

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-520945

(P2004-520945A)

(43) 公表日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 B 29/034

B 2 3 B 41/06

F I

B 2 3 B 29/034

B 2 3 B 41/06

テーマコード (参考)

B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 163 頁)

(21) 出願番号 特願2002-551118 (P2002-551118)
 (86) (22) 出願日 平成13年12月18日 (2001.12.18)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年6月18日 (2003.6.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/049082
 (87) 国際公開番号 W02002/049791
 (87) 国際公開日 平成14年6月27日 (2002.6.27)
 (31) 優先権主張番号 60/256, 371
 (32) 優先日 平成12年12月18日 (2000.12.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/270, 723
 (32) 優先日 平成13年2月22日 (2001.2.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503220130
 カーデモン・インコーポレーテッド, ディー
 ー/ビー/エイ カーテック・カンパニ
 ー
 アメリカ合衆国インディアナ州47302
 , マンシー, サウス・ウォルナット・スト
 リート 4605
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠式
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

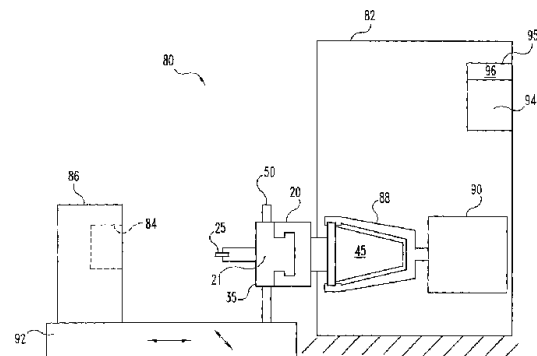
(54) 【発明の名称】 穿孔ツールの調節方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】 切削ツールの位置を調節する方法及び装置である。一実施例において、穿孔ツール20は、CNC穿孔機械により駆動される結合部材45と、結合部材に摺動可能に結合された摺動ツールホルダ35とを有している。摩擦力は切削ツール部材35の摺動動作に抵抗する。摩擦力は工作工程の間、切削ツールの位置を保持するのに十分である。しかし、摩擦力は、切削ツールを調節する間に使用されるように、摺動方向に対し平行に付与された横方向力に抵抗するのに不十分である。別の実施例において、摺動ツールホルダ1135、1135'の面1134又は摩擦部材1450、1450'の面1458、1458'は、穴1184の側壁1184aの所望湾曲に相応する形状にて湾曲させてある。工作する間、湾曲1458、1458'と接触した従動子1457bが切削ツールホルダを横方向に摺動させ、工作する間、穴側壁の湾曲状態を画成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物品を工作する方法において、
電子制御式穿孔機械と、部材と、穿孔ツール本体及び該穿孔ツール本体に可動結合された切削ツールを有する穿孔ツールとを設けることと、
穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、
穿孔ツールの表面を部材と接触させることと、
切削ツールを穿孔ツール本体に対して移動させるのに十分な力を穿孔ツールと部材との間に付与することと、
前記力を付与した後、物品を工作することとからなる、物品を工作する方法。 10

【請求項 2】

請求項 1 の方法において、前記工作することが、穿孔ツールを軸の周りで回転させることにより行われ、前記力を付与することが、切削ツールを軸に対して垂直な方向に向けて穿孔ツール本体に対して摺動させることを含む、方法。

【請求項 3】

請求項 1 の方法において、穿孔機械が、平行移動可能なテーブル及び平行移動可能な駆動要素を有し、前記力を付与することが、テーブル又は駆動要素の一方を他方に対して移動させることにより行われる、方法。

【請求項 4】

請求項 1 の方法において、前記穿孔機械を設けることが物品を含み、該物品が静止部材を含む、方法。 20

【請求項 5】

第 1 及び第 2 面を有し、ある位置範囲内で穿孔ツール上を横方向に摺動可能な切削ツールを備える穿孔ツールを調節する方法において、
静止部材及び穿孔ツールを設けることと、
穿孔ツールの第 1 面を静止部材と接触させることと、
穿孔ツールの第 1 面及び静止部材を互いに押し付けることにより、切削ツールを穿孔ツールに対して第 1 方向に向けて第 1 位置まで摺動させることと、
穿孔ツールの第 2 面を静止部材と接触させることと、
穿孔ツールの第 2 面を静止部材に対して押し付けることにより、切削ツールを穿孔ツールに対して第 1 方向と反対方向である第 2 方向に向けて第 2 位置まで摺動させることとを備える、方法。 30

【請求項 6】

請求項 5 の方法において、切削ツールを穿孔ツールに締め付けることと、第 1 方向への前記摺動の間、該締め付け状態を維持することとを更に備える、方法。

【請求項 7】

請求項 6 の方法において、第 2 方向への前記摺動動作の間、前記締め付け状態を維持することとを更に備える、方法。

【請求項 8】

請求項 7 の方法において、前記穿孔機械を設けることが物品を含み、前記締め付け状態を維持しつつ物品の作用部を工作することとを更に備える、方法。 40

【請求項 9】

請求項 5 の方法において、前記穿孔機械を設けることが穿孔機械を含み、前記配置前に、穿孔ツールを穿孔機械に結合することを更に備える、方法。

【請求項 10】

物品を工作する方法において、
穿孔ツール上である位置範囲内で横方向に摺動可能に調節可能な切削ツールを含む穿孔機械及び穿孔ツールを設けることと、
穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、
摺動可能な切削ツールを穿孔ツールに締め付けることと、 50

前記結合状態を維持し且つ前記締付け状態を維持しつつ、切削ツールの横方向位置を調節することとを備える、物品を工作する方法。

【請求項 11】

請求項 10 の方法において、前記調節後、前記結合状態を維持し且つ前記締付け状態を維持しつつ、物品を切削ツールにて工作することを更に備える、方法。

【請求項 12】

請求項 10 の方法において、前記調節が穿孔ツールの表面を 1 つの面に押し付けることにより行われる、方法。

【請求項 13】

請求項 10 の方法において、前記締め付けることが穿孔ツール上で切削ツールの横方向摺動に抵抗する摩擦力を画成し、前記調節が摩擦力を上回るのに十分な横方向力を付与することにより行われる、方法。 10

【請求項 14】

方法において、

物品と、CNC 穿孔機械と、切削ツールと、ある位置範囲内で摺動可能に調節可能な切削ツールホルダとを設けることと、

切削ツールを有する CNC 穿孔機械により物品の作用部を工作することと、

該作用部の特徴を測定することと、

切削ツールの位置を調節する量を計算することと、

CNC 穿孔機械の支援を受けて切削ツールの位置を自動的に調節し、計算された量に相應する距離だけ切削ツールホルダを摺動させることとを備える、方法。 20

【請求項 15】

請求項 14 の方法において、前記作用部を工作することが穴を穿孔することであり、前記特徴を測定することが穴の直径を測定することである、方法。

【請求項 16】

請求項 14 の方法において、前記穿孔機械を設けることが部材の面を含み、コンピュータが、切削ツールホルダの表面を部材の表面に対して押し付け、切削ツールを摺動させるように命令する、方法。

【請求項 17】

穴を穿孔するシステムにおいて、 30

軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有するコンピュータ数値制御式工作装置と、

第 1 面を有し、前記工作装置に近接する部材と、

前記穿孔ツールを前記可動部材に結合する結合部材と、前記穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダとを有する穿孔ツールであって、前記ツールホルダが少なくとも軸に対し垂直な方向に向けて前記駆動部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが第 2 面を有する前記穿孔ツールと、

前記機械に作用可能に結合された電子式コントローラであって、第 1 面を第 2 面と接触するように配置し且つ該面にわたって力を付与することにより、前記切削ツールホルダの摺動位置を調節するアルゴリズムを実行する前記電子式コントローラとを備える、穴を穿孔するシステム。 40

【請求項 18】

請求項 17 のシステムにおいて、前記工作装置が穿孔機械である、システム。

【請求項 19】

請求項 17 のシステムにおいて、前記電子式コントローラが記憶装置を有するコンピュータであり、前記アルゴリズムがソフトウェアプログラムである、システム。

【請求項 20】

請求項 17 のシステムにおいて、前記コントローラが第 1 面を第 2 面に対して押し付けることにより力を付与する、システム。

【請求項 21】

切削ツール及び穿孔機械により穴を穿孔する装置において、 50

第 1 接触面を有し且つ切削ツールを含む調節可能な位置ツールホルダと、
前記ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダに摺動可能に結合されて、第 1 接触面と摺動接触する第 2 接触面を有し、前記結合要素とを備え、前記ツールホルダが結合要素に対するある位置範囲内で横方向に調節可能である、前記結合要素と、

切削ツールが穴を穿孔するとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに十分であるが、ツールホルダの横方向位置が調節されるとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに不十分である摩擦力を第 1 接触面と第 2 接触面との間に付与する手段とを備える、切削ツール及び穿孔機械により穴を穿孔する装置。

【請求項 22】

10

請求項 21 の装置において、前記付与手段が止めねじを有しない、装置。

【請求項 23】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が電磁ソレノイドを含む、装置。

【請求項 24】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が液圧ピストンを組む、装置。

【請求項 25】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が液圧により作動される、装置。

【請求項 26】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が電気により作動される、装置。

【請求項 27】

20

請求項 21 の装置において、前記付与手段がばねを備える、装置。

【請求項 28】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が遠心力により作動される、装置。

【請求項 29】

請求項 21 の装置において、その間の摩擦を修正し得るよう第 1 接触面又は第 2 接触面の一方に被覆することを更に備える、装置。

【請求項 30】

穿孔機械により穴を工作する装置において、

第 1 接触面及び再配置可能な切削ツールを有する調節可能な位置ツールホルダと、

該ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、第 1 接触面と摺動可能に接触し且つ直線方向に摺動可能な第 2 接触面を有し、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内の穴を工作すべく前記結合要素に対して直線方向にある位置範囲にわたって調節可能である、前記結合要素と、

30

第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を増し得るよう第 1 接触面を第 2 接触面に対して付勢するばねとを更に備える、穿孔機械により穴を工作する装置。

【請求項 31】

請求項 30 の装置において、前記ばねが第 1 接触面を第 1 力により第 2 接触面に対して付勢する第 1 位置と、第 1 接触面を第 1 力よりも大きい第 2 力にて第 2 接触面に対して付勢する第 2 位置とを有する、装置。

【請求項 32】

40

請求項 30 の装置において、第 1 接触面又は第 2 接触面の少なくとも一方が第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を修正し得るよう表面被覆を有する、装置。

【請求項 33】

請求項 30 の装置において、前記ツールホルダが、直線状の調節方向に対し垂直である軸に沿って回転し得るようになれ且つそのような形態とされる、装置。

【請求項 34】

請求項 30 の装置において、直線方向が第 1 直線方向であり、前記ばねが第 1 接触面を第 1 直線方向に対し垂直な第 2 直線方向に向けて第 2 接触面に対して付勢する、装置。

【請求項 35】

穴を穿孔すべく切削ツールを支持する方法において、

50

調節可能な位置切削ツールホルダ及び結合部材に対し穿孔機械の回転駆動装置に結合する第1端部と、切削ツールホルダを摺動可能に支持する第2端部とを有する結合部材を提供し、切削ツールホルダが一方向に向けて結合部材に対して摺動可能に調節可能であり且つ該方向に向けて結合部材に対し摺動しないよう摩擦によって拘束されるようにすることと

、
切削ツールホルダと結合部材との間の拘束摩擦力を変化させる摩擦力作動機構であって、第1状態と第2状態との間で作動可能である前記摩擦力作動機構を設けることと、
該機構を第1状態に作動させ且つ切削ツールホルダと結合部材との間に第1摩擦力を付与することと、
該機構を第2状態に作動させ且つ切削ツールホルダと結合部材との間に第1摩擦力よりも大きい第2摩擦力を付与することとを備える、穴を穿孔するように切削ツールを支持する方法。

