

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3688537号
(P3688537)

(45) 発行日 平成17年8月31日(2005.8.31)

(24) 登録日 平成17年6月17日(2005.6.17)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 3 B 27/00

B 2 3 B 27/00

Z

B 2 3 B 1/00

B 2 3 B 1/00

A

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-328814	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成11年11月18日(1999.11.18)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2001-138105(P2001-138105A)		東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(43) 公開日	平成13年5月22日(2001.5.22)	(73) 特許権者	000003207
審査請求日	平成14年6月27日(2002.6.27)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動バイト及び振動バイトの切削方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

刃部とシャンク部とが一体に形成された工具本体の前記刃部の基端側に他の部分に対して相対的に低剛性をなす低剛性部を設け、前記工具本体に振動を加える加振装置を備えて前記刃部が加振され押動されることで初期位置と変位位置との間で送り方向に振動する振動バイトにおいて、

前記低剛性部に、加振時に発生する工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを低減するたわみ低減部を備え、

前記低剛性部は、前記シャンク部の長手方向に延びるほぼ同一長さの貫通孔が複数個送り方向に配列されていることで仕切られた複数の梁部からなり、前記刃部が押動された際に前記初期位置から前記梁部が湾曲変位することで前記刃部側を変位させて前記変位位置に至るようにされ、

前記たわみ低減部は、前記複数の梁部のうちの一部の梁部に相対的に傾斜する他の梁部であって、

前記刃部が送り方向に変位する時、前記一部の梁部は前記刃部の先端角部に形成されたノーズを被削材から離れる方向に変位を生じ、前記他の梁部は前記ノーズが被削材に食い付く方向に変位を生じるようにされていることを特徴とする振動バイト。

【請求項2】

請求項1に記載の振動バイトにより、前記工具本体を加振しつつ前記刃部で切削する際に、加振によって発生する前記工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを、前記た

10

20

わみ低減部の前記一部の梁部と他の梁部に前記加振方向に略直交する方向に互いに反対方向の前記変位を生じさせることにより相殺して低減させることで前記刃部の円弧運動を低減させるようにしたことを特徴とする振動バイトの切削方法。

【請求項3】

加振停止時に前記工具本体を前記刃部の送り方向に押圧することで切削による該刃部の振動を低減させるようにしたことを特徴とする請求項2記載の振動バイトの切削方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はバイトによる旋削加工において軸線回りに回転させられる被削材に対して切削をその送り方向に加振させつつ切削加工する振動バイト及びその切削方法に関する。 10

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来、この種の振動バイトの一例として、特開平8-300207号公報に開示されたものがある。

この振動バイトは工具本体の途中に低剛性部を備えており、この工具本体を加振装置で断続的に加振することで刃部に振動を生じさせ所定周期で切屑を分断させつつ被削材の切削加工を行うというものである。

この振動バイトでは加振切削の際に工具本体のたわみにより刃部の運動が工具本体の工作機械等への被支持部を中心とした円弧運動になる場合がある。その際、低剛性部の形状によっては工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみが顕著になる可能性がある。 20

そのため、工具本体のたわみの増大によって例えば振動による変位位置での切削の被削材からの逃げ量が $18\mu\text{m}$ 、面粗さが $44\mu\text{m}$ になる等加工精度が低下することがある。また送りや切り込み等が大きいと加振による振動の振幅を増大させる必要があり、その場合に刃部の切削抵抗と工具本体への加振により、工具本体が弾性変形する際に、工具本体の形状によって低剛性部への応力集中が増大する可能性があり、工具寿命が低下する。更に低剛性部の形状によってはビビリが発生して加工精度が低下するという問題が生じる。

【0003】

本発明は、このような課題に鑑みて、加振時の加振方向に略直交する方向のたわみを低減して加工面の面粗さを向上できるようにした振動バイト及びその切削方法を提供することを目的とする。 30

本発明の他の目的は、切屑の分断を所定間隔で確実に行うことができるようにした振動バイトを提供することである。

本発明の更に他の目的は、加振停止状態で切削加工する場合にビビリを抑制させるようにした振動バイトの振動切削方法を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明による振動バイトは、刃部とシャンク部とが一体に形成された工具本体の前記刃部の基端側に他の部分に対して相対的に低剛性をなす低剛性部を設け、この工具本体に振動を加える加振装置を備えて前記刃部が加振され押動されることで初期位置と変位位置との間で送り方向に振動する振動バイトにおいて、低剛性部に、加振時に発生する工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを低減するたわみ低減部を備え、前記低剛性部は、前記シャンク部の長手方向に延びるほぼ同一長さの貫通孔が複数個送り方向に配列されていることで仕切られた複数の梁部からなり、前記刃部が押動された際に前記初期位置から前記梁部が湾曲変位することで前記刃部側を変位させて前記変位位置に至るようにされ、前記たわみ低減部は、前記複数の梁部のうちの一部の梁部に相対的に傾斜する他の梁部であって、前記刃部が送り方向に変位する時、前記一部の梁部は前記刃部の先端角部に形成されたノーズを被削材から離れる方向に変位を生じ、前記他の梁部は前記ノーズが被削材に食い付く方向に変位を生じるようにされていることを特徴とする。 40

加振装置による加振切削の際に工具本体に加振方向に略直交する方向のたわみを生じて 50

刃部が円弧運動を起こすことになるが、その際、たわみ低減部で工具本体のたわみを低減することで刃部の円弧運動を抑制することができ、加工面の面粗さが向上し切屑分断を所定間隔で確実に行うことができる。

