

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4625963号
(P4625963)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 3 B 37/00 (2006.01) B 2 3 B 37/00
B 2 3 C 3/00 (2006.01) B 2 3 C 3/00

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-52251 (P2007-52251)	(73) 特許権者	504237050
(22) 出願日	平成19年3月2日(2007.3.2)		独立行政法人国立高等専門学校機構
(65) 公開番号	特開2008-213073 (P2008-213073A)		東京都八王子市東浅川町701番2
(43) 公開日	平成20年9月18日(2008.9.18)	(74) 代理人	100082337
審査請求日	平成19年3月2日(2007.3.2)		弁理士 近島 一夫
		(72) 発明者	磯部 浩己
			長野県長野市大字徳間716番地 独立行政法人国立高等専門学校機構 長野工業高等専門学校内
		(72) 発明者	吉原 英雄
			新潟県長岡市宮原3丁目3番21号
		審査官	中村 泰二郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動加工装置とホルダー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

着脱自在な工具を、軸を中心に回転させながら軸方向に振動させて前記工具の先端部分で被加工部材を加工する振動加工装置において、

軸を中心に回転しながら振動源の振動によって軸方向に振動するスピンドルと、前記工具を装着して前記スピンドルに円錐状のテーパ部同士との嵌合によって着脱自在なホルダーと、

前記スピンドルを回転自在に支持し、前記スピンドルに前記ホルダーを嵌合した使用状態において、前記スピンドルの振動の節となる部分に配置された軸受と、を備え、

前記ホルダーは、前記テーパ部と、前記工具を装着する保持部と、前記テーパ部と前記保持部との間で前記軸受部分に位置する節と異なる前記振動の節の部分に形成された最大径の部分と、を有している、

ことを特徴とする振動加工装置。

【請求項2】

請求項1に記載の振動加工装置に用いられるホルダーであって、

一端に、前記スピンドルの円錐状のテーパ凹部に嵌合する円錐状のテーパ凸部を備え、

他端に、前記工具を焼きばめによって保持する保持部を備え、

中間部に、前記ホルダーの最大径の部分

を備えていることを特徴とするホルダー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軸方向に振動する工具を被加工部材に接触させて振動を与えながら、前記被加工部材を加工する振動加工装置と、この振動加工装置に装着される工具保持用ホルダーとに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコン、セラミックス、超硬合金などの加工が困難な材質の硬い難削材に高周波で振動する工具を接触させて振動を与えながら難削材を加工する振動加工装置がある。

【0003】

この振動加工装置は、振動エネルギーを発生するアクチュエータ（振動源）、アクチュエータの振動エネルギーを工具に効率良く伝達する振動体などで構成されている。

【0004】

さらに、振動加工装置は、振動体をスピンドルとして、このスピンドルを支持部材である軸受によって回転自在に支持させることにより、いわゆるドリル加工やミーリング加工を行えるようになる。この場合、振動加工装置のスピンドルと軸受は、ロータを構成している。

【0005】

そして、振動加工装置は、各種の工具を利用するため、工具を高精度かつ確実に把持させて、工具把持部をロータのスピンドルに備えている（特許文献1）。

【0006】

【特許文献1】特開2000-334603号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、振動加工装置における工具把持部は、アクチュエータの振動エネルギーを工具に伝達すること、ロータの回転による工具の振れまわりを可能な限り小さくすること等の機能を備えていなければならない。仮に、振動エネルギーが確実に工具へと伝達されない場合には、エネルギーは損失し、工具が振動しないばかりか、工具の脱落やエネルギー損失が熱にかわり熱膨張や焼損などの問題を引き起こす。また、スピンドルの振れまわりも加工精度の低下原因になる。特に、振動の助けによる加工（振動援用加工）が優位になる工具径の小さな加工においては、工具の折損や、工具の摩耗を引き起こすことになる。

【0008】

工具把持部には、広く使用されているコレットチャックがある。コレットチャックは、柔軟な弾性体が介在するために、高周波の振動エネルギーを伝達することが困難である。

【0009】

また、工具把持部としてスピンドルに着脱自在に装着されるホルダーがある。このホルダーには、工具に対して僅かな隙間が生じる隙間ばめ用の孔が形成されている。このため、ホルダーは、孔に工具を挿入して、ボルトで締結したり、接着や接合したりした場合、振れまわりを減らすための工具の芯だし作業が繁雑で、かつ困難であり、高い加工技術が必要であり、さらに、工具の交換が不可能であるなどの問題がある。

