

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4620249号
(P4620249)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 3 B 39/00 (2006.01)

B 2 3 B 39/00

B

B 2 3 C 3/00 (2006.01)

B 2 3 C 3/00

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-551910 (P2000-551910)
 (86) (22) 出願日 平成11年6月3日(1999.6.3)
 (65) 公表番号 特表2002-516761 (P2002-516761A)
 (43) 公表日 平成14年6月11日(2002.6.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/SE1999/000955
 (87) 国際公開番号 W01999/062661
 (87) 国際公開日 平成11年12月9日(1999.12.9)
 審査請求日 平成18年3月8日(2006.3.8)
 (31) 優先権主張番号 09/092,467
 (32) 優先日 平成10年6月5日(1998.6.5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 500468685
 ノバートル アクティエボラード
 スウェーデン国, エスー163 55 ス
 ペンガ, ストルムバイペーゲン 6
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100133008
 弁理士 谷光 正晴
 (74) 代理人 100110489
 弁理士 篠崎 正海

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合材料の製作物における穴あけ加工用主軸ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

製作物に穴あけ機械加工するために、第一巾と工具軸(26)とを有する切削用工具(24)を使用する装置であって、該穴が該切削用工具の第一巾より大きい第二巾を有する装置において、該穴あけ機械加工装置が、

前記切削用工具(24)を支持する工具ホルダー(22)を有するスピンドルモーター(12)であり、該穴を機械加工している間、該切削用工具(24)をその工具軸の周囲で回転させるスピンドルモーター(12)を含んだ第一アクチュエーターと；

該切削用工具(24)を該工具軸(26)にほぼ平行な軸送り方向に移動するべく形造られていて、該第一アクチュエーター(12)と同時に運転可能である第二アクチュエーター(16)と；

該穴あけ加工するために、該切削用工具を該切削用工具の該工具軸にほぼ平行な主軸(54)の周囲で偏心回転するべく形造られていて、該第一アクチュエーター(12)および該第二アクチュエーター(16)と同時に運転可能である第三アクチュエーター(18)と、

該切削用工具の該工具軸(26)における、該主軸(54)からの半径方向距離を調節するべく形造られた半径方向オフセット機構(14)と；

を具備する穴あけ機械加工装置において、

前記半径方向オフセット機構(14)は、工具ホルダー(22)と結合された摺動ブロック(40)に、主軸(54)と同軸の軸方向変位可能軸(52)により、駆動のため接

10

20

続された第四アクチュエーター(8 6)を含んでおり、その結果、前記軸送り方向への前記軸方向変位可能軸(5 2)の移動が、前記摺動ブロック(4 0)のすなわち工具ホルダー(2 2)の半径方向移動をもたらし、

該摺動ブロック(4 0)が、傾斜内面(6 0)を含んでいて、回転自在な前記軸方向変位可能軸(5 2)が、円錐状縁(5 6)を有していて、該円錐状縁は該摺動ブロック(4 0)の該傾斜内面と境界面となっていて、前記軸方向変位可能軸(5 2)の該軸送り方向の移動が連動した該摺動ブロックの半径方向の移動をもたらし、

該円錐状縁(5 6)が、外径を有する先端部(5 7)を含んでいて、該摺動ブロック(4 0)の該傾斜内面(6 0)は内径を有するオリフィス(6 1)を形成しており、該オリフィス(6 1)の該内径が、該先端部(5 7)の該外径にほぼ等しいところの、穴あけ機械加工装置。

10

【請求項 2】

該摺動ブロック(4 0)が、オフセットばね(6 6)により、該主軸(5 4)に対して半径方向に付勢されるところの、請求項 1 に記載の穴あけ機械加工装置。

【請求項 3】

前記半径方向オフセット機構(1 4)が、前記軸方向変位可能軸(5 2)に係合するワッシャー型ばねを含んでいて、該ワッシャー型ばねは、前記軸方向変位可能軸(5 2)の該先端部が該オリフィスにおける所定の距離内にあれば、該摺動ブロックの該オリフィスへ向かう前記軸方向変位可能軸(5 2)の軸方向移動に抗するべく形造られているところの、請求項 1 又は 2 に記載の穴あけ機械加工装置。

20

【請求項 4】

該半径方向オフセット機構(1 4)が、半径方向オフセットベルト(8 4)を駆動する半径方向オフセットモーター(8 6)を含んでいて、

該半径方向オフセットベルト(8 4)が、内面にねじ切りされたディスク型スクリュー(8 0)を、前記軸方向変位可能軸(5 2)に接続されているねじ切りされたスリーブ(7 8)の周囲に回転することにより該ねじ切りされたスリーブを該軸送り方向に移動して、前記工具ホルダー(2 2)の半径方向移動をもたらすところの、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の穴あけ機械加工装置。

【請求項 5】

該スピンドルモーター(1 2)が該切削工具(2 4)を移動するべく形造られた本体(2 0)を含んでいて、該第三アクチュエーター(1 8)は偏心回転ベルト(1 0 8)を駆動する偏心回転モーター(1 0 6)を含んでおり、該偏心ベルト(1 0 8)が該スピンドルモーター(1 2)の該本体(2 0)に係合されていて、該偏心回転ベルト(1 0 8)の回転は連動する該主軸(5 4)の周囲における該スピンドルモーター(1 2)の偏心回転をもたらすところの、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の穴あけ機械加工装置。