【 0 0 0 5 】

そして、低剛性部は複数の梁部からなり、たわみ低減部は複数の梁部のうちの一部の梁部に相対的に傾斜する他の梁部であって、刃部が送り方向に変位する時、一部の梁部は前記ノーズを被削材から離れる方向に変位を生じ、他の梁部はノーズが被削材に食い付く方向に変位を生じるようにされており、工具本体を加振して振動切削させた際、一部の梁部と他の梁部に加振方向に略直交する方向に互いに反対方向の変位が生じて相殺されることで、低剛性部が変位した時に被削材の加工面からの切刃の逃げ量を低減できて、刃部の運動は平行移動に近くなりたわみを抑制できるから加工面粗さが向上する。

10

【 0 0 0 7 】

また本発明による振動バイトの切削方法は、前記本発明による振動バイトにより、前記工具本体を加振しつつ前記刃部で切削する際に、加振によって発生する前記工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを、前記たわみ低減部の前記一部の梁部と他の梁部に前記加振方向に略直交する方向に互いに反対方向の前記変位を生じさせることにより相殺して低減させることで前記刃部の円弧運動を低減させるようにしたことを特徴とする

加振による切削の際に工具本体の加振方向に略直交する方向にたわみを生じて刃部が円弧運動を起こすことになるが、その際、工具本体のたわみを低減することで刃部の円弧運動を抑制することができ、これによって面粗さを向上させて加工精度を向上でき応力集中の増大を抑制できて工具寿命を向上できる。

20

【 0 0 0 8 】

加振停止時に工具本体を刃部の送り方向に押圧することで切削による刃部の振動を低減させるようにしてもよい。

振動バイトを用いて被削材の面取り加工や斜め削り加工などの切削加工を加振させないで行う場合、所定の荷重を送り方向の反対側から工具本体に連続して印加した状態で切削すれば、切削抵抗の送り分力が背圧として工具本体にかかってもこの背圧を所定の荷重で受け止めて支持できるために振動バイトの工具本体がビビリを生じることはなく加工面粗度の良好な切削加工ができる。

【 0 0 0 9 】

30

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について添付図面により説明する。図 1 乃至図 4 は本発明の第一の実施の形態を示すものであり、図 1 は実施の形態による振動バイトの概略構成図、図 2 は振動バイトの低剛性部の応力を示す説明図、図 3 (a) は図 1 に示す振動バイトで振動切削した際のチップのノーズの円弧運動軌跡を示す図、(b) は被削材の加工面の面粗さを示す断面図、図 4 はチップのノーズによる振動周期の変位位置で切削した被削材の加工面と初期位置に戻ったノーズを示す要部説明図である。

図 1 に示す振動バイト 2 0 は、刃部 2 1 とシャンク部 2 2 とが一体形成された工具本体 2 3 を備えている。刃部 2 1 の先端角部に切刃 5 a , 5 a で形成されたノーズ 5 b を有するスローアウェイチップ 5 が装着され、シャンク部 2 2 は例えば断面略四角形をなす略角柱状とされている。尚、振動バイト 2 0 はスローアウェイ式に代えてソリッドタイプでもよいし、ろう付けタイプ等でもよい。

40

【 0 0 1 0 】

シャンク部 2 2 の長手方向途中には低剛性部 2 4 が設けられており、この低剛性部 2 4 はシャンク部 2 2 の長手方向に延びるほぼ同一長さの貫通孔 2 5 が複数個 (図では 7 個) 送り方向 D (シャンク部 2 2 の長手方向に略直交する方向) に配列されていることで仕切られた複数本 (図では 8 本) の梁部 2 6 で構成されている。尚、シャンク部 2 2 の低剛性部 2 4 より基端側領域は図示しない工作機械に把持される被支持部 2 2 a を構成する。

ここで、貫通孔 2 5 についていえば、送り方向前方の第一貫通孔 2 5 a はその幅 (シャンク部 2 2 の長手方向に直交する方向の幅) が工具本体 2 3 の基端側から先端側に向けて漸

50

次増大するように略々直角三角形に形成されており、そのために第一貫通孔 25 a を仕切る送り方向両側の側壁をなす第一梁部 26 a と第二梁部 26 b について第一梁部 26 a はシャンク部 22 の長手方向に概略平行であり、第二梁部 26 b は第一梁部 26 a に微小角度（例えば $= 3^\circ$ ）の鋭角を以て基端側で交差するように傾斜している。

【0011】

そして第二、第三、第四貫通孔 25 b、25 c、25 d は同一幅で延在して略々平行四辺形をなして第二梁部 26 b とほぼ平行に配列され、これらをそれぞれ仕切る第三、第四、第五梁部 26 c、26 d、26 e も第二梁部 26 b と平行に配列されている。

また第五貫通孔 25 e は工具本体 23 の基端側から先端側に向けて漸次幅が減少するように略々逆直角三角形に形成されており、第五梁部 26 e と共に第五貫通孔 25 e を仕切る送り方向後方側の第六梁部 26 f は第一梁部 26 a と略平行に形成されている。そして第六貫通孔 25 f、第七貫通孔 25 g は同一幅で延在するそれぞれ略々長方形をなして第六梁部 26 f とほぼ平行に配列され、これらをそれぞれ仕切る第七梁部 26 g、第八梁部 26 h も第六梁部 26 f と平行に配列されている。

そのため、この低剛性部 24 はシャンク部 22 の長手方向に略平行な 4 本の梁部 26 a、26 f、26 g、26 h とこれらに対してシャンク部 22 の基端側で交差するように微小角度で傾斜する 4 本の梁部 26 b、26 c、26 d、26 e とで構成されている。

【0012】

そのため、この低剛性部 24 は、後述する油圧シリンダ 28 によって刃部 21 を押動された際に図 1 に示す初期位置から第一乃至第八梁部 26 a ~ 26 h が湾曲変位することで刃部 21 側を変位させて変位位置に至ることになり、刃部 21 が所定周期で加振され押動されることで初期位置と変位位置との間で送り方向に振動して切刃 5 a で振動切削することになる。