【0010】

本発明は、工具を確実に、高精度に把持して高精度に被加工部材を加工する振動加工装置を提供することにある。

【0011】

本発明は、工具を振動加工装置に確実に、高精度に保持させて、工具による被加工部材の加工精度を向上させることのできる工具用のホルダーを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の振動加工装置は、

10

20

30

40

50

着脱自在な工具を、軸を中心に回転させながら軸方向に振動させて前記工具の先端部分で被加工部材を加工するようになっており、

軸を中心に回転しながら振動源の振動によって軸方向に振動するスピンドルと、前記工具を装着して前記スピンドルに円錐状のテーパ部同士の嵌合によって着脱自在なホルダーと、

前記スピンドルを回転自在に支持し、前記スピンドルに前記ホルダーを嵌合した使用状態において、前記スピンドルの振動の節となる部分に配置された軸受と、を備え、

前記ホルダーは、前記テーパ部と、前記工具を装着する保持部と、前記テーパ部と前記保持部との間で前記軸受部分に位置する節と異なる前記振動の節の部分に形成された最大径の部分と、を有している、

ことを特徴としている。

【0013】

本発明のホルダーは、

上記の振動加工装置に用いられるホルダーであって、

一端に、前記スピンドルの円錐状のテーパ凹部に嵌合する円錐状のテーパ凸部を備え、

他端に、前記工具を焼きばめによって保持する保持部を備え、

中間部に、前記ホルダーの最大径の部分

を備えていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

本発明の振動加工装置は、ホルダーが工具を保持部で焼きばめによって保持しているため、工具がホルダーに確実に保持されて、振動源の振動が工具に確実に伝達されるとともに、工具の振れまわりが少なくなり、被加工部材に高精度な加工をすることができる。

【0015】

本発明の振動加工装置は、ホルダーが円錐状のテーパ部同士の嵌合によって着脱可能にスピンドルに備えられるようになっているので、工具の芯だしや、工具の交換が容易である。

【0016】

本発明の振動加工装置は、振動源の所定の振動数によって生じる節が軸受とホルダーの軸方向の中間部分に位置しているため、スピンドルやホルダーの振動の影響を少なくして確実に保持して、被加工部材の加工精度を向上させることができる。

【0017】

本発明の振動加工装置用のホルダーは、工具を保持部で焼きばめによって保持しているため、工具を確実に保持して、振動源の振動を工具に確実に伝達することができる。また、工具の振れまわりを少なくすることができる。

【0018】

本発明の振動加工装置用のホルダーは、円錐状のテーパ部によってスピンドルに着脱可能に備えられるようになっているので、工具の芯だしや、工具の交換が容易である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態の振動加工装置と、この振動加工装置に保持される工具用のホルダーとを図に基づいて説明する。なお、本発明において取り上げる数値は、参考数値であって、本発明を限定するものではない。

【0020】

図1は振動加工装置の概略正面図である。図2は図1の振動加工装置のスピンドルに装着されるホルダーである。

【0021】

振動加工装置1は、軸方向に振動する工具Tを被加工部材Wに接触させて振動を与えながら、被加工部材Wを加工するようになっている。振動加工装置1は、工具としてドリルを取り付ければドリル加工、エンドミルを取り付ければミーリング加工、研削砥石を取り

10

20

30

40

50

付ければ研削加工をすることができる。

【 0 0 2 2 】

振動加工装置 1 は、振動エネルギーを発生する振動源としてのアクチュエータ 1 0 と、振動エネルギーを工具 T へと効率的に伝達できるように設計されたスピンドル 1 1 と、スピンドル 1 1 に着脱自在で工具を保持するホルダー 1 2 とを備えている。スピンドル 1 1 は、軸受 1 3 によって回転支持されている。なお、軸受は、1 つしか図示していないが他にもあるものとする。

【 0 0 2 3 】

ホルダー 1 2 は、工具 T を保持孔 2 1 で焼きばめによって保持している。

【 0 0 2 4 】

ホルダー 1 2 の下端（他端）には、工具を保持する保持部としての保持孔 2 1 が軸方向に沿って形成されている。保持孔 2 1 の内径は、常温においては工具 T のシャンク部 T a の外径より僅かに小さく形成されている。ホルダー 1 2 を加熱すると保持孔 2 1 が、僅かに拡張して、工具 T のシャンク部 T a を受け入れることができるようになる。この結果、ホルダー 1 2 に工具 T を挿入することができる。その後、ホルダー 1 2 が冷却されて常温に戻ると、保持孔 2 1 は、締まり、工具 T のシャンク部 T を把持する。このように、ホルダー 1 2 は、保持孔 2 1 で焼きばめによって工具 T を保持するようになっている。