30

【請求項 6】

該スピンドルモーター(1 2)が、外面にねじ切りされた軸方向駆動シャフト(9 2)により移動される、内面にねじ切りされたボールベアリングスクリュー(9 4)と係合されていて、該第二アクチュエーター(1 6)は、該軸方向駆動シャフト(9 2)を該ボールベアリングスクリュー(9 4)に対して回転するべく形造られた軸送りモーター(8 8)を含んでいて、それにより該ボールベアリングスクリュー(9 4)および該スピンドルモーター(1 2)を該軸送り方向に移動するところの、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の穴あけ機械加工装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の背景

1. 発明の技術分野

本発明は、繊維強化複合材料とか、金属とか、それらの組合せとかの、平らなまたは曲ったシートを含む製作物に、穴または凹部を加工するための方法および主軸ユニットに関する。

50

【 0 0 0 2 】

2. 関連技術の説明

宇宙空間および他の用途における構造物は、しばしば、アルミニウム、チタニウム、ステンレス鋼、および繊維強化複合材料のような異なる材料の薄い曲ったシェルで作られている。構造物への用途において、異なる構成要素がしばしばボルト継手を使用して係合される。宇宙空間構造物用のボルト穴は一般的に 4 - 20 mm の直径で、構造物の完全さを確保するために高品質を要求される。

【 0 0 0 3 】

穴への要求事項は寸法と損傷に関するものである。寸法への要求事項は、例えば、円筒状穴の直径と、穴の円筒部分の高さと、きくぎり (c o u n t e r s i n k) の直径および角度と、粗さと、表面の公称方向のアラインメントとを含んでいる。損傷に関する要求事項は、数ある中でも、許容ばり (b u r r) 高さと、面仕上げと、繊維強化複合材料における許容層剥離 (d e l a m i n a t i o n) とを含んでいる。

10

【 0 0 0 4 】

問題はとくに、繊維強化材料の穴あけの際におきる。ポリマー (p o l y m e r) 複合材料は 1950 年代から一般に公知である。これらの材料は被覆し、接合したポリマーからなり、熱可塑性プラスチックまたは熱硬化性プラスチックのどちらかで、通常は繊維〔ガラス、または炭素、またはアミドファイバー (a m i d e f i b e r) 〕とともにマトリックスとして引合に出され、それらは補強材料と見なされてもよい。繊維は、連続していて特定の方向を向いているか、比較的短かくてマトリックス (m a t r i x) の中で不揃いに配列されていてもよい。

20

連続していて一定の方向を向いている繊維を有する複合材料は、とくに重量に対する強化および剛性に関して、従来のポリマー材料および金属材料に勝る機械的性質を有する製品となる。短い繊維を有する複合材料は、むしろ性能を要求されないところに用途を見出している。複合材料の広い範囲への使用をさまたげている一つの因子は、切削機械加工の有効な方法がないからである。複合材料の物理的、化学的性質は、公知の機械加工方法を一般的に使用しても成功しないことを意味している。

【 0 0 0 5 】

複合材料からなる製品は、種々の目的のためにしばしば穴を含んでいる。これらの穴は、例えばサービライン (s e r v i c e l i n e) の布設、または組立、または検査を可能にするために必要とされるかも知れない。ボルト穴が穴の重要な部類となる。従来の用途における構造物は、最終製品とするために、しばしば一体に結合される構成要素から組立てられる。結合の目的は、荷重を一方の構造要素からもう一方に伝達するためのものである。結合の一つの共通な形式はボルト継手で、荷重はボルト内における剪断荷重または引張荷重により伝達される。ボルト継手の強度は穴の品質と精度により著しい影響を受ける。説明は、ポリマーベースの繊維強化複合材料に穴あけ加工する際の、特に三つの問題分野について行なう。

30

【 0 0 0 6 】

1. 薄層間の低強度。薄層複合材料を機械加工する際、層が薄層間の低強度のために分離 (層間はく離) の危険がある。広範囲にわたる層間はく離損傷は薄層の強度にとって致命的となる。

40

2. 熱可塑性プラスチックの低耐熱性および低耐冷却性。機械加工の間に発生する熱はマトリックスを柔軟にし、工具をブロックして、機械加工の継続を不可能にする。穴の良い品質を実現するために、工具 / 穴の縁部を効果的に冷却する必要があり、切削により除去された材料 (チップ、裂片、研削くず) は連続的に穴から取り除かれねばならない。

3. 繊維における高耐摩耗性。繊維複合材料の切削機械加工は、繊維材料の良好な耐摩耗特性のために、工具に苛酷な摩耗が生ずる。このことは、穴を高精度で加工する際、摩耗による高コストがかかる。

【 0 0 0 7 】

薄層複合材料に穴あけ加工するために使用される方法は、伝統的なドリル加工、穴ぐり加

50

工、フライス加工、のこぎり加工、研削加工である。現在それらが適用されると、これらの穴あけ加工方法に付随する問題は以下の通りであって、それらの加工方法は技術的／経済的観点からの種々の理由により、十分に効果的ではない。

【 0 0 0 8 】

摩耗による高コストは、高精度が要求される切削加工に附随する一般的な問題である。ドリル加工または穴ぐり加工の際、工具の入口側と出口側の両側において、層間はく離損傷を回避することを確実にするために、多くの注意を払わねばならない。特殊工具が、要求される穴の品質を実現するために必要とされ、特別な加工方法が開発されねばならない。薄層の工具の出口側における広範囲の層間はく離を回避するために、部分的な横方向の圧力が穴の縁部の周囲に加えられねばならない。もう一つの今までに開示された工具の出口側を損傷から防止する方法は、薄層に追加の保護層を備えることである。