10

【請求項36】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構が電磁ソレノイドを有する、方法。

【請求項37】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構が液圧ピストンを有する、方法。

【請求項38】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構が液圧により作動される、方法。

【請求項39】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構が電気により作動される、方法。

20

【請求項40】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構がばねを有する、方法。

【請求項41】

請求項35の方法において、摩擦力作動機構が遠心力により作動される、方法。

【請求項42】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、
切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、
前記ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダに摺動可能に結合され、前記ツールホルダが、相応する範囲の作用部を工作すべく前記結合要素に対してある位置範囲内で調節可能であり、前記ツールホルダが一方向に向けて前記結合部材に対して摺動可能に調節可能であり且つ該方向に向けて前記結合部材に対して摺動しないように拘束される、前記結合要素と、
前記切削ツールホルダと前記結合部材との間の可変の摩擦力を自動的に作動させる手段とを備える、穿孔機械により作用部を工作する装置。

30

【請求項43】

請求項42の装置において、前記自動的作動手段が前記結合要素に枢動可能に結合されたカムと、該カムによって圧縮されるばねとを有する、装置。

【請求項44】

請求項43の装置において、前記カムに結合された電磁ソレノイドを更に備え、前記カムが前記ソレノイドの励起に応答して枢動する、装置。

40

【請求項45】

請求項35の装置において、前記第1状態への作動が切削ツールホルダを付勢して結合部材から分離させることにより行われ、前記第2状態への作動が切削ツールホルダを付勢して結合部材から分離させることにより行われる、装置。

【請求項46】

請求項35の装置において、前記第1状態への作動が切削ツールホルダ及び結合部材を共に付勢することにより行われ、前記第2状態への作動が切削ツールホルダ及び結合部材を共に付勢することにより行われる、装置。

【請求項47】

物品に作用部を工作する方法において、

50

穿孔機械と、第 1 面を有する部材と、切削ツール及び第 2 面を有する摺動可能に可動の切削ツールホルダを有する穿孔ツールとを設けることと、
穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、
ツールホルダの第 2 面を部材の第 1 面と接触させることと、
第 2 面を第 1 面に対して押し付けることと、
該押し付けることにより切削ツールを穿孔ツールに閉じて摺動させることと、
前記摺動する間、物品を工作することとを備える、物品に作用部を工作する方法。

【請求項 48】

請求項 47 の方法において、第 1 面を穴の側壁の湾曲に相応するように湾曲させることを更に備える、方法。

10

【請求項 49】

請求項 47 の方法において、第 2 面を第 2 穴の側壁の湾曲に相応するように湾曲させることを更に備える、方法。

【請求項 50】

請求項 47 の方法において、穿孔ツールを物品に向けて前進させることを更に備え、前記押し付けることが該前進させる間に行われる、方法。

【請求項 51】

物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステムにおいて、
穿孔ツールであって、結合部材及び該穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダを有し、前記ツールホルダが前記結合部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが穴の側壁の湾曲に相応する湾曲形状とされた第 1 面を有する、前記穿孔ツールと、
物品を取り付けるテーブルを有するコンピュータ制御式工作装置であって、前記結合部材を受け入れ且つ軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有し、これにより、前記工作装置が穿孔する間、前記穿孔ツールを軸に対して平行な方向に移動させる前記コンピュータ制御式工作装置と、
穿孔するときの少なくとも一部分の間、第 1 面と接触した第 2 面を有する静止部材であって、前記工作装置、前記テーブル又は物品の 1 つに固定状態に取り付けられる前記静止部材とを備える、物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステム。

20

【請求項 52】

請求項 51 のシステムにおいて、前記静止部材が前記穿孔ツールと接触した摩擦防止ベアリング要素を有する、システム。

30

【請求項 53】

請求項 51 のシステムにおいて、第 1 面の湾曲が穴の円錐形側壁に相応する、システム。

【請求項 54】

請求項 51 のシステムにおいて、前記切削ツールホルダと前記結合部材との間に可変の摩擦力を自動的に作動させる手段を更に備える、システム。

【請求項 55】

物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステムにおいて、
穿孔ツールであって、結合部材及び該穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダを有し、前記ツールホルダが前記結合部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが第 1 外面を有する、前記穿孔ツールと、
物品を取り付けるテーブルを有するコンピュータ制御式工作装置であって、前記結合部材を受け入れ且つ軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有し、これにより、前記工作装置が穿孔する間、前記穿孔ツールを軸に対して平行な方向に移動させる前記コンピュータ制御式工作装置と、
第 2 面を有する静止部材であって、該第 2 面が穴の側壁の湾曲に相応する湾曲形状とされ、前記工作装置、前記テーブル又は被加工物の 1 つに固定状態に取り付けられる前記静止部材と、を備え、
第 2 面が穿孔の少なくとも一部分の間、第 1 面と接触している、物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステム。

40

50

【請求項 56】

請求項 55 のシステムにおいて、静止部材が前記穿孔ツールの一部分を取り巻くリング形状部分を有する、システム。

【請求項 57】

請求項 55 のシステムにおいて、前記ツールホルダが前記静止部材と接触した摩擦防止ベアリング要素を有する、システム。

【請求項 58】

請求項 55 のシステムにおいて、第 2 面の湾曲が穴の円錐形側壁に相応する、システム。

【請求項 59】

請求項 55 のシステムにおいて、前記切削ツールホルダと前記結合部材との間の可変の摩擦力を自動的に作動させる手段を更に備える、システム。 10

【請求項 60】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、
接触面及び交換可能な切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、
ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが前記結合要素に対してある方向に摺動可能であり、前記ツールホルダがある位置範囲に相応する寸法範囲内で穴を工作すべく前記結合要素に対する方向に位置範囲にわたって調節可能である、前記結合要素と、
前記ツールホルダが摺動方向に向けて前記結合要素に対して動かないように拘束する接触面における摩擦力を増し得るように接触面に対して力を付与する偏倚部材とを備える、穿孔機械により作用部を工作する装置。 20

【請求項 61】

請求項 60 の装置において、接触面が第 1 接触面であり、第 2 接触面を有する可動部材を更に備え、前記偏倚部材が第 1 接触面を第 2 接触面に対して付勢する、装置。

【請求項 62】

請求項 61 の装置において、第 1 接触面又は第 2 接触面の少なくとも一方が第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を制御する被覆を有する、装置。

【請求項 63】

請求項 60 の装置において、前記偏倚部材がある長さを有するばねであり、前記結合部材が該ばねを保持する空所を画成し、該空所がある深さを有し、該長さが該深さ以上である、装置。 30

【請求項 64】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、
接触面及び切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、
ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内で作用部を工作すべく前記結合要素に対して第 1 方向に向けてある位置範囲内にわたって調節可能である、前記結合要素と、
前記結合要素内にあり、前記第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に可動である可動部材であって、第 1 方向に動かないように実質的に拘束される前記可動部材と、
少なくとも部分的に第 2 方向に向けて前記可動部材に対して力を付与する偏倚部材とを備える、作用部を工作する装置。 40

【請求項 65】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、
接触面及び切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、
ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内で作用部を工作すべく前記結合要素に対して第 1 方向に向けてある位置範囲内にわたって調節可能である、前記結合要素と、
前記結合要素内で案内され且つ前記結合要素内で可動である可動部材と、
該可動部材に対して力を付与する偏倚部材とを備え、 50

前記偏倚部材及び前記可動部材が、前記偏倚部材からの力が前記可動部材を第 1 方向に付勢し且つ前記可動部材を第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に向けて付勢するようにされ且つそのような形態とされる、穿孔機械により作用部を工作する装置。

【請求項 6 6】

穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法において、
切削ツールと、第 1 方向に摺動可能に調節可能な切削ツールホルダと、第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に向けて可動の可動部材とを設けることと、
第 2 方向に沿ったツールホルダの移動を拘束することと、
ツールホルダを第 2 方向に沿って偏倚させることと、
第 1 方向に沿った可動部材の動作を拘束することと、
可動部材を第 1 方向に沿って偏倚させることとを備える、穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法。

10

【請求項 6 7】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが電磁ソレノイドによって行われる、装置。

【請求項 6 8】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが液圧ピストンによって行われる、装置。

【請求項 6 9】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが少なくとも 1 つの液圧又は空気圧作動によって行われる、装置。

20

【請求項 7 0】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが電氣的作動によって行われる、装置。

【請求項 7 1】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることがばねによって行われる、装置。

【請求項 7 2】

請求項 6 6 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが遠心力の作動によって行われる、装置。

30

【請求項 7 3】

穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法において、
第 1 方向に沿って摺動可能であり且つ第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って移動しないよう少なくとも部分的に拘束される切削ツール及びツールホルダを設けることと、
第 2 方向に沿って可動であり且つ第 1 方向に沿って移動しないよう少なくとも部分的に拘束される可動部材を設けることと、
ツールホルダ及び可動部材を第 2 方向に沿って偏倚させることと、
穿孔ツールと可動部材との間の摩擦によって第 1 方向に沿ったツールホルダの移動を拘束することとを備える、穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法。

【請求項 7 4】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが電磁ソレノイドによって行われる、装置。

40

【請求項 7 5】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが液圧ピストンによって行われる、装置。

【請求項 7 6】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが液圧又は空気圧作動の少なくとも一方により行われる、装置。

【請求項 7 7】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが電氣的作

50

動によって行われる、装置。

【請求項 78】

請求項 73 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることがばねによって行われる、装置。

【請求項 79】

請求項 73 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが遠心力作動によって行われる、装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本出願は、その双方の内容を参考として引用し本明細書に含めた、2000年12月18日付けで出願された米国仮特許出願第60/256,371号及び2001年2月22日付けで出願された米国仮特許出願第60/270,723号の優先権の利益を主張するものである。

【発明の分野】

【0002】

本発明は、工作工程を行うときに使用されるツール用の装置に関し、より具体的には、数値制御式(CNC)穿孔機と共に使用される穿孔ツールに関する。

【発明の背景】

【0003】

自動車のトランスミッションハウジング及びエンジンブロックのような多くの製品は、精密穿孔した穴を有する。これらの穴は、穿孔機により駆動される穿孔ツールにより支持された切削ツールによって穿孔される。多くの状況において、穿孔機は、自由度、経済性及び精密性の理由のため、コンピュータ数値制御式(CNC)である。多くのCNC穿孔機は、それ以前に調節したツールをツール群から自動的に選ぶことにより、多くの異なる寸法の穴を穿孔することを含む、広範囲にわたる工程を製品に対して行うことができる。

【0004】

しかし、多くの穿孔ツールは、機械のオペレータが手動で調節することを必要とする。カリフォルニア州、コスタメサのクリテリオン・マシーン・ワークス(Criterion Machine Works)による3F-HBD穿孔及び表面仕上げヘッドの如き、現在使用されている穿孔ツールのいくつか、及びドイツのジョンプラスカンパニー(John + Company)のスターフレックスボーリングツールプログラムのツールは、所望のボア径に相応して切削ツールの位置を手動で調節することを必要とする。いくつかのツールは、オペレータがアレンレンチにて調節し、ツールホルダを機械の継手部材の溝内で摺動させることのできる内ウォームねじを有している。オペレータが正確な寸法の直径を穿孔し得るように切削ツールを手動にて配置した後、次に、オペレータは、1つ又は2つ以上の締結具を締め付けて、機械の継手要素に対するツールホルダの位置を締め付ける。このように、切削ツールを穿孔ツール上に保持する締め付け力は、調節する間、維持されず、調節後、ツールを再度、締め付ける。この遅く、自由度に欠け、また、労働集約的な調節方法は、オペレータが調節時間の間、CNC機械の作動を停止することを必要とすることにより、CNC機械の速度及び経済性から外れることになる。

【0005】

手動の調節によってではなく、機械の作動によって切削ツールの位置を調節することを許容する穿孔ツールが必要とされている。更に、ソフトウェアの命令によってCNC機械における穿孔ツールを調節する方法が必要とされている。本発明は、関連する技術における欠点を新規且つ非自明の仕方にて解決するものである。