【 0 0 2 5 】

焼きばめは、熟練した技術が不要でありながら、ホルダー 1 2 に工具 T を確実に保持することができる。また、ホルダー 1 2 と工具 T との接触面積が広いので、振動エネルギーの伝達効率を高めることができる。これによって、工具を確実に保持して、被加工部材の加工精度を向上させることができる。

【 0 0 2 6 】

さらに、工具 T の中心とホルダー 1 2 の中心とを一致させて、保持させることができ、工具の芯振れを少なくすることができ、被加工部材の加工精度を向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

ホルダー 1 2 とスピンドル 1 1 との間にも、高い取り付け精度と振動伝達能力が必要である。特に、工具 T は、ホルダー 1 2 に取り付けられたままストックされて、他の工具を使用するときはホルダー 1 2 ごと交換する必要がある。

【 0 0 2 8 】

したがって、ホルダー 1 2 をスピンドル 1 1 に容易に着脱できると同時に、作業者の能力や環境に影響されることなく、常に安定して高い精度で装着されて振動エネルギーをスピンドル 1 1 からホルダー 1 2 に確実に伝達できるようにする必要がある。

【 0 0 2 9 】

そこで、ホルダー 1 2 には、円錐状のテーパ凸部 2 2 を形成されている。スピンドル 1 1 には、ホルダー 1 2 のテーパ凸部 2 2 が嵌合される円錐状のテーパ凹部 2 3 が形成されている。テーパ凸部 2 2 とテーパ凹部 2 3 は、互いに接触面積を広くして嵌合するようになっている。なお、ホルダー 1 2 の上端（一端）には雄ねじ 2 4 が形成され、スピンドル 1 1 には、雄ねじ 2 4 がねじ込まれる雌ねじ 2 5 が形成されている。このため、ホルダー 1 2 はスピンドル 1 1 にねじ込むようにして嵌合される。なお、これらのねじ 2 4 , 2 5 は、必ずしも必要としない。ねじ 2 4 , 2 5 を設けていない場合には、ホルダー 1 2 をスピンドル 1 1 に勢い良く挿入させて、スピンドル 1 1 で受け止めさせて、嵌合させる必要がある。

【 0 0 3 0 】

このように、ホルダー 1 2 は、スピンドル 1 1 に嵌合装着されるので、半径方向への自由度が拘束されて、作業者の作業能力とは無関係にホルダー 1 2 をスピンドル 1 1 に確実に装着することができる。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、ホルダー 1 2 をスピンドル 1 1 に脱着を 1 0 回（試行回数 1 0 回）繰り返し

10

20

30

40

50

た場合のホルダー 1 2 の、半径方向の静的な振れまわりを測定器 S で測定した結果のグラフである。取り付けに際しては、特に芯出しに相当する調整作業は行っていない。これより、平均で $2 \mu\text{m}$ 以下の振れまわりを容易に実現することができる。また、振れまわりの標準偏差も $1 \mu\text{m}$ 以下であり、高い繰り返し再現性を有していることが確認できた。

【 0 0 3 2 】

また、円柱端面同士の当たり面に比べて、有効接触面積が広がるので、振動エネルギーをスピンドル 1 1 からホルダー 1 2 により効率的に伝達することができる。上述の特性を総合的に評価するため、工具 T とホルダー 1 2 との間の焼きばめと取り外し作業、およびスピンドル 1 2 に対するホルダー 1 1 の脱着交換作業を 5 回（試行回数 5 回）繰り返した場合の工具（直径 4 mm の超硬軸）の先端部における振れまわりの変化を測定器 S で測定した結果を図 4 に示す。

10

【 0 0 3 3 】

図 4 に示した特性は、加工精度に直接影響を与える特性である。図 4 によると、振れまわりの平均値は $2.6 \mu\text{m}$ 、標準偏差は $1.3 \mu\text{m}$ である。この振れまわりの大きさは、コレットチャックなどの一般的な工具把持部と同程度のレベルであり、本ホルダー 1 2 が十分な把持精度を有していることが確認された。また、アクチュエータ 1 0 の発生した振動エネルギーが工具 T に伝達されることも確認されて、本振動加工装置 1 を、振動の助けによる加工（振動援用加工）を優位にすることができる。