10

【 0 0 0 9 】

のこぎり加工は、高精度の要求がある穴あけ加工として明らかに不適切な方法である。研削による穴あけ加工の際に、円筒形状の環状ボデーが使用され、機械加工用端部は耐摩耗表面層が塗付されている。穴は、まず研削用ボデーを回転すると同時に、材料の表面を直交して研削することにより加工される。

【 0 0 1 0 】

この観点から以下のことが指摘されていて、穴あけ機械加工方法において、回転軸の周囲を回転的に駆動されるボデーは、また軌道運動をする（すなわち、回転軸は側面が穴の縁部に対して移動することができるよう配置されている）ことはよく知られている。スエーデン特許第 1 7 3 8 9 9 号（S E 1 7 3 8 9 9）は、主軸の周囲を偏心的に回転する工具搬送器を有していて、工具搬送器と主軸との距離がガイド装置により決定されており、そのガイド装置は工具搬送器と共に主軸の周囲を回転する。搬送器と共に回転するガイド装置は、主軸に垂直に配置されていて、工具ホルダーに対してその周囲を回転可能なカムとなっており、工具ホルダーは直接カムのガイディング輪郭に嵌合している。本発明における利点は、とりわけ、ガイド装置として自由遊びがなく省スペースなことである。しかしながら、工具ホルダーの回転軸と偏心回転軸との間のオフセットは、カムギアのサイズにより固定され決定される。このようにオフセットは、ヘッド内部のカムギアを取り替えることなしには、容易に調節することができない。スエーデン特許第 3 8 2 5 0 6 号（S E 3 8 2 5 0 6）は、静止した製作物に穴あけ加工するための、回転可能に駆動し直結された切削工具を開示していて、製作物の穴は円錐状の食付きチャンファを備えていてもよい。

20

30

【 0 0 1 1 】

米国特許第 5 6 4 1 2 5 2 号（Eriksson他）において、技術的に非常に進歩した段階となる、繊維強化複合材料における穴の機械加工方法が開示されている。穴の中心軸が、製作物の表面の前もって決定された点を貫通していて、その点の直ぐ近傍における繊維の長手方向に対してある方向に向けられている。材料は、工具を自分自身の軸の周囲だけではなく、中心軸の周囲に偏心的にも、軸方向の運動および回転をさせることにより、軸方向と半径方向の両方に同時に機械加工される。この方法は、複合材料に層間はく離を生ずることなく穴を機械加工することを可能にしている。

40

【 0 0 1 2 】

宇宙空間用および関連する構造物は、一般に異なる材料を一体に積み上げて作られる。特別な問題が、異なる材料（積層材料）の数層を含む構造物に同時にドリル加工する際発生する。そのような問題は、穴に近い層間におけるバリと、層〔液体シム（liquid shim）〕間の接合材料の損傷とを含んでいる。従来技術を使用した穴あけ加工は、工具をすぐ摩耗させる熱を発生する。この問題は、とくにチタニウムに穴あけ加工する際著しいものである。

【 0 0 1 3 】

在来ロボットアーム付きスピンドルを取り付け、切削用工具に動きを指令するロボットの制御装置を使用することは公知である。問題は、穴あけ結果の精度および品質が、ロボ

50

ットの機構と、ロボットに附帯している制御装置とにより制限されることであって、その制御装置は重量の重いロボットアームを移動し位置決めするべく設計されている。このように、ロボットの機構と制御装置とにおける、精度および性能は、例えば必要とされる動きで、高速度下において高精度のファスナー用穴を機械加工するには十分でない。

【 0 0 1 4 】

本発明の概要

本発明は、今までに開示された方法に関連する欠点と制限を排除し、強度低減の損傷およびばりのない合理的でかつ費用効果のある穴の加工を可能とし、そうすることにより、品質の良い穴を保証している。本発明は、第一回転軸を持つ切削用工具を有する、製作物への穴あけ加工用主軸ユニットを提供するものであって、その切削用工具がまた、機械式駆動要素を使用して調節可能な、第二偏心回転軸の周囲を移動可能である。主軸ユニットは、エンドエフェクタ (e n d e f f e c t o r) を位置決めし方位決めするのに使用される、ロボットアームに取り付けられてもよくて、精密な機械加工は主軸ユニットにより制御される。

10

【 0 0 1 5 】

本発明における一つの形態において、製作物の穴あけ機械加工装置が、主軸の周囲を回転可能なスピンドルモーターを含んでいる。スピンドルモーターは、主軸にほぼ平行な工具軸を有する工具ホルダーを含んでいる。工具ホルダーは工具軸の周囲を回転可能である。軸方向アクチュエーターは、スピンドルモーターを主軸と工具軸との各々にほぼ平行な軸送り方向に移動するべく、形造られている。半径方向アクチュエーターは、主軸と工具軸との間の半径方向距離を調節するべく、形造られている。

