72)発明者 加藤 康德
静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械マシナリー株式会社内
- Fターム(参考) 3C011 FF01
3C032 FF01
4E167 BG01 BG09