【 0 0 3 4 】

以上の構成において、振動加工装置 1 は、アクチュエータ 1 0 によって工具 T を軸方向に振動させて被加工部材 W に接触させて振動を与えながら、被加工部材を加工している。工具 T の軸方向への振幅が $1 \mu\text{m}$ 、振動数 $60 \text{ kHz} \pm 500 \text{ Hz}$ 、工具 T の直径 3 mm 、ホルダー 1 2 からの突出長さ 12 mm としたとき、スピンドル 1 1 とホルダー 1 2 とに図 1 (b) に示すように、振動の節 A と腹 B が発生する。節 A は、軸方向への振幅が少ない部分であり、腹 B は、軸方向への振幅が多い部分である。

20

【 0 0 3 5 】

節 A は、軸受 1 3 と、ホルダー 1 2 の軸方向の中間部分のホルダーとして最大径の部分 1 2 a とに位置している。腹 B は、テーパ部 2 2 , 2 3 と、保持部としてのホルダーの保持孔 2 1 の部分と、工具 T の先端とに位置している。

【 0 0 3 6 】

節と腹の位置は、スピンドル、ホルダー、工具の径や長さ、材質等によって決まるものであり、振動を解析して一概に求めることができるものではなく、実験的に求めたものである。

30

【 0 0 3 7 】

節 A が軸受 1 3 に位置しているので、スピンドル 1 1 を軸受 1 3 に振動の影響を少なくして支持させることができ、スピンドル 1 1 を不図示のモータによって円滑に回転させることができる。

【 0 0 3 8 】

また、節 A がホルダー 1 2 の最大径の部分 1 2 a に位置していると、ホルダー 1 2 に不必要な軸方向の慣性力が発生することがなく、工具 T に所定の振動を確実に伝達することができる。被加工部材の加工精度を向上させることができる。

40

【 0 0 3 9 】

節 B がテーパ部 2 2 , 2 3 と、保持孔 2 1 の部分とに位置していても、スピンドルとホルダーはテーパ部 2 2 , 2 3 によって、ホルダーと工具は焼きばめによって、それぞれ確実に接続されている部分であるので、脱落のおそれがない。また、エネルギー損失が少なくなり、熱膨張や焼損などの問題を引き起こすようなことがなくなる。

【 0 0 4 0 】

また、腹 B が工具の先端に位置していると、振動加工装置 1 は、被加工部材に所定の振動を確実に伝えて、加工精度を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 4 1 】

【図 1】(a) は、本発明の実施形態における、振動加工装置の概略正面図である。(b) は、軸方向の振幅を示すグラフである。

【図 2】(a) は、図 1 の振動加工装置のスピンドルに装着さるホルダーの半断面図である。(b) は、(a) の下面図である。

【図 3】(a) は、ホルダーをスピンドルに脱着を 1 0 回 (試行回数 1 0 回) 繰り返し替えた場合のホルダーの、半径方向の静的な振れまわりを測定器で測定した結果のグラフである。(b) は、測定状態を示す図である。

【図 4】(a) は、工具とホルダーとの間の焼きばめと取り外し作業、およびスピンドルに対するホルダーの脱着交換作業を 5 回 (試行回数 5 回) 繰り返した場合の工具の先端部における振れまわりの変化を測定器で測定した結果のグラフである。(b) は、測定状態を示す図である。