【特許文献1】米国仮特許出願第60/256,371号

【特許文献2】米国仮特許出願第60/270,723号

【特許文献3】米国特許出願第2001/0028832号

【特許文献4】国際特許出願WO98/48964号

【特許文献5】ドイツ国特許出願第4022579号

【発明の概要】

【0006】

本発明の一実施例は、切削ツールの位置を調節する独創的な方法である。その他の実施の形態は、切削ツールの位置を調節する独創的な装置、方法、システム及び装置を含む。

【0007】

本発明の更なる実施の形態は、穿孔工程にて使用される切削ツールの位置を調節することに関する。切削ツールは、ボアを機械加工する間、切削ツールを安定状態に保持するのに十分な摩擦力であるが、切削ツールの横方向位置を阻止するのに不十分な摩擦力にて穿孔ツールに摺動可能に結合される。

【0008】

本発明の更に別の実施例は、切削ツールがツール装置に摺動可能に結合される工作装置に関する。該ツールホルダは、異なる量の摩擦力を摺動するツールホルダに対して付与する機構を備えている。

【0009】

本発明の更に別の実施例は、切削ツールの摺動位置を調節する方法に関する。この方法は、切削ツールを第1方向に向けて第1所定の位置まで摺動させることを含む。切削ツールは、次に、第1方向と反対の第2方向に向けて第2所定の位置まで動かす。

【0010】

本発明の更に別の実施例において、物品を工作する方法がある。該方法は、穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、摺動可能な切削ツールを穿孔ツールに締め付けることとを含む。切削ツールの横方向位置は、結合及び締め付け状態を維持する間、変化させる。切削ツールの位置が変更された後、物品は、結合及び締め付け状態を維持する間、工作する。

【0011】

本発明の更に別の実施例は、穴を穿孔するシステムを含む。該システムは、電子式コントローラを有するコンピュータ数値制御式工作装置を有している。電子式コントローラは、切削ツールホルダの表面を静止部材の第2面と接触状態に保持することにより切削ツールホルダの摺動位置を調節する。電子式コントローラは、工作装置に対して接触する表面の全体にわたって力を付与するように命令する。

【0012】

本発明の更なる実施の形態は、穴を穿孔する装置を含む。該装置は、第1及び第2接触面の間に垂直方向を付与する手段を有している。この垂直方向力は、切削ツールが穴を穿孔しているとき、ツールホルダの位置を拘束するのに十分な所定の摩擦力であるが、ツールホルダの横方向位置が調節されるとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに不十分な所定の摩擦力を発生させる。

【0013】

本発明の更に別の実施例は、穿孔機械により穴を工作する装置を含む。該装置は、結合要素に摺動可能に結合をした可動のツールホルダを有している。ばねがツールホルダの接触面を結合要素の接触面に対して押圧する。

【0014】

本発明の更に別の実施例は、切削ツールホルダと結合部材との間の接触力を変化させる作動機構を含む。該機構は、第1接触力が切削ツールホルダの回転軸に対し少なくとも一部分、平行な方向に加えられる第1状態と、機構が回転軸に対し少なくとも一部分、平行な方向に向けて、第1接触力よりも大きい第2接触力を提供するように作動可能である第2状態との間にて作動可能である。

【0015】

本発明の更に別の実施例は、物品に穴を穿孔する方法であって、切削ツールホルダの表面が穿孔ツールに近接して配置された静止部材の表面に対して摺動する上記方法を含む。切削ツールホルダの表面は、物品を工作する間、静止部材の表面に対して摺動する。

【0016】

本発明の更に別の実施例において、摺動可能な切削ツールホルダの外面に、又は静止部材

10

20

30

40

50

の外面上の何れかに湾曲面が存在する。この湾曲は、穿孔すべき穴の側壁の湾曲程度に相応する。切削ツールホルダ及び静止部材の表面は、穴を工作する間、接触している。従って、本発明の１つの目的は、切削ツールの位置を調節する独創的な方法を設けることである。

【 0 0 1 7 】

本発明の別の目的は、穴の湾曲した側壁を工作する独創的な方法を設けることである。

【 好ましい実施の形態の説明 】

【 0 0 1 8 】

本発明の原理の理解を促進する目的のため、次に、図面に図示した実施の形態に関して説明し、その説明のために特定の用語を使用する。しかし、これにより本発明の範囲を何ら限定することを意図するものではなく、本発明が関係する技術分野の当業者に通常、案出されるであろうと考えられる図示した装置のかかる変更例及び更なる改変例、及び図面に図示した本発明の原理の更なる適用例を含むものであることが理解されたい。

10

【 0 0 1 9 】

本発明は、工作工程にて使用される切削工具、例えば、ＣＮＣ穿孔機械にて穴を穿孔するために使用される切削ツールの横方向位置をオペレータが調節するための装置及び方法の双方に関する。本発明の一実施例によれば、切削ツール又は切削ツールホルダは、機械の結合要素に結合され、結合要素に対して移動させることができる。一実施例において、切削ツール又は切削ツールホルダの相対的な移動は摺動動作とするが、本発明は摺動動作に限定されるものではない。ツールホルダが結合要素に対して摺動する動作は摩擦境界面にて制御される。ツールホルダは、所定の摩擦量によって結合要素内に確実に保持される。この摩擦量は、工作工程中、ツールを所要位置に保持するのに十分である。しかし、十分に大きい横方向負荷を付与することにより、切削ツールの位置を調節し得るようにこの摩擦に打ち勝つことができる。

20

【 0 0 2 0 】

別の実施例において、切削ツールホルダ及び結合部材は、接触又は摩擦力作動機構を有する。該機構はツールホルダと結合部材との間の接触力又は摩擦力を変化させ、これにより、ツールホルダを所要位置に保持する摩擦力を変化させる。作動機構はツールホルダと結合機構との間に第１接触力を付与する第１位置または状態まで作動させることができ、その結果、摺動するツールホルダの動作を拘束する第１摩擦力が生ずる。該機構はまた、ツールホルダと結合部材との間に第２接触力が付与される第２位置すなわち状態までも作動可能であり、その結果、ツールホルダの摺動動作を拘束する第２摩擦力が生じる。この第２接触力は第１接触力よりも大きく、第２摩擦力が第１摩擦力よりも大きい。

30

【 0 0 2 1 】

該機構は、ツールホルダの横方向位置が調節されたとき、第１状態まで作動される。第１状態の摩擦負荷は工作と関係した相応する横方向負荷よりも大きいが、穿孔機械のような工作装置により付与して切削ツールの位置を横方向に調節することができる横方向負荷よりも小さいことが好ましい。作動機構は、物品を工作する前に第２状態まで作動される。好ましくは、第２状態の摩擦負荷は工作する間、遭遇する横方向負荷よりも大きく、また、切削ツールの位置を調節する間、付与される横方向負荷よりも大きいようにする。しかし、本発明は、第１状態及び第２状態の双方からの摩擦負荷が工作する間に付与される負荷よりも大きい、切削ツールの位置を調節する間に付与される負荷よりも小さい実施の形態とすることも考えられる。更に、本発明は、第１状態からの摩擦負荷が工作する間に遭遇する横方向負荷よりも小さい実施の形態とすることも考えられる。非限定的な実施例として、接触力の作動機構は、電磁石、電磁ソレノイド、液圧ピストン、液圧ブラダー及び（又は）遠心重りを含むことができる。

40

【 0 0 2 2 】

本発明の一実施例はボアを工作する方法に関する。この方法において、穿孔ツールの表面を静止表面と接触する位置に配置し得るようオペレータ又はソフトウェアによって電子制御式穿孔機械に命令する。次に、オペレータ又はソフトウェアは穿孔機械に対し静止面に

50

対し力を付与するよう命令し、この力は穿孔ツールを静止面に対して押圧し、その結果、穿孔ツールにおける切削ツールは穿孔ツールの本体に対して摺動する。穿孔機械は穿孔ツールを静止面に対して所定の距離だけ移動させ、この距離は、切削ツールを次の穿孔工程に適した位置に配置し得るように計算される。切削ツールは、摩擦力によって穿孔ツール本体に対し所要位置に保持され、この摩擦力は、工作する間、切削ツールを適正な位置に保つ。しかし、摩擦力は十分に小さい値であり、穿孔機械により静止面に対して加えられた横方向力により上回ることができる。

【0023】

別の実施例において、本発明は、穿孔機械により穴を穿孔する装置に関する。穿孔装置は、穿孔機械の結合要素に摺動可能に結合されたツールホルダを有する。ツールホルダと結合要素との間の摺動境界面は、結合要素の第2接触面と接触したツールホルダの第1接触面を有する。第1及び第2接触面の間に所定の摩擦力を発生させ得るように接触面の間に所定の垂直方向力を付与することができる。この所定の摩擦力は結合要素に対するツールホルダの摺動に抵抗する。この所定の摩擦力は、ツールホルダが穴を穿孔するとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに十分であるが、結合要素に対してツールホルダを横方向に調節する間、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに不十分な程度である。本発明のいくつかの実施の形態は第1接触面を第2接触面に対して押圧するばねを利用する。その他の実施の形態は、ばねと、ばねによって加えられ、第1及び第2接触面を相互に付勢する力を調節することを許容する締結具のような調節要素とを含んでいる。

10

【0024】

その他の実施の形態は、摺動切削ツールを所要位置に保持する止めねじのトルクを減少させることにより穿孔ツールの摩擦力を調節することを含む。典型的に、これらの止めねじは、摺動ツールホルダを常時、所要位置に維持し得る高度のトルクに調節される。例えば、止めねじに加えられたトルクは、ねじに対して推奨される最大トルクとされる。この高トルクは、1つ又は2つ以上の止めねじを最初に緩ませることなく、ツールホルダの全ての横方向への動きを阻止する顕著な保持摩擦力を発生させる。典型的に、ねじを緩め、ツールの位置を調節し、ねじを再度締め付け、工作を再開する。

20

【0025】

本発明の一実施例によれば、止めねじはツールを所要位置に保持する推奨トルクよりも小さいトルクレベルまで調節される。この低レベルのトルクは、工作する間、摺動ツールホルダを所要位置に維持するのに十分な摩擦力であるが、本明細書に記載したように、機械にて調節する間、摺動ツールホルダを所要位置に維持するのに不十分な摩擦力を加える。この調節は、穿孔ツールを穿孔機械に結合した状態でまた、ツールの位置を手動で調節するため機械の作動を停止させることを必要とせずに行うことができる。本発明のいくつかの実施の形態において、止めねじは、止めねじが特定の角度位置、従って、特定の摩擦量を保持することを保証し得るように係止装置又は係止方法を含む。一例として、止めねじのねじを係止コンパウンドにて被覆することができる。別の実施例として、止めねじのねじは、合わさるねじと締め込み嵌めする形状とすることができる。当該技術分野の当業者は止めねじを所要位置に保持するその他の方法が認識されよう。

30

【0026】

本出願に示した色々な図面は、システム、方法及び装置の概略図を含む。

図1A、図1B、図1Cには、本発明の一実施例の端面図及び2つの端面図がそれぞれ図示されている。本発明による穿孔ツール20は、ツールホルダ35から剛性に延びるツール支持体30の端部及び側部に保持された切削ツール25を有している。切削ツール25は穿孔工程に適した任意の形状及び材料の従来の切削ツールである。図1Aには、静止面51を含むことが好ましい、静止部材50も示してある。非限定的な実施例として、静止部材50は、穿孔機械、工作すべき物品、穿孔機械又は物品に取り付けられた治具の一部とすることができる。

40

【0027】

物品を従来の仕方にて工作するため切削ツール25が使用される。切削ツール25は穿孔

50

ツールの中心軸の周りで回転し且つ工作すべき物品と接触させる。切削ツール 25 の最外側隅部が工作すべき物品の表面と接触し、切削ツールが軸 22 の周りで回転し且つ物品に対して平行移動するとき、物品から材料を除去する。