20

【 0 0 1 6 】

偏心回転運動は、厳密な回転運動すなわち、中心軸と工具の回転軸との間における、一定または連続的に変化する距離により達成される。

【 0 0 1 7 】

本装置は一般に公知の機械に比較して多くの利点を有している：

- 1．装置は、切削用工具の回転軸と、偏心回転軸との間の半径方向オフセットを、どのような部品をも交換することなく容易に調節することを可能にしている。
- 2．装置は、ロボットアームの制御装置を使用することにより達成できるよりも、高精度で高品質の穴あけ生産を可能としている。
- 3．方法は、公差の厳しい穴あけ生産を可能にしている。穴あけの寸法精度は、中心軸に対する工具の位置決め精度によりほぼ決定される。工具の幾何学的形状への要求事項は特に厳しいものではなく、その一方で、すべての個々の工具が使用前に簡単に較正されているからである。

30

【 0 0 1 8 】

添付図面とともに本発明における実施の形態の以下の説明を参照することにより、前述したそして他の、本発明における形態および利点と、それらを実現する方法とがより明確になり、さらに本発明がより理解される。

なお、図面をとうして、同一符号は同一部品を示めしている。ここでの説明は、一例として本発明における好適な実施の形態で例示しているが、本説明が本発明におけるどのような範囲をも制限するものではない。

40

【 0 0 1 9 】

発明の詳細な説明

図 1 において、主軸ユニット 1 0 がスピンドルモーター 1 2 と、半径方向オフセット機構 1 4 と軸送り機構 1 6 と、偏心回転機構 1 8 とを含んでいる。

【 0 0 2 0 】

スピンドルモーター 1 2 は、本体 2 0 と、回転中における切削用工具 2 4 を咬合するために形造られた回転工具ホルダー 2 2 とを、含んでいる。工具軸 2 6 を規定する切削用工具 2 4 が、製作物における穴 (図示されていない) あけ用に設計されてもよくて、穴の直径は切削用工具 2 4 の直径より大きい。穴は、例えば米国特許第 5 , 6 4 1 , 2 5 2 号 (E

50

ricksson他)に開示された方法を使用して機械加工されてもよい。スピンドルモーター12がまた導管28を含んでいてもよくて、その導管を介してスピンドルモーター12は、電気動力、または空気動力、または油圧動力を供給されてもよい。

【0021】

スピンドルモーター12の頂部が、止めピン32(図2)を有する環状アタッチメント30に固定的に取り付けられていて、その止めピンはアタッチメントの背面から半径方向に伸長している。止めピン32は、主軸ユニット10のブラケット36における溝穴34の中に摺動可能に嵌合されている。止めピン32は、どちらの方向、特に工具軸26に直交する方向において、溝穴34内での動きにおける自由度に制限がある。溝穴34内で摺動するけれども、止めピン32の長手方向軸38が背面方向に伸長していて、それによりスピンドルモーター本体20の一定の方向を保持し、本体20は常に一定の方向を向いている。このスピンドルモーター本体20の一定方向の保持は、スピンドルモーター12に動力を供給することを容易にしている。

10

【0022】

図3における拡大図に示めされている半径方向オフセット機構14は、内部にテーパ付きの摺動ブロック40を含んでいて、中空チューブ42が環状アタッチメント30の中で伸長している。二つの環状軸受44が中継ぎチューブ42とアタッチメント30との間に安定的に配設されていて、チューブ42の端部縁におけるロッキング装置46が軸受44を正しい位置に保持している。軸受44は、チューブ42が回転することを可能にしている、環状アタッチメント30の回転方向はほぼ一定に保たれる。軸48は、主軸54を規定する半径方向オフセットニードル(radial offset needle)52の入った中空内部50を有している。半径方向オフセットニードル52が、チューブ42のテーパ状内部58で伸長している、先端部57をもつ円錐状縁56を有している。縁56が、テーパ状内部58の傾斜面60の角度と一致していて、円錐状縁56の長さ全体は面60に接触してもよい。摺動ブロック40の傾斜内面60が、先端部57の外径にほぼ等しい内径を有する、オリフィス61を形成している。

20

【0023】

軸48が環状リム(rim)64をもつ半径方向に伸長している部分62を有している。ばね66が、対向する摺動ブロック40の穴68と、リム64の穴70とのそれぞれに配設されている。ばね66が、摺動ブロック40を半径方向ニードル52に対し付勢している。より詳しくはばね66が、摺動ブロック40のテーパ状内部58を、ニードル52の円錐状縁56に対して付勢している。

30

【0024】

半径方向オフセットニードル52が、図2および5に明らかなように、両方向矢印76により示めされる軸送り方向に移動可能である。外面にねじ切りされたスリーブ78が、オフセットニードル52を取り囲んでいて、オフセットニードル52と同心であって、ニードル52は、スリーブ78内部で自由に回転していて、それは軸受け79により可能となっている。環状のディスク型スクリュウ80が、内面にねじ切りされている中心穴82を有していて、その中心穴はスリーブ78の外面ねじを受入れ螺合している。ディスク型スクリュウ80が、半径方向オフセットモーター86により駆動される、半径方向オフセットベルト84で駆動されている。

40

【0025】

スリーブ78の上部部分がブッシュ87に嵌合されている。スリーブ78はブッシュ87内部に配設されたウェッジ91により所定の角度方向に固定されている。ワッシャー型ばね89は、両方向矢印76で示めされる軸送り方向に圧縮可能であって、ブッシュの真上において、ニードル52を取り囲んで配設され、かつニードル52に結合されている。ばね89は、ばねがスリーブ78に押しつけられるのを可能にし、さらにばね89がスリーブ78の中へ入るのを防ぐために、スリーブ78の内径より大きい外径を有している。ブッシュ87の内部にはスリーブ78があって、スリーブ78の内部にはニードル52がある。ワッシャー型ばね89は、ニードル52の先端部57がオリフィス61における所定