尚、第 1 乃至第八梁部 26 a ~ 26 h の配列は任意に変更してもよい。

また低剛性部 24 を挟む基端側の被支持部 22 a と先端側の刃部 21 とは比較的剛性が高く高剛性部を構成する。

【0013】

次に振動バイト 20 の近傍に配設されるタレット 10 にはアクチュエータ（加振装置）として例えば油圧シリンダ 28 が装着されており、この油圧シリンダ 28 には振動バイト 20 の送り方向 D に延在するピストン 29 がその長手方向に進退可能に配設されている。ピストン 29 は油圧でその送り方向 D の先端側に進出した位置で図 1 に示す初期位置にある工具本体 23 の刃部 21 を押動して送り方向先端の変位位置まで押し出し、後退した位置で変位位置の刃部 21 を初期位置に戻し初期位置の刃部 21 を押圧しない。

この油圧シリンダ 28 の作動を制御する油圧回路 27 は、例えば三角波（サイン波でもよい）状の波形信号等をなす油圧シリンダ 28 の制御信号を発生させる波形発生器 13 と、作動油を加圧するための油圧ユニット 30 と、波形発生器 13 から入力される信号の関数として油の流量または圧力を制御するサーボ弁 31 とが備えられ、サーボ弁 31 から出力制御される油の油圧（または流量）によって油圧シリンダ 28 でピストン 29 の作動制御が行われる。

この油圧回路 27 によって油圧シリンダ 28 のピストン 29 を送り方向 D に所定間隔で進退制御して振動バイト 20 を所定周期で加振制御できると共に、工具本体 23 を例えば 0.1 ~ 0.4 mm の範囲で送り方向に押動する所定の荷重 K1 で刃部 21 を押圧して背圧（切削時の送り分力）を相殺して切刃 5 a で切削加工できるように油圧を制御することができる。

【0014】

本実施の形態による振動バイト 20 は上述のような構成を備えており、次にその作用を図 1 乃至図 4 により説明する。

この振動バイト 20 を用いて工具本体 23 を加振しつつ送って被削材を振動切削する場合、例えば図 2 で示すようにピストン 29 で工具本体 23 の刃部 21 を送り方向 D に所定の荷重 K で押圧すると、低剛性部 24 で弾性変位して刃部 21 が送り方向に変位する。この

10

20

30

40

50

時、低剛性部 2 4 の梁部 2 6 はシャंक部 2 2 の長手方向と概略平行な四本の梁部 2 6 a , 2 6 f , 2 6 g , 2 6 h がノーズ 5 b を被削材から離れる方向即ち逃げる方向へ変位 S 1 を生じ、傾斜配置された他の四本の梁部 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d , 2 6 e はシャंक部 2 2 の長手方向に近づく方向即ちノーズ 5 b が被削材 W に食い付く方向に変位 S 2 を生じる。

そのため、相反する方向の変位 S 1 , S 2 が互いに相殺され、微小角度 θ を以て傾斜配置された他の梁部 2 6 b , 2 6 c , 2 6 d , 2 6 e が先端側方向に変位することによって刃部 2 1 は微小距離 M (初期位置から変位位置までの距離である振副 N を例えば 0 . 4 mm、送り $f = 0 . 4 \text{ mm / rev}$ とすると $M = 5 \mu \text{ m}$ 程度、仕上げ面粗さ $3.3 \mu \text{ m}$) だけ下方に変位する。そのため、変位位置で微少な食い込みが行われるが、略平行に近い移動となる。

10

そのため、本実施の形態による振動バイト 2 0 によれば、図 3 に示すように振動切削時の往復動によるノーズ 5 b の被削材に対する切り込み方向の食い込み量または逃げ量 M が抑制されて略平行移動に近くなることで、仕上げ面の面粗さを小さく抑制できることになる。

【 0 0 1 5 】

しかも振動バイト 2 0 の振動によるノーズ 5 b の被削材に対する食い込み量は、無負荷の初期位置を基準として、負荷状態におけるノーズ 5 b の変位位置で最大となって食い込み量 M が与えられる。

そのため、初期位置に戻されたノーズ 5 b は被削材 W の非切削状態となるために、この位置で切屑は分断されることになる。即ちこの振動バイト 2 0 による振動切削によれば振動の往復 1 周期毎に切屑が分断された状態になり、切屑排出性が確実に向上する。

20

【 0 0 1 6 】

次にワーク W の面取り加工や斜め削り加工等を行う場合には、振動バイト 2 0 を油圧シリンダ 2 8 で加振させずに切削加工する。

その際、油圧回路 2 7 を作動させて油圧シリンダ 2 8 のピストン 2 9 を作動させて、振動バイト 2 0 の刃部 2 1 を送り方向 D に、ワーク W の切削の際に生じる切削抵抗の送り分力以上の荷重 K 1 で押圧する。この荷重 K 1 は切削加工時の切り込み量と送り量によって変動するが、ピストン 2 9 の送り方向 D への振動バイト 2 0 の押動距離にして 0 . 1 mm ~ 0 . 4 mm の範囲とする。

30

ここで、押動距離が 0 . 1 mm より小さいと切削時に切削抵抗送り分力による背圧で無負荷に近いピストン 2 9 が押されて低剛性部 2 4 が変位して振動バイト 2 0 とピストン 2 9 がビビリ振動を起こしてしまい、また 0 . 4 mm を越えると低剛性部 2 4 の第一乃至第六梁部 2 6 a ~ 2 6 f に応力がかかり、第一乃至第六梁部 2 6 a ~ 2 6 f の寿命が短くなるという欠点が生じる。

【 0 0 1 7 】

振動バイト 2 0 を加振させずに切削加工する場合、油圧シリンダ 2 8 のピストン 2 9 で上述した微小の荷重 K 1 を継続して刃部 2 1 に印加した状態でワーク W の面取り加工や斜め削り加工等を行う。この時切刃 5 a で生じる切削抵抗の送り分力は振動バイト 2 0 を介して背圧としてピストン 2 9 に伝達されるが、この背圧はピストン 2 9 に印加されている荷重 K 1 で相殺され、振動バイト 2 0 はビビリ振動などを生じることなくスムーズにワーク W の切削加工が行われる。