【0028】

物品の工作は切削ツールに 3 次元的負荷を加える。図 1 C を参照すると、軸 22 に対して平行な軸方向力 X が存在する。また、ツールホルダ 35 の摺動方向に対して実質的に平行である（又は平行な構成要素を含む）切削ツール 25 に加わる力である半径方向に向けた負荷と見なすこともできる横方向負荷 Y も存在する。最後に、双方の力 X、Y に対して垂直な接線方向に作用し、また、物品に加わる切削ツールの摩擦抵抗力及び切削力に関係した第三の負荷（図 1 C に図示せず）が存在する。

10

【0029】

切削ツールホルダの摺動動作に対して平行な工作の間に遭遇する横方向負荷 Y は、切削ツールに作用するその他の力と比較して比較的小さい値であると考えられる。このため、切削ツールの軸方向及び回転動作に応答して切削ツールに作用する軸方向及び接線方向力は、それぞれ顕著ではあるが、横方向負荷 Y の値は小さいと考えられる。更に、いくつかの CNC 穿孔機械を含むいくつかの工作装置は Y に対して平行なツールホルダに対し、工作する間に遭遇する Y 方向への負荷よりも大きい横方向負荷を付与することができる。このため、摺動ツールホルダは、工作する間に遭遇する負荷 Y よりも大きく、工作する間、ツールホルダを所要位置に保持するのに十分な摩擦負荷によって摺動動作をしないように拘束される。更に、ツールホルダを通じて静止部材に対して工作装置により付与することの

20

【0030】

ツールホルダ 35 は、機械の結合要素 45 の結合要素本体 38 内で T 字形継手 37 によって摺動可能である。四角形の形態にて T 字形継手 37 が図示され且つ説明されているが、本発明は、またあり継ぎを含む、その他の型式の摺動継手をツールホルダ 35 と機械結合要素 45 との間に使用することも考えられる。機械結合要素 45 は、装置 20 を結合境界面 46 にて CNC 機械に係止し且つツール 25 を工作すべきボア内で回転させ得るよう CNC 機械によって作動される。本発明は、図示した結合境界面の形態にのみ限定されるものではなく、穿孔ツール 20 を作動させ且つ配置する任意の結合境界面を含むことができる。更に、機械の結合装置 45 はツールホルダ 35 及び穿孔機械の双方に相互接続するものとして図示し且つ記載されているが、本発明は、結合要素 45 と穿孔機械との間に中間的な結合部材を使用することが更に考えられる。

30

【0031】

図 1 B は、穿孔ツール 20 の部分内側切欠き図を含む。機械の結合要素 45 は内側摩擦調節装置 40 を有する。装置 40 は、結合要素 45 の内側ボア内に螺着可能に保持されたボルトのような手動で調節することができる調節部材 41 を有している。調節部材 41 は調節板 42 に接触圧力を付与する。部材 41 を板 42 に対して調節する結果、ばね 43 により可動部材又はブレーキ板 44 に対して加わる力が変化する。本発明は、コイルばね、擦ればね、片持ちばね、板ばね及びガスばね又は液圧ばねを含む、任意の型式のばね偏倚式部材とすることができるばね 43 とすることが考えられる。更に、圧縮状態に配置され且つ摺動ツールホルダを結合部材の本体から離れる方向に付勢するばねが図示され且つ記載されているが、本発明はまた、ばねが摺動ツールホルダを結合部材の本体に向けて付勢し得るようになされ且つそのような形態とされた実施の形態とすることも考えられる。一実施例として、図 1 B を参照すると、本発明は、調節部材 41 が板 42 に螺着可能に結合され、このため、部材 41 の回転が板 42 を装置 20 の円錐形の被駆動端部に向けて引張る実施の形態とすることも考えられる。この実施の形態において、ばね 43 は一端にて板 42 に取り付けられ且つ他端にてツールホルダ 35 に取り付けられることになる。ばねは張力状態にあり、ツールホルダ 35 を装置 20 の円錐形端部に向けて付勢する。

40

50

【 0 0 3 2 】

可動部材すなわちブレーキ板 4 4 は、ブレーキパッド材料のような摩擦材料を備える摩擦被覆 4 7 が施された接触面 4 4 a を有している。いくつかの実施の形態において、同様の摩擦被覆 4 7 が面 4 4 a と接触した T 字形継手 3 7 の接触面 3 7 a に施される。部材 4 1 を調節する結果、接触面 3 7 a、4 4 a の間に作用する垂直方向力が調節される。この所定の垂直方向力は接触面 3 7 a、4 4 a の間に所定の摩擦力を確立し、これにより、面 4 4 a、3 7 a の境界面における摺動摩擦量を制御する。この摩擦は、ツールホルダ 3 5 が穿孔又はその他の工作工程の間、摺動しないよう調節されるが、内面 3 7 a、4 4 a の間の摩擦力に打ち勝つのに十分な力にて横方向に調節することができる。

【 0 0 3 3 】

接触面 3 7 a、4 4 a の間の摩擦境界面を図示し且つ説明したが、本発明は摩擦境界面に対するその他の位置とすることも考えられる。例えば、T 字形継手 3 7 の接触面 3 7 b と結合要素本体 3 8 の表面 3 8 b との間の摩擦接触を利用することができる。更に、ホルダ 3 5 の合わさる接触面 3 5 c と要素本体 3 8 の接触面 3 8 c との間に摩擦境界面を確立することができる。好ましくは、摩擦境界面を摺動ツールホルダの任意の面に対して確立し、ツールホルダが結合部材に対して摺動しないよう拘束されるようにする。

【 0 0 3 4 】

本発明は、合わさる接触面の一方又は双方の何れかに摩擦被覆 4 7 を施すことを考える。摩擦被覆 4 7 に対するブレーキパッド材料のような摩擦材料を使用することに加えて、本発明は、摩損、摩耗、かじり等に対する抵抗性を増す表面被覆を含む、1 つ又は 2 つ以上の接触面に施されたその他の型式の材料とすることも更に考える。かかる被覆は、摩擦係数を低下させることによりこの増大した抵抗性を設けることができる。かかる用途において、必要とされる摩擦力は、接触面の間の垂直方向力すなわち接触力を増すことにより実現することができる。摩損、摩耗、かじり等に対する増大した抵抗性を提供する色々な表面被覆の非限定的な例は、バビット (B a b b i t t) 軸受合金、ポリ塩化ビニルポリマー、ポリエチレンポリマー、T F E フルオロカーボンポリマー、二硫化モリブデン (黒鉛のような固体膜潤滑剤を使用して又は使用せずに)、及び油を使用することを含む。更に、非限定的な例として、本発明は、熱化学的被覆、熱浸漬被覆、めっき、機械的クラッディング、堆積被覆及び適宜な摩耗及び摩擦特性を実現する接触表面の熱処理を利用することをも考えられる。

【 0 0 3 5 】

本発明のいくつかの実施の形態は、工作する間、ツールホルダと結合要素に対して静止状態に保持する摩擦力の殆どを提供する 1 対の接触面を使用する。ツールホルダと結合要素との間のその他の接触面は摩擦係数が小さい表面仕上げ又は表面被覆を含むことができる。1 対の合わさる接触面にのみ高摩擦係数被覆材料及び表面を限定することにより、ツールホルダと結合要素との間の摺動摩擦の全体量及び位置を確実に且つ正確に維持することができる。

【 0 0 3 6 】

図 1 D には、本発明による別の実施例の端面図及び部分切欠き図が図示されている。要素の番号 (X X . X) と共に単一のプライム符号 (X X . X ') 又は二重プライム符号 (X X . X ' ') を使用することは、以下に説明し又は図示する相違点を除いて、上記に説明し又は図示したプライム符号無しの要素 (X X . X) と同一の要素を意味する。図 1 D には、装置 2 0 と実質的に同一であるが、例えば、高速度の回転の間に生ずる可能性のあるように、ツールホルダ 3 5 が結合部材 4 5 と非接触状態に摺動するのを防止する安全装置である保持リング組立体 4 8 を含む装置 2 0 ' が図示されている。高回転速度の状態下にて、ツール支持体 3 0 によって形成されるような、切削ツールホルダ 3 5 における回転質量の不均衡のため、切削ツールホルダ 3 5 の動きを拘束する摩擦負荷よりも大きい遠心負荷が形成されることになる。これらの状態下にて、切削ツールホルダ 3 5 は横方向に移動することができる。保持リング 4 8 はツールホルダ 3 5 の摺動動作を制限し、このため、ツールホルダ 3 5 と結合部材 4 5 の本体 3 8 との間に接触状態が存在する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

保持リング 4 8 は一側部に沿って分岐部 4 8 a を有している。分岐部 4 8 a はリング 4 8 が本体 3 8 の外径に沿って厳格な製造許容公差状態で摺動することを許容する。ばね 4 8 の圧縮を本体 3 8 の外面に対して内径部 4 8 c に沿って保持するため、締結具 4 8 b を締め付けることができる。第 2 より大きい内径部 4 8 d は切削ツール 3 5 の外面に対し隙間を提供し、この隙間は、切削ツール 2 5 の位置を調節するのに十分である。しかし、この隙間は切削ツール 3 5 を本体 3 8 から非係合状態にするのに不十分である。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 には、本発明の別の実施例による穿孔ツール装置 2 0 ' ' の端面図が図示されている。装置 2 0 ' ' は装置 2 0 と実質的に同一であるが、ツールホルダ 3 5 ' ' を本体 3 8 ' ' に締め付ける複数の止めねじ 1 9 を有している。装置 2 0 ' ' は、必ずしも穿孔ツール 2 0 の内側摩擦調節装置 4 0 を備えるとは限らない。止めねじ 1 9 は所定のトルクレベルまで調節される。この所定のトルクレベルは工作する間、ツールホルダを所要位置に維持するのに、十分な摩擦力ではあるが、本明細書に記載したように機械にて調節する間、摺動ツールホルダ 3 5 ' ' を所要位置に保持するには不十分な摩擦力を摺動ツールホルダ 3 5 ' ' に加える。止めねじ 1 9 は、止めねじが特定の角度位置、従って、特定量の摩擦を維持することも保証する、当該技術分野の当業者に既知の色々な係止装置又は係止方法を含むことができる。

【 0 0 3 9 】

装置 2 0 ' ' と同様の本発明の一実施例は、カリフォルニア州、コスタメサのクリテリオン・マシン・ワークスが製造する穿孔ツールを含む。クリテリオンの穿孔ツール部品 N o . D B L - 2 0 4 ヘッドは、クリテリオンの C B 3 - C V 5 0 テーパー付きアダプタ本体に結合される。この穿孔ツールは、切削ツールの位置を調節するため最初の装置のウォームギア機構を含む。このウォームギアは取り外す。切削工具ホルダをアダプタ本体に対して摺動しないように拘束する 3 つの止めねじには、約 4 0 インチポンドのトルクが加えられる。穿孔ツールは、イリノイ州、シャーンバーグのニイガタ・マシナリー (N i i g a t a M a c h i n e r y) が製造する S P N 6 3 (シリーズ番号 4 6 6 0 0 0 3 1) C N C 穿孔機械に取り付けられる。穿孔ツールは、穿孔ツールの表面を静止部材に対して配置することにより穿孔機械によって自動的に調節され、C N C 機械は切削ツールの横方向位置を調節するのに十分な横方向負荷を加える。穿孔ツールは、穿孔機械に対する穿孔ツールの結合状態を維持し且つ穿孔ツールに対する切削ツールの同一の締付け状態を維持しつつ、複数のボアを工作することができる。ツールホルダをアダプタ本体に対して摺動させるのに必要な力は約 1 6 7 . 8 3 k g (3 7 0 ポンド) 力であると考えられる。