50

の距離内にあれば、摺動ブロック 40 のオリフィス 61 へ向かうニードルの軸方向移動に抗するべく形造られている。所定の距離は、ばね 89 が圧縮されてもよい軸方向距離にほぼ等しい。

【0026】

軸送り機構 16 が、固定取付け板 90 に固定的に取り付けられた、静止した軸送りモーター 88 を含んでいる。モーター 88 がねじ切りされたアウトプット・シャフト 92 を回転させていて、アウトプット・シャフトは内面にねじ切りされたボールベアリングスクリュー 94 に係合され、連結され、そしてボールベアリングスクリューを動かす。ボールベアリングスクリュー 94 が、ブラケット 36 のアーム 96 に固定的に取り付けられていて、ブラケットアーム 96 は、軸 48 を取り囲んでいる環状ケーシング 100 にねじ 98 により、締めつけられている。軸受け 102 がケーシング 100 と軸 48 とを相互に連結していて、軸 48 がケーシング 100 に対して回転しないようにしている。一对の摺動ボックス 104 (図 4) が取付け板 90 とブラケット 36 とを相互に連結していて、それらの間での相対的な摺動移動を可能にしている。

10

【0027】

偏心回転機構 18 が、軸 48 に係合する偏心回転ベルト 108 を駆動する、偏心回転モーター 106 を含んでいる。ベルト 108 が、軸 48 を主軸 54 の周囲で回転し、それにより、半径方向オフセット機構により作り出される主軸 54 からの工具軸 26 のオフセットがあるため、切削用工具 24 を主軸 54 の周囲で連動して偏心回転させる。

【0028】

20

運転にあたって、スピンドルモーター 12 が導管 28 を介して動力を受け取り、工具ホルダー 22 を回転し、切削用工具 24 を連動して回転する。軸送り機構 16 の軸送りモーター 88 がアウトプット・シャフト 92 を回転し、ボールベアリングスクリュー 94 を上下移動し、その上下移動はアウトプット・シャフト 92 の回転方向に依存している。ボールベアリングスクリュー 94 が、ブラケットアーム 96 およびブラケット台 36 を介して、スピンドルモーター 12 と、半径方向オフセット機構 14 と、偏心回転機構 18 とに、それぞれ結合されているモーター 86 および 106 に沿って、固定的に結合されている。このように、ボールベアリング 94 の軸方向の移動は、連動した軸方向の移動を、軸送り機構 16 を除いて、主軸ユニット 10 のほぼすべてにおいて引き起こしている。軸方向に対し静止している軸送り機構 16 の部品は、軸送りモーター 88 と、アウトプット・シャフト 92 と、取付け板 90 とを含んでいる。軸送り機構 18 の前述した運転により、回転している切削用工具 24 が、製作物に穴を機械加工するために、製作物 (図示されていない) に前進されてもよい。

30

【0029】

図 5 に示めされるように、半径方向オフセット機構 14 は、切削用工具 24 により規定される工具軸 26 と、軸 48 および半径方向オフセットニードル 52 により規定される主軸 48 との間に半径方向オフセットを引き起こすために、運転されてもよい。半径方向オフセットモーター 86 が半径方向オフセットベルト 84 を駆動し、引き続いて、ディスク型スクリュー 80 を回転する。スクリュー 80 の中心穴 82 の中に螺合的に受入れられたスリーブ 78 が、スクリュー 80 の回転方向に従い、スクリュー 80 に対し軸方向に上下移動する。スリーブ 78 が半径方向オフセットニードル 52 に嵌合されていて、ニードル 52 はスリーブ 78 のどのような軸方向移動にも追従する。しかしながら、ニードル 52 はスリーブ 78 の中で回転可能である。スクリュー 80 が回転すると、スリーブ 78 は軸方向に移動する。続いて、スリーブ 78 がこの移動をニードル 52 に転じる。ニードル 52 は、このようにして偏心回転に沿った回転に対しては自由である。装置は、また機械加工中におけるオフセットの変更も可能で、円錐状の穴または複雑な形状の軸対称穴を機械加工するのに役に立つ。

40

【0030】

摺動ブロック 40 は、半径方向オフセットニードル 52 の軸方向移動に対応して半径方向に移動する。ばね 66 が、摺動ブロック 40 のテーパ状内部 58 の面 60 をニードル 5

50

2の円錐状縁56に対して付勢している。図5に示めされるように、円錐状縁56と面60との一致した角度のために、お互いが物理的な境界面となり、ニードル52のスピンドルモーター12から遠ざかる移動は、摺動ブロック40の取付け板90に向けて摺動移動となる。摺動ブロック40は、軸48の回転に追従可能であると同時に、軸48に対し摺動する。摺動ブロック40は、摺動すると、環状アタッチメント30およびスピンドルモーター本体を摺動ブロックに沿って押す。このように、切削用工具24の工具軸26は、主軸54から引き離なされるか、またはオフセットされる。