40

【 0 0 1 8 】

上述のように本実施の形態によれば、振動バイト 2 0 を用いて加振して振動切削する場合に、振動時のノーズ 5 b の逃げ方向の変位を抑制して少ない距離 M だけ食い込みさせてほぼ平行に近い移動ができるために、仕上げ面粗さを向上できる上に 1 周期毎に切屑を確実に分断できて切屑排出性が向上する。

また振動バイト 2 0 を加振させることなく被削材を面取り加工や斜め削り加工する場合に、油圧シリンダ 2 8 のピストン 2 9 で上述した微小の荷重 K 1 を継続して刃部 2 1 を押圧することで、低剛性部 2 4 があってもビビリ振動などの振動を生じさせることなく切削加

50

工でき加工面粗さを向上できる。

【0019】

また上述の実施の形態では油圧アクチュエータ28で振動バイト20の刃部21を連続して押圧することとしたが、加振させずに切削する場合には油圧アクチュエータ28で刃部21を押圧する構成に代えて、図1で一点鎖線で示すように油圧アクチュエータ28とは別個の係止部材33を刃部21の背面に当接させて支持し、背面から振動バイト20の背圧を受け止めるようにしてもよい。

この場合でも切削抵抗送り分力による背圧を係止部材33で受け止めて、振動バイト20による切削時の振動を防止できる。

【0020】

次に本発明の第二の実施の形態を図5により説明する。上述の第一の実施の形態と同一または同様の技術については同一の符号を用いて説明する。

図5に示す振動バイト40において、工具本体23が刃部21と棒状のシャンク部22からなり、刃部21の先端側角部に切刃5a、5aからなるノーズ5bを有するスローアウェイチップ5が装着されている。そしてシャンク部22の長手方向途中には低剛性部41が設けられており、その基端側は被支持部22aとされている。低剛性部41は複数の貫通孔42で分離して形成された2種類の梁部43で構成されている。

即ちこの低剛性部41は、送り方向両側には略コの字型の第一貫通孔42aと第四貫通孔42dが一对の凸部をそれぞれ外側に向けて形成され、そのために第一貫通孔42aと第四貫通孔42dで仕切られる外側の第一梁部43aと第五梁部43eは長手方向の両端が貫通孔42a、42dの凸部でえぐられて断面係数の小さい薄肉部43aA、43aB、43eA、43eBとされ、中央部が断面係数の比較的大きい厚肉部43aC、43eCとされている。

【0021】

そして各第一貫通孔42aと第四貫通孔42dとの間の領域には等間隔で形成された二つの略平行四辺形の第二貫通孔42b、第三貫通孔42cが形成されており、これらの第一乃至第四貫通孔42a、42b、42c、42dをそれぞれ仕切る3本の梁部が第二梁部43b、第三梁部43c、第四梁部43dとして構成されている。

しかもこれら第二乃至第四梁部43b~43dはシャンク部22の長手方向及び第一及び第五梁部43a、43eに対して微小角度だけ傾斜して配設されている。第二乃至第四梁部43b~43dはシャンク部22の基端側で第一梁部43aと交差するようにそれぞれ傾斜しており、第二乃至第四梁部43b~43dは互いに平行に配設されている。

そして例えばタレット10に装着されたピエゾアクチュエータ(加振装置)11の先端部11aがシャンク部22の第五梁部43eの肉厚部43eCを押圧可能に配設されており、ピエゾアクチュエータ11は増幅器12を介して波形発生器13に接続されて構成されている。

【0022】

本第二の実施の形態による振動バイト40は上述のように構成されており、振動切削においてはピエゾアクチュエータ11を所定周期で加振させると低剛性部41の第五梁部43eの肉厚部43eCがピエゾアクチュエータ11の先端部11aで間欠的に押動される。これによって、第一梁部43aと第五梁部43eはシャンク部22の長手方向に対し被削材Wから逃げる方向に変位S1を生じ、傾斜配置された第二乃至第四梁部43b~43dは工具本体23の先端側に向けて変位S2を生じる。

そのため変位S1とS2が相殺され、振動で変位する工具本体23は変位位置での切り込み時にノーズ5bが被削材Wに食い付く方向に微小距離Mだけ変位する。

従って本第二の実施の形態においても、振動バイト40を用いて振動切削する場合に、ノーズ5bの逃げ方向の変位を抑制して食い付き方向に微小変位しほぼ平行に近い移動ができるために仕上げ面粗さを向上できる上に1周期毎に切屑を確実に分断できて切屑排出性が向上するという第一の実施の形態と同様の作用効果を奏する。

尚、上述した第一及び第二の実施の形態ではいずれの振動バイト20、40も加振による

10

20

30

40

50

振動の変位位置で被削材Wに食い込み初期位置に戻った際に切削しない状態となるが、これと異なって第一の実施の形態でも例えば傾斜角 $\theta = 2^\circ$ と小さくしたり、梁部24, 43の本数を例えば6本と少なくすると、変位位置で食い込むことなく被削材Wから逃げるように変位することになる。この場合でも逃げ量Mが小さく仕上げ面粗さは従来のものより向上する。

【0023】

次に本発明の実施例について説明する。

実施例としての振動バイトは第一の実施の形態による振動バイト20と同一の基本構成を持ち、八本の梁部26を備えた振動バイトはそのうち4本の梁部がシャンク部22の長手方向と平行に延び、他の4本の梁部が角度 θ を以て傾斜している。そして角度 $\theta = 3^\circ$ の振動バイトを実施例1、 $\theta = 2^\circ$ の振動バイトを実施例2とする。