【 0 0 4 0 】

図 4 には、本発明の別の実施例におけるシステム 8 0 が概略図的に図示されている。電子制御式機械 (C N C 穿孔機械のような) 8 2 は、トランスミッションケースのような被加工物又は製品 8 6 に穴 8 4 を穿孔するため摺動可能に調節可能な穿孔ツール 2 0 を使用する。穿孔機械 8 2 は、従来の仕方にて結合要素 4 5 に解放可能に結合する駆動装置 8 8 を備えている。駆動装置 8 8 は、穿孔過程の間、穿孔ツール 2 0 を回転させるためモータ 9 0 から電力を提供する。一実施例において、モータ 9 0 及び駆動装置 8 8 は穿孔ツール 2 0 を一定の位置に維持し、ボア 8 4 の工作は、多軸内で移動可能であるテーブル 9 2 に対して製品 8 6 を取り付けることにより行われる。しかし、本発明は、また穿孔ツール 2 0 をテーブル 9 2 に対して横方向に且つ軸方向に作動させ又は穿孔ツール 2 0 及びテーブル 9 2 の双方を横方向に且つ軸方向に動作させることも考えられる。好ましくは、機械 8 2 は、ソフトウェアアルゴリズム 9 6 を保存する記憶装置 9 5 を有するコンピュータ 9 4 を備えるものとする。機械 8 2 はテーブル 9 2 及び (又は) 駆動装置 8 8 の平行移動動作を検出する複数の位置センサ (図示せず) を有することが好ましい。C N C 穿孔機械を図示し且つ説明したが、本発明はまたコンピュータを使用せずに電子的に制御される穿孔機械及び機械的に制御された穿孔機械とすることも考える。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

穿孔ツール 20 の切削ツール 25 の位置を調節する 1 つの方法は、次の通りである。オペレータは、ボアのような作用部分を物品に工作し、ボアの直径のような作用部分の特徴を測定し、作用部分の寸法の誤差の程度を決定する。次に、オペレータは、CNC 機械に命令を発し又はこれと代替的に CNC 機械のソフトウェアを実行し又は電子制御式穿孔機械を電子的に配置するか、又は手動制御式穿孔機械を手動で配置し、測定した誤差に相応する距離だけ切削ツール 25 の位置を調節する。コンピュータ制御式でない電子式又は機械制御式穿孔機械の場合、オペレータは、適宜な電気又は手動制御装置を使用して穿孔ツールを横方向に移動させる。更に、本発明は、ボアの直径の測定が自動的に又は電子制御式機械 82 の 1 つ又は 2 つ以上の位置センサによって行われる実施の形態とすることも考えられる。本発明は、LVDT、電位差計、レーザ又は当該技術分野にて既知の任意のその他の装置を含む、任意の型式の位置センサを使用することも考えられる。 10

【0042】

結合要素 45 に対する切削ツール 25 の相対的位置の調節は、ツールホルダ 35 の外面 21 を静止部材 50 の表面 51 に対して配置することにより行われる。本発明の一実施例において、駆動装置 88 及び結合された穿孔ツールは、表面 21 が表面 51 に接近する迄、第 1 高速の移動速度にて横方向に移動し、その時点にて、より遅い移動速度が使用される。外面 21 を剛性面 51 に対してこのように配置することは、ツールホルダ 35 が結合要素 45 に対して摺動する方向と一致する。例えば、図 1 B に図示した穿孔ツール 20 の場合、剛性部材 50 は、図 1 B に図示するように垂直方向に伸び且つツールホルダ 35 の横外面 21 に接触する。剛性部材 50 と表面 21 との間にて加えられた力は、結合要素 45 に対するツールホルダ 35 の摺動動作方向に対し少なくとも部分的に平行である。しかし、本発明は、垂直に方位制御された剛性部材を使用することによりのみ限定されず、ツールホルダ 35 が結合要素 45 に対して摺動動作するための力を加えるべくツールホルダの表面と外面とが接触することを許容する表面に対して任意の方位とすることを考える。本発明のいくつかの実施の形態において、穿孔ツールが静止部材に対して移動する。その他の実施の形態において、1 つの部材、好ましくは、CNC 機械の制御下にある部材が静止穿孔ツールに対して移動する。 20

【0043】

表面 21 を表面 51 に対して配置した後、機械は 2 つの面を互いに押圧する。この 2 つの面を互いに押圧する結果、ツールホルダ 35 を結合要素 45 に対して保持する静止摩擦力を上回る迄、ツールホルダ 35 は摺動動作しない。機械によって加えられた横方向力が一度び静止摩擦力を上回ったならば、機械により加えられた力がツールホルダ 35 と結合要素 45 との間の動的（又は移動）摩擦力よりも大きい限り、ツールホルダ 35 は横方向に移動する。電子機械の位置センサ（図示せず）又は代替的に、手動制御式機械の人間のオペレータが切削ツールを新たな適正な位置に配置するのに十分な動作が行われたことを示す迄、機構は横方向力を加え続ける。 30

【0044】

CNC 穿孔機械は、表面 37 a、44 a 間の摩擦及び任意のその他摺動接触面間の摩擦を上回るのに十分な力にてツール 20 を横方向に移動させる。本発明の一実施例において、駆動装置及び穿孔ツールは、遅い速度にて横方向に移動する。本発明はまた、ツール 20 が静止状態に保持され、テーブル 92 が穿孔ツール 20 に対して横方向に移動する実施の形態とすることも考え、また、穿孔ツール 20 及びテーブル 92 の双方が互いに対して移動する実施の形態とすることも考える。切削ツールを結合部材に対して移動させるのに必要な力は、静止又は分離摩擦を上回る第 1 より大きい値とし、その後、移動又は動的摩擦を上回る第 2 より小さい値とすることができる。機械は、ボアの寸法を正確に設定するのに必要な距離だけツールホルダ 35 を横方向に移動させる迄、この力を加える。この距離は、それ以前にオペレータが決定した寸法上の誤差に相応する。 40

【0045】

図 1 A に図示するように、ツールホルダ 20 を「大きい」矢印で示した方向に向けて静止部材 50 に対して移動させる結果、ツールホルダ 35 及び切削ツール 25 は、より大きい 50

孔を穿孔する方向に向けて機械のカブラー４５から片寄りした状態となる。ツールホルダ２０を「小さい」矢印で示した方向に向けて剛性部材５０に対して移動させる結果、ツールホルダ３５及び切削ツール２５は、より小さい孔を穿孔する方向に向けて機械のカブラー４５から片寄りした状態となる。工作したボアの寸法を増すことが望まれる場合、切削ツールホルダの横方向位置を「大きい」矢印で示した方向に向けて静止部材５０に対して移動させる。これに相応して、より小さいボア（新たな物品におけるように）を形成することが望まれるならば、次に、摺動ツールホルダを「小さい」矢印で示した方向に向けて結合部材４５に対して移動させる。工作し、測定し、誤差を計算し、またボアのような作用部分を再工作することを含む方法について図示し且つ説明したが、本発明は、摺動可能に調節可能なツールホルダにて工作することのできる物品における任意の型式の作用部分を工作することを考える。いくつかの状況において、「未知」の位置から「既知」の位置までのように、切削ツールホルダの位置を再設定することが望ましい。

10

【００４６】

これら状況において、本発明の一実施例は、第１方向に向けて第１位置まで、特に小さいボアを工作する位置まで切削ツールを結合材に対して最初に摺動させることを考える。この最初の摺動は、穿孔ツールの第１面を静止部材と接触するように配置した後に行われる。一実施例において、この最初の摺動は、切削ツールを有する穿孔ツールを未知の位置にて受け入れ得るように設計され、また、最初の摺動により切削ツールは基準位置のような第１既知の位置に配置される。

【００４７】

20

この最初の摺動後、穿孔ツールの第２面は、静止部材の第２面と接触状態に配置される。好ましくは、穿孔ツールの第２面は、第１面と反対側の穿孔ツールの側にあるようにする。工作装置のテーブルが工作装置の駆動装置に対して摺動動作する結果、穿孔ツールの切削ツールホルダと共に摺動可能な面に力が加えられて、切削ツールホルダを第１方向と反対側の第２方向に向けて第２既知の位置まで移動させる。この第２摺動は、切削ツールを第１既知の基準位置から物品を工作する準備ができた位置まで移動させる。

【００４８】

本発明は、穿孔機械により加えられた横方向調節力に反作用し且つ抵抗する静止部材５０を使用することを考える。好ましくは、静止部材５０は、部材自体を殆ど動かさずに横方向調節力に反作用するようにする。このようにして、機械８２の１つ又は２つ以上の位置センサによって測定される、調節中の結合部材の横方向移動は、主として結合ツールホルダが結合部材に対して摺動動作することであり、静止部材の可撓性すなわち「屈曲性」によるものではない。しかし、本発明は、また部材５０が可撓性を有する実施の形態とすることも考えられ、この可撓性を補償する実施の形態も含む。このため、いくつかの実施の形態は、工作装置の位置センサによって測定された、切削ツールの位置を調節する摺動動作量が、オペレータが計算した工作誤差と相違する１つのアルゴリズムを含む。例えば、該アルゴリズムは、一定の量を計算した誤差に加え又は差し引き及び（又は）１以上又は１以下の定数をその誤差に掛けることを含むことができる。別の例として、本発明は、静止部材５０が穿孔ツールが接触した後、短い距離だけ自由に移動する実施の形態とすることを考え、これは、静止部材の接触面が釦又はセンサに結合され、該釦又はセンサがオペレータ又は電子式制御装置に対して、穿孔ツールと静止部材との接触が確立されたとの信号を提供するような場合である。別の例として、切削ツールホルダが結合部材に対して移動する前に、特定の静止部材が特定の量だけ偏向することも既知である。

30

40

【００４９】

本発明は、穿孔機械に、穿孔される製品の静止表面に又は穿孔機械に対するテーブルの移動距離内にある任意のその他の静止面にボルト止め又はその他の方法で取り付けられた分離可能な保持具を備える静止部材５０とすることを考える。摺動可能に調節可能な穿孔ツール２０を有するシステム８０について図示し且つ説明したが、本発明は、システム８０と共に本明細書に記載した任意の摺動可能な調節可能な穿孔ツールを使用することも考える。更に、切削ツールホルダ３５が結合部材４５に対して摺動する、摺動可能に調節可能

50

な穿孔ツール 20 について図示し且つ説明したが、切削ツールを再位置決めすることとも考えられ、また、その再位置決めを許容する任意のツールホルダを使用することも本発明に含まれることが理解される。

【0050】

本発明の更に別の実施例は、駆動要素に結合された穿孔ツールを維持し且つツールホルダが結合部材に対して締め付けられた状態を保ちつつ、オペレータ又は電子制御式機械 82 の何れかが、切削ツール 25 の位置を物品に特徴部分を粗切削する第 1 最初の位置まで調節する、物品の特徴部分を工作する方法とすることを考える。次に、オペレータ又は電子制御式コントローラは、第 1 粗切削の後、特徴部分を測定せずに、特徴部分を 2 回目に精密切削するための第 2 位置まで切削ツール 25 の位置を摺動可能に調節する。

10

【0051】

図 2 A には、本発明の別の実施例による摺動可能に調節可能な穿孔ツール 120 の端面図が図示されている。本明細書にて 1 つの要素部材 (X X . X) に対し「N」100 番台の接頭辞 (N X X) は、以下に説明し又は図示する相違点を除いて、上記に説明し又は図示した接頭辞無しの要素 (X X . X) と同一の 1 つの要素を意味する。

【0052】

穿孔ツール 120 は、結合要素 145 とツールホルダ 135 との間の摩擦境界面における摩擦力を上回ることにより、結合要素 145 に対して摺動可能に調節可能なツールホルダ 135 を有している。

【0053】

結合部材 145 の本体 138 は、1 対の摩擦調節装置 140 を有することが好ましい。調節装置 140 の各々は、ねじ式締結具のような調節部材 141 を有している。調節要素 141 の一端は、ばね 143 に対して当接する。調節要素 141 を回転させる結果、ばね 143 によってブレーキ板 144 に加えられる力が変化する。ブレーキ板 144 は、ツールホルダ 135 の表面 135 A に接触する接触面 144 A を有している。好ましくは、接触面 144 A、135 A の一方又はその双方は、2 つの接触面間の摩擦係数を増大させ又は修正する摩擦被覆部 147 を有している。