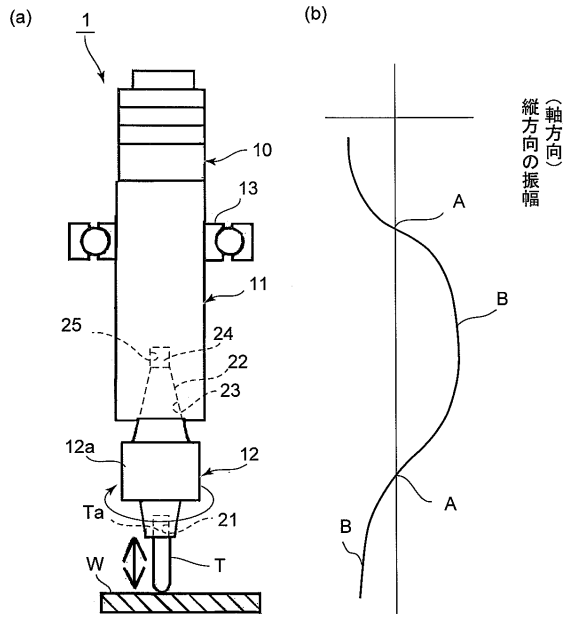
10

【符号の説明】

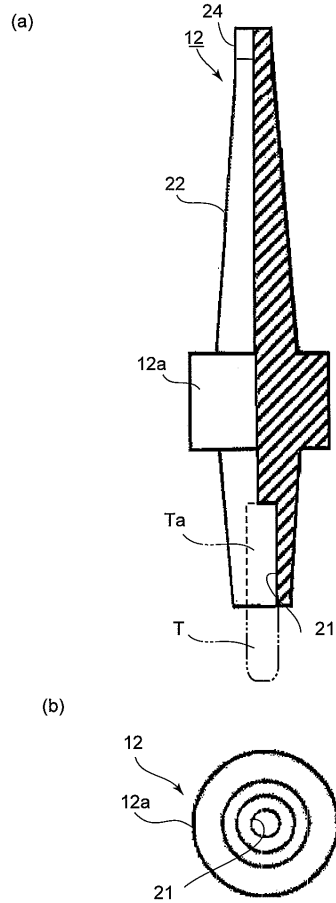
【 0 0 4 2 】

A	節	
B	腹	
T	工具	
T a	シャンク部	
W	被加工部材	
S	測定器	20
1	振動加工装置	
1 0	アクチュエータ (振動源)	
1 1	スピンドル	
1 2	ホルダー	
1 2 a	ホルダーの最大径の部分 (ホルダーの軸方向の中間部分)	
1 3	軸受	
2 1	保持孔 (保持部)	
2 2	テーパ凸部 (テーパ部)	
2 3	テーパ凹部 (テーパ部)	
2 4	雄ねじ	30
2 5	雌ねじ	

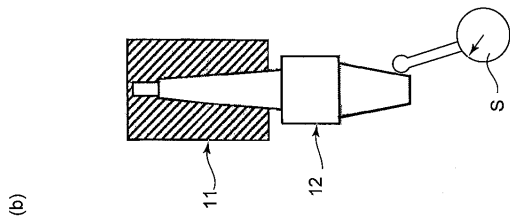
【図1】



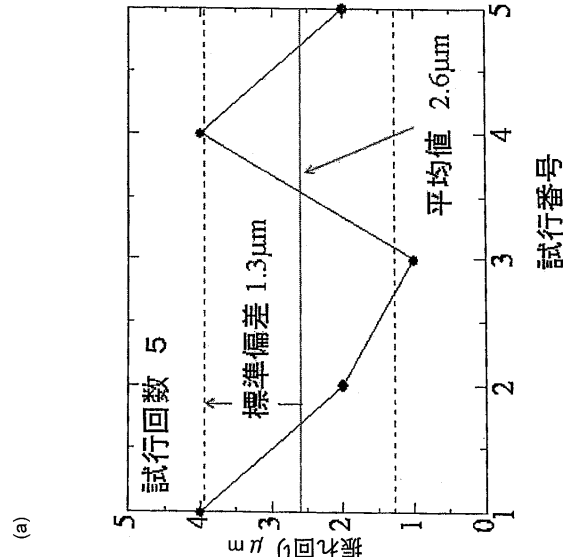
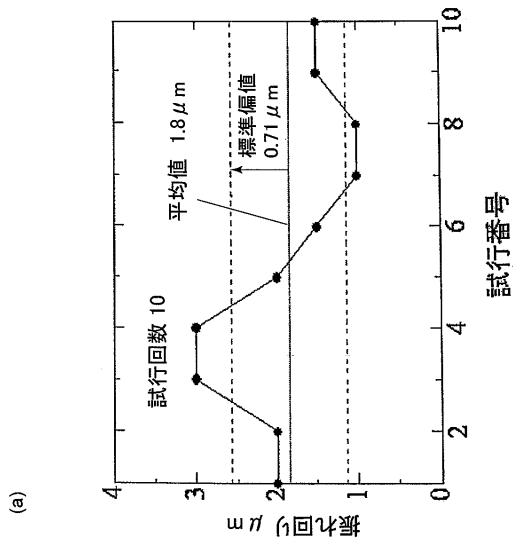
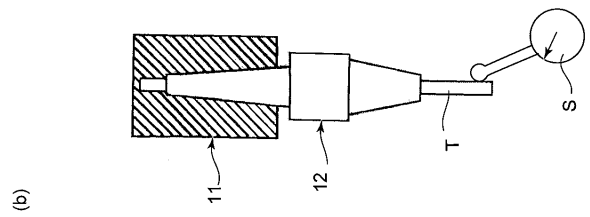
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-346817(JP,A)
特開平02-109667(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 37/00, 1/00

B24B 1/04

B23C 3/00

B26F 1/16, 1/26