【0031】

半径方向オフセットニードル52が図2に示めされる位置に向かって進むと、工具軸26と主軸54とが一致し、円錐状縁56が360度全周にわたってテーパ状内部58の面60と物理的な境界面となる。もし、円錐状縁56がこの位置にすばやく前進するなら、縁56がテーパ状内部58に押し込まれ動かなくなり、“クランピング (clamping)” と見なされる。縁56の先端部57がオリフィス61に近づくと、軸方向の力は、もし装置に弾力性がないと、わずかな軸方向変位に対し劇的に増大する。そのような弾力性はワッシャー型ばね89によりもたらされる。先端部57がオリフィス61に近づくと、ワッシャー型ばね89はブッシュ87の頂部に接触し、かつ圧縮し始める。ばね89は収縮し始めると、ニードル52と先端部57とのオリフィス61に向けてのさらなる前進に対抗する。このようにしてクランピングの危険はほぼなくなる。

【0032】

偏心回転機構18の運転は、切削用工具24の主軸54を囲む円を描く、振動および旋回を引き起こし、同時に工具24は自分自身の軸26の周囲を回転する。円振動の半径は、工具軸26と主軸54との間の半径方向オフセットにほぼ等しい。摺動ブロック40が軸48にそって摺動すると、ばね66はまた回転する。ばね66の回転位置が変化すると、摺動ブロック40のオフセット方向と、切削用工具24の主軸54からのオフセットが連動して変化を受ける。切削用工具24は、主軸54からオフセットすると、ばね66が主軸54の周囲を回転するごとに、主軸54の周囲を完全に一回転する。

【0033】

止めピン32が、アタッチメント30とスピンドルモーター本体20とを固定していて、スピンドルモーター本体20は常に同一で所定の方法に面していて、工具軸26の周りで回転できない。しかしながら軸受44は、アタッチメント30が回転できなくても、摺動ブロック40が工具軸26の周囲を自由に回転することを可能にしている。摺動ブロック40における、半径方向オフセットおよび回転は、アタッチメント30が主軸54を囲む円形通路における振動を引き起こす。止めピン32が、軸26および54に直交するどのような方向においても、溝穴34の中で必要に応じ摺動し、アタッチメント30の振動に対し追従する。止めピン32が、常に溝穴34の中で同一の方向を指していて、すなわち、常に図示されるような同一の方向を指していて、スピンドルモーター本体20の方向を固定している。

【0034】

主軸ユニット10を使用して、切削用工具24が同時に、軸方向に送られ、自分自身の軸26の周囲を回転し、さらに切削用工具24の直径より大きな直径を有する穴あけ加工のために、主軸54の周囲を偏心的に振動してもよい。付け加えて、機械加工工程中に切削用工具24の半径方向オフセットを調節するための半径方向オフセット機構14を使用することにより、円錐状の穴、または軸対称の複雑な形状をした他の型式の穴を加工することが可能となる。

【0035】

ニードル縁面56と摺動ブロック40のテーパ状内部58との境界接触面は円錐形状を示めしている。しかしながら、境界接触面が円錐状以外の形状であってもよいことは理解される。ニードル縁面と摺動ブロックの内部面との、一つまたは両方が、わん曲形状、すなわち軸方向位置における函数としての、直線状ではない形状か、または放物線状の形状を有することも可能である。そのような直線状ではないニードル縁面、または直線状では

10

20

30

40

50

ない内部面において、ニードル縁面は以下の特別な場合をのぞいて、ニードル縁面の軸方向長さ全体にわたっては、摺動ブロックの内部面と接触していない。以下の特別な場合とは、ニードル縁面と摺動ブロックの内部とが、同一または相補的な形状をしていて、さらにニードルが摺動ブロックの中に完全にそう入されている場合のことである。むしろニードルは、ニードル縁の軸方向長さに沿ったどこか一点で、摺動ブロックの内部面と接触していて、その一点はニードルの先端部からの位置函数である。わん曲した摺動ブロックの内部が、わん曲したニードル縁より十分に大きいことは可能である。

【 0 0 3 6 】

もう一つの実施の形態におけるスピンドルユニットが図 6 に示めされている。この実施の形態は、図 7 の拡大図に示めされる半径方向のオフセット機構をのぞいて、図 1 - 5 とほぼ同一のものである。シャフト 1 1 2 が、両方向矢印 7 6 で示めされる軸送り方向の方向であって、シャフトから半径方向に伸長しているピン 1 1 6 を持つ端部 1 1 4 を有している。シャフト 1 1 2 の端部 1 1 4 が、スリーブ 1 1 8 に嵌合していて、そのスリーブはピン 1 1 6 を係合する傾斜溝穴 1 2 0 を有している。スリーブ 1 1 8 が摺動ブロック 1 2 2 の中にしっかりと保持されていて、スリーブ 1 1 8 は摺動ブロック 1 2 4 の内面 1 2 4 に接触し境界面となっている。軸 1 1 2 の軸送り方向における移動は、図 8 に示めされるように、ピン 1 1 6 が傾斜溝穴 1 2 0 に沿って移動する結果を招く。というのは、スリーブ 1 1 8 が摺動ブロック 1 2 2 に対し軸方向に固定されているからである。ピン 1 1 6 の上向きの移動は、スリーブ 1 1 8 を移動し、続いて摺動ブロック 1 2 4 を取付け板 1 2 6 から引き離し、それにより、切削用工具 1 2 8 およびその軸 1 3 0 を主軸 1 3 2 から半径方向に移動する。スリーブ 1 1 8 と、ピン 1 1 6 と、傾斜溝穴 1 2 0 とは、摺動ブロック 1 2 2 の周囲を回転していて、オフセットの方向を主軸 1 3 2 の周囲に回転させ、それにより切削用工具 1 2 8 を主軸 1 3 2 の周囲で旋回する。