20

【0054】

接触面間の摩擦係数を増大させるため、摩擦被覆 47、147 を使用することについて図示し且つ説明したが、本発明は、また、摩擦係数を増大させないが、既知で且つ一定の摩擦係数を提供する、接触面の一方又は双方における材料及び表面被覆を使用することとも考えられる。例えば、本発明のいくつかの実施の形態は、摩擦係数を減少させる接触面間の表面被覆を含むが、これらの場合、ホルダ 35 を結合要素 45 に対して締め付ける全体的な摩擦力は、接触面間の垂直方向力を増大させることで増すことができる。本発明のいくつかの実施の形態は、特に、表面被覆がかじりに対する抵抗性、十分な耐摩耗性及び十分な耐久性を提供する場合、大きい垂直方向力を組み合わせて低摩擦係数の表面被覆を利用する。接触面間の摩擦係数にかかわらず、ツールホルダ 35 を結合要素 45 に対して締め付ける摩擦力は、工作する間、切削ツール 25 の位置を維持するのに十分であり、摩擦力は調節する間、剛性な表面に対して付与される横方向負荷に耐えるのに不十分である。

30

【0055】

好ましくは、接触面は互いに平行であるようにする。図 2 A にて理解し得るように、接触面 135 A、144 A の双方は、穿孔ツール 120 の中心線 122 に対して 45° の位置に配置されている。しかし、本発明は、また、接触面が互いに平行ではなく、1 つの接触面の端縁がその他の接触面と線接触するようにする実施の形態とすることも考える。更に、本発明は、ブレーキ板 144 とツールホルダ 135 との間の接触部が摩擦材料 147 にて被覆されない実施の形態とすることも考える。これらの実施の形態において、接触面 135 A、144 A 間の接触部は、ツールホルダ 135 を結合要素 45 に対して締め付ける主要な摩擦負荷を提供しない。その代わりに、接触面は結合要素 145 の本体 138 の表面と接触したツールホルダ 135 のその他の面に垂直方向力を付与する主要な手段である。このため、本発明は、第 1 対の接触面間の垂直方向力を増し、また、異なる対の接触面間

40

50

に主要な摩擦力を設けることも考える。

【0056】

図3A、図3B及び図3Cには、本発明の別の実施例による装置のそれぞれ1つの正面図、2つの端面図が図示されている。これら図面は、本発明の別の実施例による穿孔ツール220の色々な図を示す。穿孔ツール220は、ツールホルダ235と結合要素245の本体238とを締め付ける1対の摩擦調節装置240を有することが好ましい。調節装置240の各々は、締結具241により本体238に締結される静止部材244を有する。部材244は、ツールホルダ235の合わさる接触面235Aと接触する接触面244Aを有している。好ましくは、接触面244A、235Aの双方はほぼ平行であり、その双方が中心線222に対して鋭角な角度223にて配置されることが好ましい。締結具241を本体238内に締め付けると、接触面235A、244A間に垂直方向力が生ずる。しかし、接触面間の垂直方向力は、締結具241内の軸方向負荷の一部分である。この一部分は角度223の正弦値に依存する。例えば、角度233が30°の場合、締結具244が中心線222に対し平行に方位制御されるから、接触面間に加えられる垂直方向力は締結具244内の軸方向負荷の僅か半分にしか過ぎない。このため、接触面間の垂直方向力の量は角度223を選ぶことにより調節することができる。角度223が零に近づくに伴い、接触面間の垂直方向力は零に向けて低下する。このようにして、接触面間の直角方向負荷は、角度223及び締結具241に加えられるトルクを選ぶことで制御される。このように、本発明は、摩擦調節装置が垂直方向負荷を調節するばねを必要としない穿孔ツール220のような実施の形態とすることを考える。

10

20

【0057】

本発明は、摺動ツールホルダ35の動作を拘束する摩擦力が軸22に対し平行に何れかの方向に加えられた力に起因する実施の形態とすることも考えられることを理解されたい。例えば、図示したばね、液圧圧力、ソレノイド、電磁石及び遠心重りのいくつかのもの及び関連し且つ同等の装置を使用して摺動ツールホルダを付勢して結合部材から分離させることができる。しかし、本発明は、ばね、液圧圧力、ソレノイド、電磁石、遠心重り及び関連し且つ同等の装置を使用して摺動ツールホルダを結合要素に向けて付勢させる実施の形態とすることも考えられる。ツールホルダ及び結合要素が付勢されて分離する実施の形態の場合、工作する間、切削ツールに付与された軸方向負荷Xは、穿孔ツールにおけるこの付勢力に対抗し、従って、摩擦面間に作用する正味垂直方向力を減少させる。この垂直方向力の正味減少は、ツールホルダの摺動動作を拘束する摩擦力の正味減少に相応する。

30

【0058】

ツールホルダ及び結合部材が互いに付勢される実施の形態の場合、工作する間に切削ツールに付与される軸方向負荷Xは、摩擦面間に付与される垂直方向力を増大させる。この後者の例において、ツールホルダの横方向動作を拘束する摩擦力は工作する間、増大する。穿孔ツール20が配置され且つ摺動ツールホルダが結合部材に向けて付勢される実施の形態の場合、X方向への工作力が「自己励起」の仕方にて作用すると考えることができるように作用する、すなわち、切削ツールの使用は、ツールホルダが摺動しないように拘束する摩擦力を増大させる。

【0059】

図5には、本発明の別の実施例による装置320の端面図が図示されている。装置320は、摺動可能に調節可能な切削ツール325を有する穿孔ツールである。切削ツール325は、摺動可能に調節可能なツールホルダ335から延びるツール支持体330によって固定状態に支持されている。ツールホルダ335は、結合要素本体338の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又はT字形継手のような継手337を有することが好ましい。結合要素本体338は結合要素345の一部である。結合要素345は、円錐形の形状の端部及び結合境界面346を有し、その双方が穿孔ツール320を電子制御式機械82の駆動装置88のような駆動装置内に配置する(図4参照)。図5を再度参照すると、装置320は、装置320の対面する接触面間に垂直方向力を付与する摩擦調節装置340を有している。

40

50

【0060】

装置320は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付けるべく接触面間に摩擦力を付与する手段340を有している。手段340は、結合要素本体338内にチャンバ351を有している。ピストン344がチャンバ351内で摺動可能である。密封部材344.1がピストン344とチャンバ351の壁との間にシールを提供する。圧力調節ねじ353が本体338のボア内に螺着可能に受け入れられている。チャンバ351は液圧流体352を有している。調節ねじ353を本体338に対して内方又は外方の何れかに回すと、ボアから排出される流体352の量が増大又は減少する。この排出された流体量変化の結果、ピストン344の位置がこれに相応して変化する。例えば、ねじ353を内方に回すと、ピストン344は切削ツールホルダ335に向けて動く。ねじ353がピストン344をツールホルダ355と接触させるのに十分に移動した後、その後にねじ353の位置が変化すれば、チャンバ351内の圧力が変化し、これに相応してピストン344とツールホルダ335との間に付与される力が変化する。一実施例において、表面処理又は表面被覆347がピストン344の表面に（図5に図示するように）又はこれと代替的に、ツールホルダ335の相応する接触面に付与される。別の実施例において、表面処理又は表面被覆は、あり溝継手337の斜面の一方又はその双方に付与される。本発明は、本体338とツールホルダ335との間及び（又は）調節手段340とツールホルダ335との間で接触する任意の対の面間に摩擦力を発生させることを考える。

10

【0061】

図6Aには、本発明の別の実施例による装置420の端面図が図示されている。装置420は、摺動可能に調節可能な切削ツール425を有する穿孔ツールである。切削ツール425は、摺動可能に調節可能なツールホルダ435から延びるツール支持体430等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ435は、結合要素本体438の相補する形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又はT字形継手のような継手437を有することが好ましい。結合要素本体438は、結合要素445の一部である。結合要素445は、円錐形の形状の端部と、結合境界面446とを有することが好ましく、その双方が穿孔ツール420を電子制御式機械82の駆動装置88のような駆動装置内に配置する（図4参照）。

20

【0062】

図6Aを再度参照すると、装置420は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置440を備えており、該穿孔ツールは装置420の対面する接触面間に垂直方向力を付与し、該装置は、また、1対の接触面間に可変の摩擦力を作用させる手段として作動させることもでき、接触面の少なくとも一方が摺動ツールホルダ435にあるようにする。作動手段440は、部材444をツールホルダ435に向けて付勢し得るよう複数のばね443を偏倚させる部材442を有している。部材444（図示するように）又はこれと代替的に、ツールホルダ435の反対側表面に付与される表面処理又は表面被覆447は、ツールホルダ435の横方向への摺動動作に対抗する摩擦抵抗力を発生させる。更に、本発明は、ツールホルダ435と本体438との間にて圧縮状態に装荷された任意の対の接触面447に対し表面処理又は表面被覆447を付与することを考える。

30

【0063】

作動手段440は、本体438に枢動可能に結合され且つ連結機構463に枢動可能に結合されたカム462を有している。連結機構463の両端には、可動の釦464a、464bが配置されている。図6Aに図示するように、作動手段440は、釦464bが外方の位置にあり、カム462が第1位置に枢動した第1状態にある。カム462は部材442を第1所定の距離だけ偏倚させ、これにより、ばね443を通じて第1所定の力を付与し、ばねは摺動ツールホルダ435に対して第1接触力を発生させる。この第1接触力は、ツールホルダ435の摺動動作に抵抗する相応する第1摩擦力を発生させる。

40

【0064】

作動手段440はまた、第2状態まで作動させることもでき、その結果、摺動ツールホルダ435と本体438又は作動手段440の何れかの接触面との間に第2所定の摩擦力が

50

生じる。作動手段 440 は、釦 464b を内方に動かすことによりこの第 2 状態に配置することができ、この動作により、連結機構 463 はカム 462 を第 2 位置まで枢動させ、このことは部材 442 を更に偏倚させ且つばね 443 の圧縮力を増大させる。この追加的なばねの圧縮の結果、ツールホルダ 435 に対して部材 444 のより大きい垂直方向力が生じる。作動手段 440 は、釦 464a を内方に動かすことにより第 1 状態に戻ることができる。作動手段 440 は、ツールを使用するオペレータが釦 464b 又は 464a を押し又は引張るかの何れかにより第 1 状態又は第 2 状態の何れかに作動させることができる。更に、本発明は、作動手段 440 が CNC 穿孔機械に作用可能に結合された機構のような機構によって自動的に第 1 状態又は第 2 状態の何れかに作動される実施の形態とすることも考える。更に、ロッドのようなツールを穿孔機械又はテーブルに取り付けて、穿孔機械のコントローラが釦 464a 又は 464b の一方がロッドと接触するように装置 420 を配置する。その後装置 420 が横方向に移動する結果、接触する釦が移動する。

10

【0065】

図 6B には、装置 420 と実質的に同一であるが、ツールをカム 462' に直接結合する作用部を有する装置 420' が図示されている。装置 420b は、必ずしも押釦 464a 又は 464b を備える必要はなく、また、必ずしも作動手段 440' を作動させるリンク 463 を備える必要もない。装置 440' は、機械のオペレータがカム 462' を直接枢動させることを許容する枢動点 465 と一致するアレンヘッド部又は関連するトルク付与作用部を有している。カム 462' のアレンヘッド部へのアクセスは、本体 438' のボア（図示せず）を通じて提供される。このように、オペレータは、ツールホルダ 435 に横方向に付与された調節力がツールホルダ 435 の動作を拘束する摩擦力に上回ることで第 1 位置又は状態までツールによってカム 462' を回転させることができる。切削ツール 425' の位置が横方向に調節された後、オペレータはツールを本体 435 のボアを通じて挿入し、より大きい摩擦力がツールホルダ 435 の摺動動作を拘束し、第 2 より大きい摩擦力が工作する間に付与される任意の横方向負荷に耐えるのに十分な第 2 位置又は状態までカム 462' を回転させる。更に、本発明は、オペレータの手動のアクセスを必要とせずに、CNC 機械の一部分のような機構によってカム 462' が自動的に回転される実施の形態とすることも考えられる。