更に六本の梁部26を備えた3種類の振動バイトを用意し、六本の梁部26のうち3本の梁部がシャンク部22の長手方向と平行に延び、他の3本の梁部が角度 θ を以て傾斜している。そして角度 $\theta = 3^\circ$ の振動バイトを実施例3、 $\theta = 2^\circ$ の振動バイトを実施例4、 $\theta = 0^\circ$ の振動バイト即ち6本の梁部が全てシャンク部と平行とされたものを比較例とする。

尚、各振動バイトは梁部が6本の場合も8本の場合も、低剛性部の断面積の総和を同一として主分力方向の剛性を同一にし、また個々の振動バイトでシャンク部22の長手方向に平行な梁部と角度 θ を以て傾斜する梁部との厚み(断面積)の和の比を2:3にそれぞれ設定する。

そして振動バイトに装着するスローアウェイチップ5はCVDコーテッド超合金UC6010またはサーメットNX2525を用い、被削材としてSS400を用いた。

また切り込み $a_p = 0.5 \text{ mm}$ 、送り $f = 0.4 \text{ mm/rev}$ 、振動周波数 $f_v = 20 \text{ Hz}$ として振動バイトの振動波形は送り方向の往工程と復工程で3:1の三角波形を形成するものとして切削試験を行った。

【0024】

そして振動時のノーズ5bの初期位置を基準として変位位置までの移動軌跡を円弧運動量として変位位置での被削材に対する食い込み量(-)または逃げ量(+)を測定し、加工面の仕上げ面粗さを測定した。この結果は次に示す表1及び図6, 7の通りとなった。

【表1】

種類 (梁数と梁の傾斜角)	粗さ R m a x	円弧運動量
実施例 1 (8本、 $\alpha = 3^\circ$)	35	$-7 \mu\text{m}$
実施例 2 (8本、 $\alpha = 2^\circ$)	39	$+2 \mu\text{m}$
実施例 3 (6本、 $\alpha = 3^\circ$)	41	$+6 \mu\text{m}$
実施例 4 (6本、 $\alpha = 2^\circ$)	43	$+14 \mu\text{m}$
比較例 (6本、 $\alpha = 0^\circ$)	48	$+19 \mu\text{m}$

10

20

【0025】

またスローアウェイチップ5としてCVDコーテッド超合金(UC6010)とサーメット(NX2525)の2種類の材質のものを用いて、主軸回転数(rpm)と切削速度(m/min)を表2に示す値まで上昇させつつ切屑分断の切削試験を行った。

【表2】

種類 (梁部数と梁部の傾斜角)	チップ材質	主軸回転数 (rpm)	切削速度 (m/min)	切屑分断
実施例 1 (8本、 $\alpha = 3^\circ$)	UC6010	935	210	完全
	NX2525	935	210	完全
実施例 2 (8本、 $\alpha = 2^\circ$)	UC6010	920	200	完全
	NX2525	920	200	完全
実施例 3 (6本、 $\alpha = 3^\circ$)	UC6010	923	220	2連続多
	NX2525	923	220	完全
実施例 4 (6本、 $\alpha = 2^\circ$)	UC6010	940	220	3連続多
	NX2525	940	220	完全
比較例 (6本、 $\alpha = 0^\circ$)	UC6010	917	170	5連続多
	NX2525	917	170	3連続多

10

20

30

【0026】

尚、上の表2中、切屑分断の項で「完全」とは振動の1周期毎に切屑が分断された状態をいい、「2連続多」とは振動の2周期単位で分断された切屑が多かったことを意味し、「3連続多」とは振動の3周期単位で分断された切屑が多かったことを意味し、「5連続多」とは振動の5周期単位で分断された切屑が多かったことを意味する。

表1に示す試験結果から、複数の梁部の一部を他に対して傾斜させた各実施例の方がすべてを平行に配列した比較例よりも仕上げ面粗さが小さく、被削材に対する逃げ量や食い込み量などの変位量絶対値が小さく仕上げ面粗さが向上する。特に食い込みの方が面粗さが

40

【0027】

また図6及び図7は上述の実施例1乃至4及び比較例などの面粗さの測定結果を示すものであり、各図において縦軸は平均線Pを基準として $\pm 10 \mu\text{m}$ 単位で目盛りが付され、横軸は送りを示すものである。

各図に示す波形の下方に向けた略U字型波形qはチップ5のノーズ5bのノーズRが転写されたものであり、図6(a)、(b)に示す波形はそれぞれ実施例1、2の面粗さを示すものであり、図7(a)、(b)、(c)は実施例3、実施例4、比較例の面粗さ、図

50

6(c)は振動のない通常切削時の面粗さを示すものである。

図中、図6(a)、(b)に示す実施例1,2の下方底部の略U字型波形qは $-10\mu\text{m}$ 程度で安定しており、特に実施例1の方がより均一で安定した面粗さが得られる。これに対して図7(a)、(b)に示す実施例3,4は下方底部の略U字型波形qが $-10\mu\text{m} \sim -15\mu\text{m}$ 程度の範囲に亘って変動するため面粗さが若干低下することを認識でき、比較例に至っては $0\mu\text{m} \sim -20\mu\text{m}$ の大きな範囲となり一層面粗さが悪化する。

また表2に示す試験結果から、複数の梁部の一部を他に対して傾斜させた各実施例の方がすべてを平行に配列した比較例よりも切屑分断が頻繁に行われ、特に梁部が6本よりも8本のものの方が確実に1周期毎に分断できる。

尚、比較例であっても従来技術の振動バイトよりも面粗さを良好であり、これも本発明に含めることができる。

【0028】

尚、上述の第一及び第二の実施の形態では、振動バイト20,40の工具本体2の低剛性部24,41を構成する梁部26,43を八本、五本としたが、梁部26,43の本数は2本以上であれば適宜の本数を採用でき、低剛性部24,41の断面係数とその前後のシャンク部22や刃部21などの高剛性部より小さければよい。