【 0 0 3 7 】

同類でない材料から構成された構造物に、前述した装置を用いて、穴あけ機械加工する際、異なる材料において、直径のわずかな違いが現われるかも知れない。このことは、積み重なった材料における異なる材料の異なる機械的性質が、異なる切削力と異なる工具のたわみを招くことによるものである。積み重なった材料の切削用工具の出口面において、ばりまたは他の損傷が発生するかも知れない。

【 0 0 3 8 】

そのような直径の差および / またはばり / 損傷は、図 9 に示めす以下の二つの方法により取り除いてもよい。一つの方法は、偏心オフセット有りまたは無しの初期穴あけ機械加工（段階 1）に引き続き第二機械加工段階を実施することである。もう一つの方法は、工具を穴の中心軸を囲んで、自分自身の軸の周囲に回転すると同時に、工具を軸方向に送ることである。第二機械加工段階（段階 2）は、積み重なった材料における、切削用工具の入口面からか、または切削用工具の出口面からのどちらから再開してもよい。

【 0 0 3 9 】

同一の段階が、最初の穴の表面仕上に、第二段階における機械加工用データ（スピンドル速度および送り速度）を変更することにより、使用されてもよい。

【 0 0 4 0 】

装置はまた、相対的に小さな直径の工具を使用して、数回の前述した段階により、比較的大きな穴あけ機械加工をするために使用されてもよい。パイロット・ホールを機械加工後、パイロット・ホールを拡大すべく、オフセットが増加され、前述の機械加工段階が行なわれてもよい。この段階を繰り返すことにより、大口径の穴が、機械の支持台の剛性の必要もなく、かつ切削力を上げることもなく機械加工することができる。

【 0 0 4 1 】

本発明は好適な設計において説明されたけれど、本発明はこの開示の精神と範囲において、さらに修正されてもよい。これらの実施にあたっては、それ故本発明に共通する原理を使用した本発明のどのような変更と、使用と、適用とをも保護しようとするものである。さらにこれらの実施にあたっては、本発明の開示内容が、本発明に関係し、かつ前述の特

10

20

30

40

50

許請求の範囲内にかかわる、従来技術において公知であり慣習であることから逸脱するのを保護しようとするものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明の一つの実施の形態におけるスピンドルユニットの部分断面正面図である。

【図 2】 図 2 は、図 1 における主軸ユニットの部分断面側面図であって、工具軸と主軸とが一致している。

【図 3】 図 3 は、図 1 における主軸ユニットの半径方向オフセット機構の拡大部分側面図であって、工具軸と主軸とが一致している。

【図 4】 図 4 は、図 1 における主軸ユニットの平面図である。

10

【図 5】 図 5 は、図 1 における主軸ユニットの部分断面側面図であって、工具軸が主軸からオフセットしている。

【図 6】 図 6 は、もう一つの実施の形態における主軸ユニットの部分断面側面図であって、工具軸と主軸とが一致している。

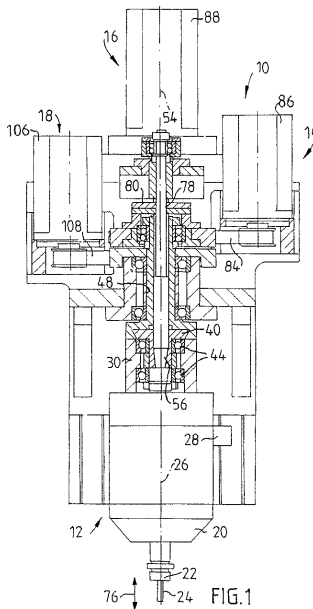
【図 7】 図 7 は、図 6 における主軸ユニットの半径方向オフセット機構の拡大部分側面図であって、工具軸と主軸とが一致している。

【図 8】 図 8 は、図 6 における主軸ユニットの部分断面図であって、工具軸が主軸からオフセットしている。

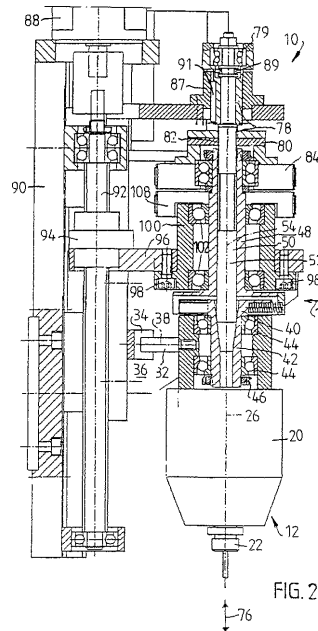
【図 9】 図 9 は、二つの異なる材料から作られる製作物の断面であって、パイロットホールを加工する初期機械加工段階（段階 1）の後における穴あけ拡大工程を示めしている。