20

【0066】

図 7 には、本発明の別の実施例による装置 520 の端面図が図示されている。装置 520 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 525 を有する穿孔ツールである。切削ツール 525 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 535 から延びるツール支持体 530 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 535 は、結合要素本体 538 の相補する形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 537 を有することが好ましい。結合要素本体 538 は、結合要素 545 の一部分である。結合要素 545 は、円錐形の形状の端部及び結合境界面 546 とを有することが好ましく、その双方が穿孔ツール 520 を電子制御式機械 82 の駆動装置 88 のような駆動装置内に配置する（図 4 参照）。

30

【0067】

図 7 を再度参照すると、装置 520 は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置 540 を有しており、該摩擦調節装置は、装置 520 の対面する接触面間に垂直方向力を付与し、該装置は、また可変の摩擦力を作動させる手段 540 として作動させることもできる。作動手段 540 は、チャンバ 551 内で摺動可能なピストン 544 を有している。液圧圧力ポート 554 を通って液圧ポンプ（図示せず）のような供給源からの圧力がチャンバ 551 内の液圧流体 552 を加圧する。一例として、機械 82 に取り付けられた液圧ポンプが駆動装置 88 を通じて結合部材 545 のポート 554 内に液圧圧力を提供する。

40

【0068】

流体 552 の圧力の結果、部材 544 により摺動ツールホルダ 535 に加えられる相応する力が生じる。部材 544 により加えられたこの力は、ツールホルダ 535 及び本体 53

50

8 及び（又は）作動手段 5 4 0 の何れかの対向面間の所定摩擦力に相応する。一実施例において、作動手段 5 4 0 は、チャンバ 5 5 1 内で第 1 液圧圧力を加えることにより第 1 所定の摩擦力に相応する第 1 状態まで作動させることができる。別の実施例において、作動手段 5 4 0 は、また第 2 状態まで作動させることもでき、この第 2 状態において、チャンバ 5 5 1 内の第 2 より高圧力の結果、ツールホルダ 5 3 5 の接触面に対して加えられる相応してより大きい摩擦力となり、結合部材 5 4 5 に対するツールホルダ 5 3 5 の摺動動作に抵抗する。更に、本発明は、圧力が圧縮空気のような気体によって空気圧により提供される実施の形態とすることも考える。

【0069】

図 8 には、本発明の別の実施例による装置 6 2 0 の端面図が図示されている。装置 6 2 0 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 6 2 5 を有する穿孔ツールである。切削ツール 6 2 5 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 6 3 5 から延びるツール支持体 6 3 0 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 6 3 5 は、結合要素本体 6 3 8 の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 6 3 7 を有することが好ましい。結合要素本体 6 3 8 は結合要素 6 4 5 の一部分である。結合要素 6 4 5 は、円錐形の形状の端部及び結合境界面 6 4 6 を有することが好ましく、その双方が穿孔ツール 6 2 0 を電子制御式機械 8 2 の駆動装置 8 8 のような駆動装置内に配置する（図 4 参照）。

10

【0070】

図 8 を再度参照すると、装置 6 2 0 は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置 6 4 0 を有しており、該摩擦調節装置は、装置 6 2 0 の対面する接触面間に垂直方向力を付与し、該摩擦調節装置はまた摺動ツールホルダ 6 3 5 に対して可変の摩擦力を加える作動手段として作動させることもできる。作動手段 6 4 0 は、本体 6 3 8 に枢動可能に結合され且つまたスロット内で連結機構 6 6 3 に枢動可能に結合されたカム 6 6 2 も有している。連結機構 6 6 3 は、コア及び巻線を備える電磁ソレノイド 6 6 0 によって直線状に作動される。1 対の導電体 6 6 5 は、ソレノイド 6 6 0 を第 1 状態と第 2 状態との間で作動させるべく電源（図示せず）から電力を提供する。一例として、電力は駆動装置 8 8 の滑りリング（図示せず）を通じて工作装置 8 2 から導体 6 6 5 に提供される。

20

【0071】

図 8 に図示するように、ソレノイド 6 6 0 は第 1 状態にあり、この状態において、カム 6 6 2 はばね 6 4 3 を部材 6 4 4 に対して付勢し、ツールホルダ 6 3 5 に対する接触力を発生させる第 1 位置にある。ソレノイド 6 6 3 は、リンク 6 6 3 を上方に偏倚させる（図 8 に図示するように）、従って、カム 6 6 2 を第 2 位置まで枢動させる状態に変化させることができ、この第 2 位置において、ばね 6 4 3 は部材 6 4 4 を第 2 より大きい接触力にてツールホルダ 6 3 5 に対して付勢する。この第 2 接触力の結果、第 2 より大きい摩擦力がツールホルダ 6 3 5 に対して加えられ、この摩擦力は、工作する間、ツールホルダ 6 3 5 を横方向に移動しないように拘束する。

30

【0072】

一実施例において、ソレノイド 6 6 0 は、2 つの位置を有する電磁ソレノイドである。一例として、ソレノイド 6 6 0 は、電圧を印加することにより第 1 状態まで作動させることができる。電圧を除去すると、ソレノイド 6 6 0 のコアは、内側ばね I c によって第 2 状態に移行する。その他の実施の形態において、ソレノイド 6 6 0 は 2 位置係止電磁ソレノイドであり、この場合、第 1 電圧を印加すると、ソレノイド 6 6 0 のコアは、第 1 方向に向けて第 1 位置まで移動し、逆電圧を印加すると、ソレノイド 6 6 0 のコアは反対方向に向けて第 2 位置まで移動する。更に、本出願は、電磁ソレノイドのコアが作動手段のカム及び連結機構に直接作用せず、その代わりに、第 2 段に作用し、第 2 段がカムを枢動させるのに必要な原動力を提供する実施の形態とすることも考えられる。一例として、第 2 段は、液圧作動段とすることができ、この場合、ソレノイド 6 6 0 の第 1 段は、電気液圧弁を作動させるように作用する。

40

【0073】

50

図 9 には、本発明の別の実施例による装置 720 の端面図が図示されている。装置 720 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 725 を有する穿孔ツールである。切削ツール 725 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 735 から延びるツール支持体 730 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 735 は、結合要素本体 738 の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 737 を有することが好ましい。結合要素本体 738 は結合要素 745 の一部分である。結合要素 745 は、円錐形の形状の端部及び結合境界面 746 を有することが好ましく、その双方が穿孔ツール 720 を電子制御式機械 82 の駆動装置 88 のような駆動装置内に配置する（図 4 参照）。

【0074】

図 9 を再度参照すると、装置 720 は、装置 720 の対面する接触面間に垂直方向力を付与する、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置 740 を有しており、該摩擦調節装置はまた、ツールホルダ 735 及び作動手段 740 又は結合本体 738 の何れかの接触面間で可変の摩擦力を作動させる手段としても作動可能である。作動手段 740 は、コア部材 744 と、巻線 764 とを備える電磁石を有している。コア部材 744 の一端は、調節ねじ 741 に結合され、調節ねじは、コア部材 744 の 1 つの面と摺動ツールホルダ 735 の反対側面との間の距離を調節することができる。電源（図示せず）から導体 765 に電力が付与されると、電圧及び巻線 764 は、コア部材 744 に対して磁界を形成し、磁界は摺動ツールホルダ 735 を引き付ける。電磁石により発生された引き付け力の結果、ツールホルダ 735 及び本体 738 の対向する面間に接触力が生じる。これらの接触力の結果、ツール部材 735 が本体 738 に対して摺動しないように拘束する相応する摩擦力が生じる。

【0075】

作動手段 740 は、第 1 及び第 2 電流を、導体 765 を通じて相応して印加することにより、第 1 及び第 2 磁力引き付け状態に作動させることができる。これらの第 1 及び第 2 磁力は、ツールホルダ 735 を横方向に動かないように拘束する第 1 及び第 2 レベルの摩擦力に相応する。更に、いくつかの実施の形態は、単一量の電流を、導体 765 を通じて印加し、対向する接触面の間に単一の力を付与することを含む。本発明のいくつかの実施の形態は、結合要素に滑りリングを使用し、外部電源から電力を提供することを考える。更にその他の実施の形態は、内部電力を提供し得るように穿孔ツール内に配置されるバッテリーを使用することを考える。

【0076】

継手 745 の本体 738 内で別個の本体から形成される電磁石について図示し且つ説明したが、本発明は、本体 738 と一体であり、摺動動作に抵抗する摩擦力をツールホルダ 735 に発生させ得る方向に向けてツールホルダ 735 の少なくとも一部分を引き付ける電磁石を使用することが更に考えられる。更に、本発明は、ツールホルダ 735 と分離可能か又は一体であり、また、励起されたとき、ツールホルダ 735 を本体 738 に向けて引き付ける電磁石を使用することも考えられる。摺動動作に抵抗する摩擦力を発生させる電磁力を使用する本発明のこれらの実施の形態は、例えば、摺動ツールホルダ又は結合部材に対して、穿孔ツールの構造中に磁気材料を使用することを考える。更に、本発明は、非限定的な例として、ツールホルダに結合された第 1 電磁石及び結合部材に結合された第 2 電磁石を含む、2 つの電磁石が存在する実施の形態とすることも考えられる。

【0077】

図 10 には、本発明の別の実施例による装置 820 の端面図が図示されている。装置 820 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 825 を有する穿孔ツールである。切削ツール 825 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 835 から延びるツール支持体 830 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 835 は、結合要素本体 838 の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 837 を有することが好ましい。結合要素本体 838 は結合要素 845 の一部分である。結合要素 845 は、円錐形の形状の端部及び結合境界面 846 を有することが好ましく、その双方が穿孔

10

20

30

40

50

ツール 820 を電子制御式機械 82 の駆動装置 88 のような駆動装置内に配置する (図 4 参照)。

【0078】

図 10 を再度参照すると、装置 820 は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置 840 を有しており、該摩擦調節装置は、装置 820 の対面する接触面間に垂直方向力を付与し、また、摺動ツールホルダ 835 と結合本体 838 又は作動手段 840 の何れかの対向する接触面間で可変の力を作動させる手段 840 でもある。作動手段 840 は、枢動点 865 により本体 838 に枢動可能に結合された複数の遠心重り 864 を有することが好ましい。作動手段 840 は、ばね 843 を介して部材 844 に静荷重を付与する調節ねじ 841 を有している。ばね 843 からのこの静荷重は、装置 820 が第 1 非回 10 転状態にあるとき、摺動ツールホルダ 835 に対し第 1 接触力を付与する。この第 1 状態は、ツールホルダ 835 を任意のルーズな横方向動作をしないように拘束するのに十分であるが、ツールホルダの横方向位置が本明細書に記載されたように調節されたとき、ツールホルダ 835 の横方向位置を拘束するのに不十分な摩擦力をツールホルダ 835 に対して発生させる。

【0079】

装置 820 を回転させると、手段 840 は、部材 844 によって摺動ツールホルダ 835 に対して付与される第 2 より大きい接触力に相応する第 2 状態まで作動する。装置 820 が、例えば、物品を工作する等のために回転すると、遠心重り 864 のより大きい質量の 20 端部が外方に振り出されて、遠心重り 864 が枢動点 865 の周りで枢動するようにする。好ましくは、遠心重り 864 は、カム型形状を有し、重り 864 の枢動動作によりカム端部がツールホルダ 835 に対する相応する第 2 より大きい接触力にて部材 844 に押し付けられる。

【0080】

図 12 から図 15 には、本発明の別の実施例による装置 920 の色々な図が図示されている。装置 920 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 925 を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール 925 は、例えば、摺動可能に調節可能なツールホルダ 935 から延びる 30 ツール支持体 930 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 935 は、結合要素本体 938 の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 937 を有することが好ましい。結合要素 945 は結合要素本体 938 を有しており、穿孔ツール 920 を機械 82 の駆動装置 88 のような駆動装置内に配置する (図 4 参照)。