また各梁部26,43はピストン29やピエゾアクチュエータ11などの加振装置で断続的に加振された際に発生する応力を低減して梁部の折断(疲労破壊による)を防止するために一本一本の梁部の断面積が小さい方が好ましい。

尚、上述の実施の形態では、低剛性部24,41として、一部の梁部26,43を工具本体23の長手方向と平行に配設し他の梁部26,43を傾斜させる構成を採用したが、これら一部の梁部26,43と他の梁部26,43は互いに同数である必要はなく、いずれかが他方より多くてもかまわない。

また工具本体23の長手方向に対して一部の梁部26,43をほぼ平行に配設したが、これに代えて一部の梁部26,43と他の梁部26,43を工具本体23の長手方向に対してそれぞれ反対側に微小角度 \pm づつ傾斜させてもよい。傾斜角度はそれぞれ相違していてもよい。

また工具本体23の長手方向に対して平行な梁部26,43と傾斜した梁部26,43の送り方向の配列は実施の形態のものに限定されることなく任意に設定できる。

【0029】

次に本発明の第三の実施の形態について図8により説明するが、上述の実施の形態と同一または同様の部分または部材には同一の符号を用いてその説明を省略する。図8は振動バイトの概略構成図である。

図8に示す振動バイト50は、図示しない工作機械のスライドに固定される第一の刃物台を被支持部52としてその先端に摺動部53を介して工具本体54が摺動可能に装着されて構成されている。被支持部52は例えばL字形を形成して工具本体54と連結される先端には被支持部52の本体より小径の軸部55が形成されている。

被加振部を構成する工具本体54は例えば頭部56と刃部57とで略T字形に形成され、頭部56の一端は軸部55と共に摺動部53を構成し他端は被押圧面56aとされている。被押圧面56aを押圧可能な位置に上述の油圧シリンダやアクチュエータ等の加振装置58が配設されて、被押圧面56aを断続的に押圧して工具本体54を加振するようになっている。刃部57の先端角部には切刃5aとノーズ部5bを備えたスローアウェイチップ5が装着されている。

【0030】

摺動部53において、頭部56の一端には被支持部52の軸部55を挿入させる孔部59が形成され、軸部55の外周面には弾性部材として例えばコイルスプリング60が圧縮可能に装着され、このコイルスプリング60の一端は軸部55の基部の肩部55aに固着され、他端は孔部59の底面59aに固着されている。そのため、加振装置58で断続的に押圧された工具本体54は軸部55にガイドされてスプリング60を圧縮する方向に若干変位し、その後の非押圧時にスプリング60の付勢力で元の位置に戻り、これを繰り返す

10

20

30

40

50

ことで刃部 57 の送り方向 D に振動する。

工具本体 54 が加振装置 58 で押圧されない初期位置に戻った状態で軸部 55 の先端と孔部 59 の底面 59 a との間に少なくとも振動の振幅に相当する隙間が形成されることになる。

【0031】

また工具本体 54 の頭部 56 の上方（刃部 57 と反対側）には図示しないスライドに固定される第二の刃物台 62 が固定され、第二の刃物台 62 の頭部 56 側の面 62 a には適宜形状、例えば頭部 56 を囲う略筒状の第一及び第二摺動受け部 63 a, 63 b が刃部 57 との接続部を挟んでその両側に形成されている。この摺動受け部 63 a, 63 b の内周面と棒状の頭部 56 との間には、例えばボール軸受けなどの軸受け 64, 64 が装着され、

10

頭部 56 の加振による摺動時のスライド抵抗を小さくしている。特に工具本体 54 の頭部 56 と第一及び第二摺動軸受け部 63 a, 63 b を刃部 57 の送り方向 D に配設すれば、加振装置 58 による工具本体 54 の振動は送り方向にのみ発生することになり、被支持部 52 に押圧力が伝達されずに応力が生じないから刃部 57 にたわみによる円弧運動が発生するのを防止できる。

【0032】

本実施の形態による振動バイト 50 は上述の構成を備えているから、加振による振動切削に際して加振装置 50 を作動させて工具本体 54 の頭部 56 を断続的に送り方向 D に押動すると頭部 56 は軸部 55 にガイドされつつスプリング 60 を圧縮させるように移動して押圧力が吸収され、加振が停止するとスプリング 60 の付勢力で頭部 56 は初期位置に戻される。この動作を繰り返すことで工具本体 54 は断続的に加振され、刃部 57 は送り方向 D にのみ振動して被削材 W を切削加工する。

20

この場合、被削材 W の例えば 1 回転毎の加振切削に際して、その回における刃部 57 のノーズ 5 b が戻った初期位置と前回の振動切削時の変位位置とが重なるように送りを制御すれば、刃部 57 が被削材 W から逃げなくても 1 周期毎に切屑を分断できる。

従って、この振動バイト 50 の振動によれば、工具本体 54 のたわみによる円弧運動を防止できて仕上げ面の面粗さを上述の他の実施の形態と比較しても著しく向上でき、しかも振動の 1 周期毎に初期位置に戻されたノーズ 5 b は非切削状態となるために切屑は分断され、切屑排出性が確実に向上する。また振動バイト 50 の装置全体を従来のものよりも小型化できる。

30

【0033】

尚、振動バイト 20, 40, 50 はスローアウェイ式に代えてソリッドタイプでもよいし、ろう付けタイプ等でもよい。

また加振装置としてピストン 29 やピエゾアクチュエータ 11 などに代えて電磁ソレノイドなどの電磁アクチュエータを採用しても良い。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による振動バイトは、低剛性部に、加振時に発生する工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを低減するたわみ低減部を備えたので、加振切削の際に工具本体にたわみを生じて刃部が円弧運動を起こすことになっても、工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを低減することで刃部の円弧運動を抑制することができ、面粗さを向上できる。