20

【図 1】



【図 2】



【図 3】

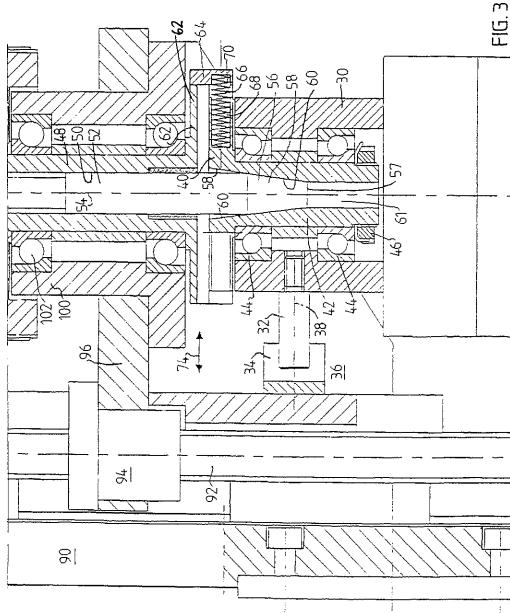


FIG. 3

【図 4】

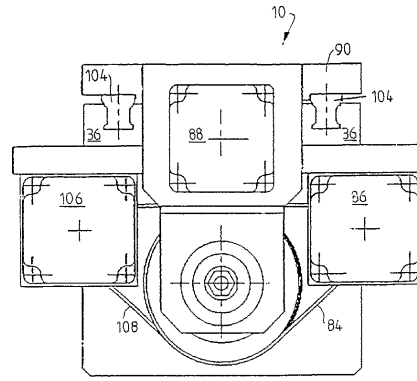


FIG. 4

【図 5】

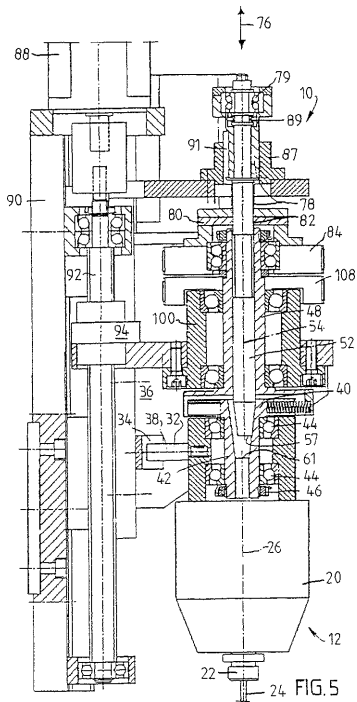


FIG. 5

【図 6】

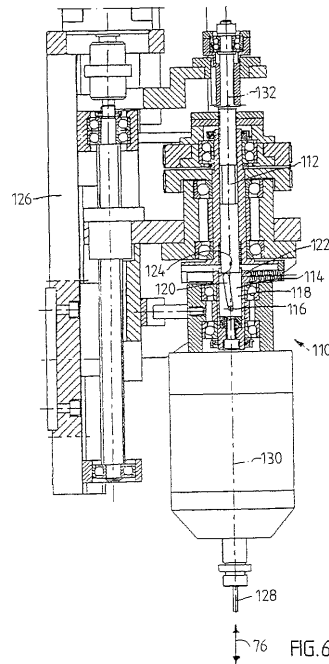
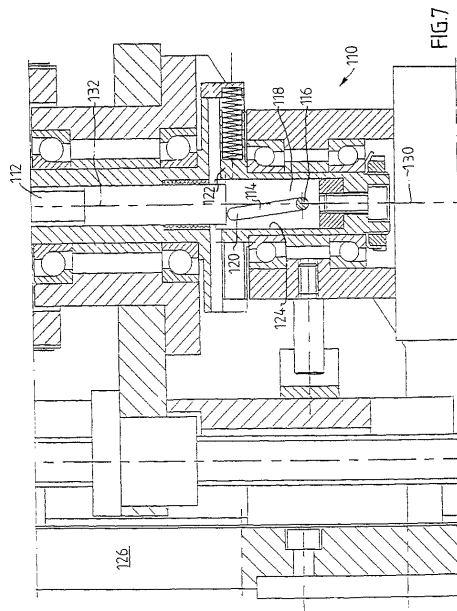
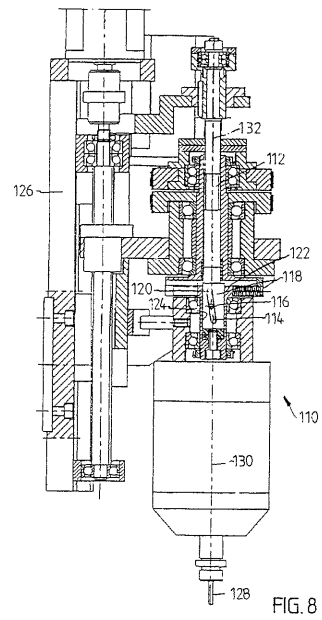


FIG. 6

【図 7】



【図 8】



【図 9】

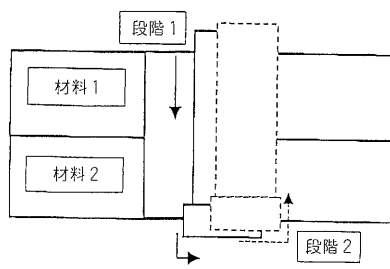


FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100153084

弁理士 大橋 康史

(72)発明者 リンデルホルム, ダーク

スウェーデン国, エス - 1 1 4 6 2 リョーニンゲ, リョーニンゲ スコルベーク 4 2

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 実開昭 6 2 - 1 8 1 3 0 3 (J P , U)

特開平 1 0 - 1 3 8 0 1 3 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 9 6 4 1 0 (J P , A)

特開平 0 5 - 2 7 7 8 1 1 (J P , A)

実開昭 6 3 - 0 7 9 1 0 4 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23B 29/034, 39/00

B23C 3/00