40

【0035】

また低剛性部は複数の梁部からなり、たわみ低減部は複数の梁部のうちの一部の梁部に相対的に傾斜する他の梁部であるから、加振による振動切削の際、一部の梁部と他の梁部に互いに反対方向の変位が働いて相殺されることで低剛性部が変位した時に被削材の加工面からの切刃の逃げ量を低減できて、刃部の運動は平行移動に近くなりたわみを抑制できるから加工面粗さが向上する。

【0037】

また本発明による振動バイトの切削方法は、前記本発明による振動バイトにより、前記

50

工具本体を加振しつつ刃部で切削する際に、加振によって発生する工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを、前記たわみ低減部の一部の梁部と他の梁部に加振方向に略直交する方向に互いに反対方向の前記変位を生じさせることにより相殺して低減させることで刃部の円弧運動を低減させるようにしたから、加振による切削の際に工具本体の被支持部を中心にたわみを生じて刃部が円弧運動を起こすことになるが、その際、たわみ低減部で工具本体の加振方向に略直交する方向のたわみを低減することで刃部の円弧運動を抑制することができ加工精度が向上する。

【 0 0 3 8 】

加振停止時に工具本体を刃部の送り方向に押圧することで切削による刃部の振動を低減させるようにしたから、振動バイトを用いて面取り加工や斜め削り加工などの切削加工を加振させないで行う場合、所定の荷重を送り方向の反対側から工具本体に連続して印加した状態で切削すれば、切削抵抗の送り分力が背圧として工具本体にかかってもこの背圧を所定の荷重で受け止めて支持できるために振動バイトの工具本体がビビリを生じることはなく加工面粗度の良好な切削加工ができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第一の実施の形態による振動バイトの概略構成図である。

【 図 2 】 図 1 に示す振動バイトの要部構成図である。

【 図 3 】 (a) は図 1 に示す振動バイトで振動切削した際のチップのノーズの円弧運動軌跡を示す図、(b) は被削材の加工面の面粗さを示す断面図である。

【 図 4 】 切刃の刃部による振動周期の変位位置で切削した被削材の加工面と初期位置に戻ったチップのノーズを示す要部説明図である。

【 図 5 】 本発明の第二の実施の形態による振動バイトの概略構成図である。

【 図 6 】 切削試験による被削材の加工面の表面粗さを示す図であって、(a) は実施例 1 の場合、(b) は実施例 2 の場合、(c) は加振させない通常切削の場合を示す図である。

【 図 7 】 切削試験による被削材の加工面の表面粗さを示す図であって、(a) は実施例 3 の場合、(b) は実施例 4 の場合、(c) は比較例の場合を示す図である。

【 図 8 】 本発明の第三の実施の形態による振動バイトの概略構成図である。

【 符号の説明 】

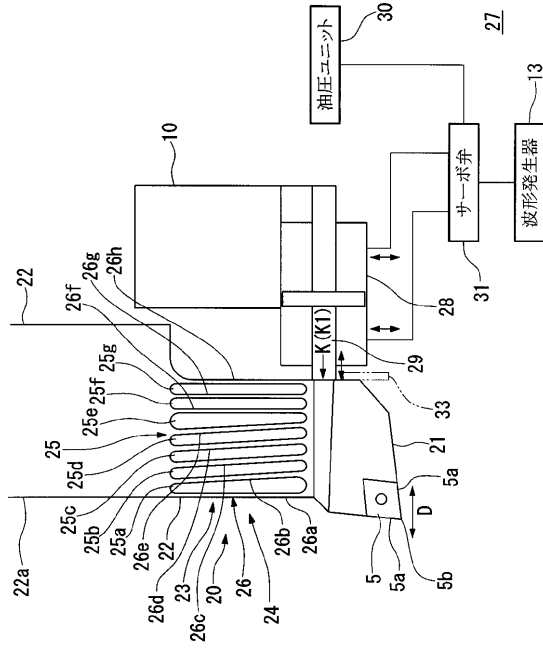
5 a 切刃
 2 0 , 4 0 , 5 0 振動バイト
 2 1 , 5 7 刃部
 2 2 a , 5 2 被支持部
 2 3 , 5 4 工具本体
 2 4 , 4 1 低剛性部
 2 6 , 4 3 梁部
 5 3 摺動部

10

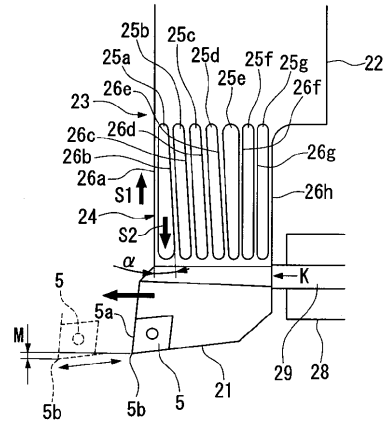
20

30

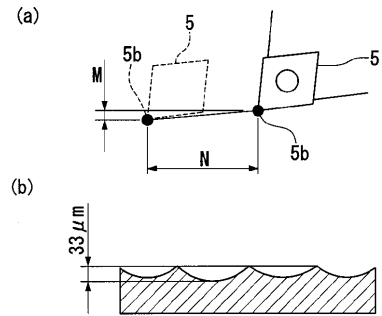
【 図 1 】



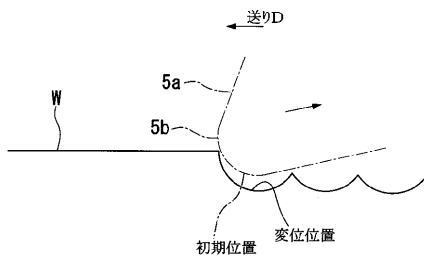
【 図 2 】



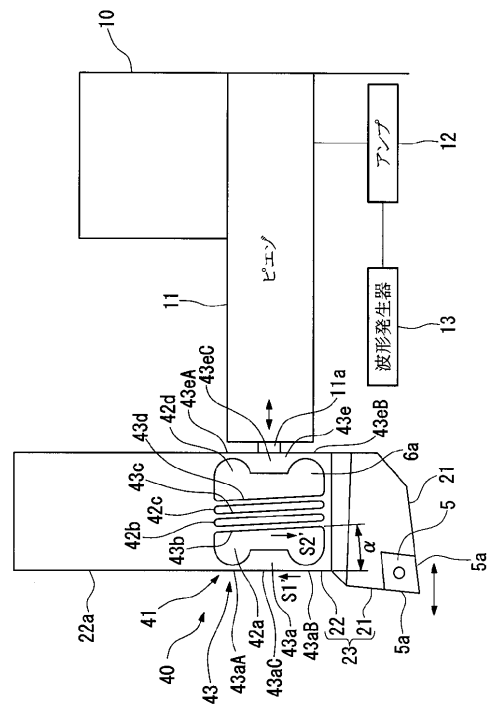
【 図 3 】



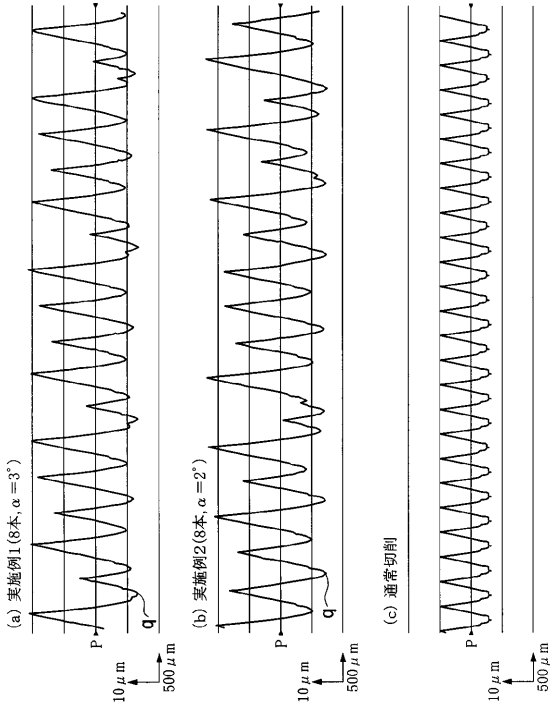
【 図 4 】



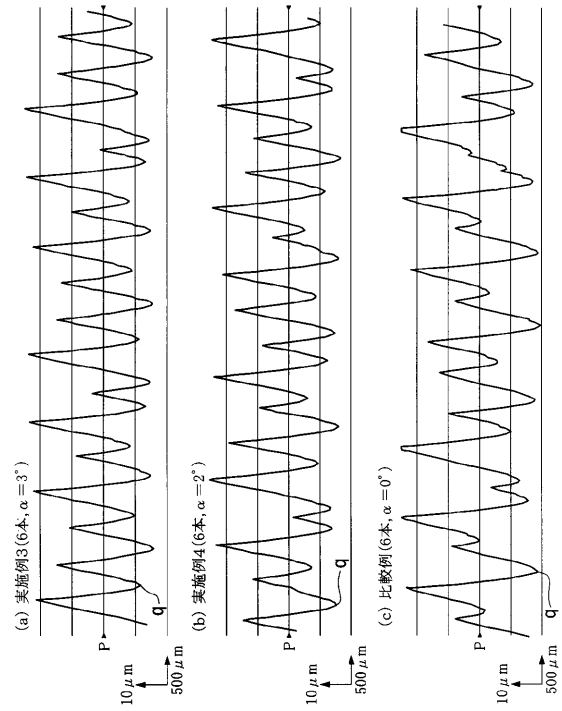
【 図 5 】



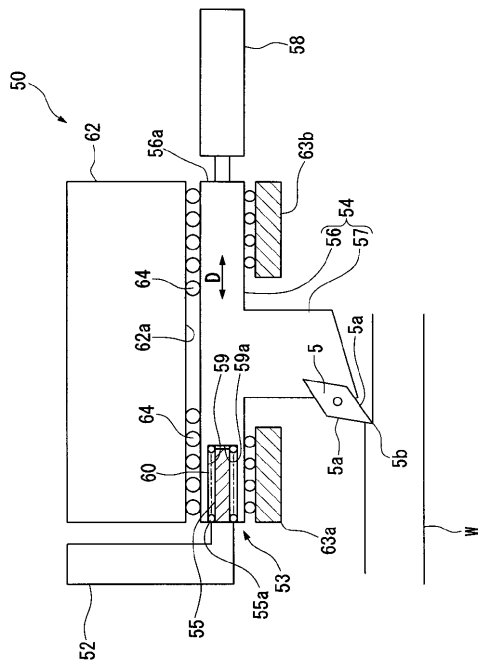
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
- (74)代理人 100106493
弁理士 松富 豊
- (74)代理人 100107836
弁理士 西 和哉
- (74)代理人 100108453
弁理士 村山 靖彦
- (72)発明者 阿部 太郎
茨城県結城郡石下町大字古間木 1 5 1 1 番地 三菱マテリアル株式会社 筑波製作所内
- (72)発明者 山崎 和哉
茨城県結城郡石下町大字古間木 1 5 1 1 番地 三菱マテリアル株式会社 筑波製作所内
- (72)発明者 渋谷 健
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 奥川 道隆
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中村 真徳
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 三谷 祐史
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 吉村 博仁
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 横溝 顕範

(56)参考文献 特開平 0 1 - 1 6 4 5 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

B23B 1/00

B23B 27/00

B23B 29/12