【0081】

穿孔ツール 920 は、複数のボルト 941 によりツールホルダ部分 935 . 1 に結合された継手部分 937 を備える多数部品のツールホルダ 935 を有することが好ましい。図 1 2 B、図 1 4 B を参照すると、ツールホルダ 935 のツール保持部分 935 . 1 は、挿入されたツール支持体 930 を受け入れる複数のボア 931 a、931 b、931 c を有する。適宜なねじ付き穴 918 内に受け入れられた止めねじ (図示せず) がツール支持体 9 40 を特定の穴内で係止する。

【0082】

図 1 2 A、図 1 3 A、図 1 5 A を参照して最も良く理解し得るように、継手部分 937 が 40 本体 938 に相補的な形状部分内に摺動可能に受け入れられる。第 2 ツール保持部分 935 . 1 は、本体 938 の第 2 相補的な形状部分内に更に摺動可能に受け入れられる。ツールホルダ部分 937、935 . 1 は、一実施例において、アレン頭部ねじである 1 つ又は 2 つ以上の締結具 941 により互いに締結されている。締結具 941 の各々は、端ぐり穴 931 a、931 b 及び (又は) 931 c 内に受け入れられている (図 1 2 A、図 1 4 C に最も良く図示するように)。図 1 2 A、図 1 3 A、図 1 3 B を参照すると、締結具のね 50 じ付き端部は本体 938 の端ぐり穴付きウェル 938 . 1 内に受け入れられる。図 1 5 B に最も良く図示するように、継手部分 937 は締結具 941 のねじ付き部分を受け入れ得るように 1 つ又は 2 つ以上のねじ付き穴 931 a'、931 b'、931 c' を有してい

10

20

30

40

50

る。

【0083】

図12A、図14A、図15Aを参照すると、本体938内のツールホルダ部分935・1、937の摺動組立体は、対向面935・2、937・2の間に僅かな空隙を残すことが好ましい。この空隙を有する実施の形態において、締結具941を締め付けると、本体938の2つの面にて圧縮力及び摩擦力が発生する。T字形継手部分937の接触面937bは本体938の対向する面938bと圧縮可能に接触する状態に配置される(図13A参照)。更に、接触面938cは、ツール保持部分935・1の接触面935・1cと圧縮可能な接触状態に配置される。部分937、935・1の対向面間の上述した空隙のため、これらは、ツールホルダ935の横方向動作を拘束する2つの摩擦境界面である。

10

【0084】

穿孔ツール920は、第1対の接触面937b、938b及び(又は)第2対の接触面935・1、938cの何れかにて摩擦力を修正し得るように摩擦材料層、表面被覆及び(又は)表面処理の色々な組み合わせを含むことができる。1つの非限定的な例として、摩擦力を増すための第1摩擦処理を接触面938c及び(又は)935・1cに施すことができる。摩擦係数を減少させる第2型式の摩擦処理は、接触面937b及び(又は)938bに施すことができる。この実施の形態において、切削ツール925の位置をツール保持部分935・1の表面に沿った一定の箇所921aにて調節する横方向力を付与することが好ましく、それは、部分935・1は継手部分937よりも摩擦によってより強固に保持されるからである。しかし、本発明はまた切削ツールの位置を調節する横方向力がT字形継手部分937の表面に沿った接触点921bにて付与される実施の形態とすることも考えられる。本発明は、また横方向調節力が部分937、935・1の表面に沿って同時に付与される実施の形態とすることも考えられる。

20

【0085】

図16から図19には、本発明の別の実施例による装置1020の色々な図が図示されている。装置1020は、摺動可能に調節可能な切削ツール1025を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1025は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1035から延びるツール支持体1030等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ1035は、結合要素本体1038の相補的な形状の継手に摺動可能に結合するあり溝継手又はT字形継手のような円筒状継手1037を有することが好ましい。結合要素1045は、穿孔ツール1020を機械82の駆動装置88のような駆動装置に配置する結合要素本体1038を有している(図4参照)。

30

【0086】

穿孔ツール1020は、複数のボルト1041によりツール保持部分1035・1に結合されたT字形継手部分1037を備える多数部品ツールホルダ1035を有することが好ましい。図16B、図18Bを参照すると、ツールホルダ1035のツール保持部分1035・1は、挿入されたツール支持体1030を受け入れる複数のボア1031a、1031b、1031cを有している。適宜なねじ付き穴1018内に受け入れられた止めねじ(図示せず)がツール支持体1030を特定の穴内で係止する。

【0087】

図16A、図17A、図19Aを参照して最も良く理解し得るように、継手部分1037が本体1038の相補的な円筒状形状部分内に摺動可能に受け入れられる。第2ツール保持部分1035・1は、本体1038の第2相補的な形状部分内に更に摺動可能に受け入れられている。ツールホルダ部分1037、1035・1は、一実施例において、アレン頭部ねじである1つ又は2つ以上の締結具1041により互いに締結されている。締結具1041の各々は、端ぐり穴1031a、1031b及び(又は)1031c内に受け入れられている(図16A、図18Cに最も良く図示するように)。図16A、図17A、図17Bを参照すると、締結具のねじ付き端部は、本体1038の端ぐり穴付きウェル1038・1内に受け入れられる。図19Bに図示するように、継手部分1037は、締結具1041のねじ付き部分を受け入れ得るように1つ又は2つ以上のねじ付き穴1031

40

50

a'、1031b'、1031c'を有している。

【0088】

図16A、図18A、図19Aを参照すると、本体1038内のツールホルダ部分1035.1、1037の摺動組立体は、対向面1035.2、1037.2の間に小さい空隙を残すことが好ましい。この空隙を有する実施の形態において、締結具1041を締め付けると、本体1038の2つの面にて圧縮力及び摩擦力が発生する。継手部分1037の円筒状接触面1037bは、本体1038の対向面1038bと接触状態に配置される(図17A参照)。更に、接触面1038cは、ツール保持部分1035.1の接触面1035.1cと圧縮可能に接触する状態に配置される。部分1037、1035.1の対向面間の上述した空隙のため、これらは、ツールホルダ1035の横方向動作を拘束する2つの摩擦面である。 10

【0089】

穿孔ツール1020は、第1対の接触面1037b、1038b及び(又は)第2対の接触面1035.1c、1038cの何れかにおける摩擦力を修正し得るように摩擦材料層、表面被覆及び(又は)表面処理の色々な組み合わせを含むことができる。1つの非限定的な例として、摩擦力を増すための第1摩擦処理を接触面1038c及び(又は)1035.1cに施すことができる。摩擦係数を減少させるための第2型式の摩擦処理は、接触面1037b及び(又は)1038bに施すことができる。この実施の形態において、ツール保持部分1035.1の表面に沿った接触点1021aにて切削ツール1025の位置を調節する横方向力を付与することが好ましく、それは、部分1035.1は継手部分1037よりも摩擦力によってより強固に保持されるからである。しかし、本発明は、切削ツールの位置を調節する横方向力が継手部分1037の表面に沿った接触点1021bにて付与される実施の形態とすることも考えられる。本発明は、また横方向調節力が部分1037、1035.1の表面に沿って同時に付与される実施の形態とすることも考えられる。 20

【0090】

本明細書に記載し且つ図示した本発明の実施の形態は、単一の切削ツールを含むものである。しかし、本発明は、単一の切削ツールを有する実施の形態にのみ限定されるものではなく、単一の結合要素に摺動可能に調節可能な切削ツールが多数、存在する実施の形態を含む、単一の結合要素に切削ツールが多数、存在する実施の形態とすることも考えられる。 30

【0091】

本発明の更にその他の実施の形態は、摺動する間、被加工物を工作する摺動可能に可動の切削ツールホルダに関するものである。一実施例において、切削ツールホルダは、湾曲した外面を有し、その湾曲程度は被加工物に工作すべき穴又はその他の作用部の所望形状に相応する。穿孔ツールが工作する間、物品に向けて前進すると、切削ツールの湾曲面と転がり又は摺動接触する静止部材が切削ツールホルダを押して、切削ツールが湾曲面の形状に相応する形状にて穴の側壁を工作する。切削ツールの湾曲面は、側壁の最終形状に対するテンプレートとして機能し、静止部材はテンプレートに対する従動子として機能する。

【0092】

図20、図21には、湾曲側壁を有する穴を穿孔する装置1120、1220がそれぞれ図示されている。本明細書にて使用するように、「湾曲側壁」という用語は、側壁の少なくとも一部分が穴の中心線に対し平行でない面を有する穴の側壁を意味するものとする。非限定的な例として、湾曲側壁は、円錐形、アール付き、及び(又は)S字形とすることができる。 40

【0093】

穿孔ツール1120、1220の各々は、結合要素の本体に摺動可能に結合された切削ツールホルダ内に保持された切削ツールを有する。これらの穿孔ツールは、対面する接触面間に垂直方向力を付与することにより摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置1140、1240をそれぞれ有しており、これらの摩擦調節装置はまた、上述し且 50

つ本明細書に全体として記載した仕方にて可変の摩擦力を作動させる手段としても作用可能である。しかし、摩擦調節装置は、切削ツールに付与された工作力により切削ツールホルダに付与された任意の横方向力に抵抗するのに十分であるが、静止部材により切削ツールホルダに対して加えられた横方向力に抵抗するのに不十分である摩擦力を提供し得るよう調節される。

【0094】

装置1120、1220は、摺動可能な切削ツールホルダに湾曲外面を有する点にて本明細書に記載したその他の穿孔ツールと相違する。図20に最も良く図示するように、穿孔ツール1120は、被加工物の穴内に工作すべき所望の斜角角度に相応する角度付き外面1134を有している。図21を参照すると、穿孔ツール1220は、複数の角度付き外面を有する湾曲面1234と、その間の直線状中心部分とを有する切削ツールホルダ1235を備えている。好ましくは、テンプレート表面1134、1234は、熱処理及び(又は)被覆等によって硬化されている。更に、これらの湾曲面は、摺動又は転がり摩擦を減少させる材料で被覆することができる。

10

【0095】

図22には、本発明の別の実施例によるシステム1180が概略図的に図示されている。システム1180は、上述したような電子制御式機械(CNC穿孔機械1182のような)を有することが好ましい。当該技術分野にて周知であるように、穿孔機械1182は、穿孔ツール1120を軸1122に沿って前進させ被加工物1186の工作を行う。しかし、本発明は、回転するが、軸方向に動かない穿孔ツールに向けてテーブル1192が軸

20

【0096】

システム1180は、リッジ付きであり且つ機械1182に固定状態に取り付けられることが好ましい静止部材1150を有している。このように、静止部材1150は、穿孔ツール1120が回転し且つ軸方向に移動するとき、軸方向又は横方向の何れにも移動しないことが好ましい。しかし、テーブル1192が穿孔ツールに向けて軸方向に移動する実施の形態において、静止部材1150は、テーブル1192又は被加工物1186の何れかに剛性に且つ固定状態に取り付けられている。

【0097】

静止部材1150は、その端部にボールベアリングのような摩擦防止ベアリング1156bを有することが好ましい、突き出す従動子1156aを備えている。摩擦防止ベアリング1156bは、従動子1156aの受け部内に拘束され且つ受け部内で回転自在である。

30

【0098】

静止部材1150は、穿孔ツール1120に近接する位置に配置されており、このため、従動子1156aのベアリング1156bは穿孔ツール1120の湾曲面1134と接触している。ベアリング1156bは、湾曲面1134に対して押し付けられる。穿孔ツール1120が被加工物1186に向けて軸1122に沿って前進すると、ベアリング1156bは湾曲面1134に押し付けられ且つこの押し付けによって切削ツール1135を穿孔ツール1120に対して摺動させる。この軸方向への前進の間、穿孔ツール1120は駆動装置1188によって回転されるため、被加工物1186に工作して形成された穴は、表面1134の湾曲に相応するように湾曲した側壁1184aを備えている。

40

【0099】

図22に最も良く図示するように、ベアリング1156bは、回転可能な中心線1122から最も離れた表面1144の部分に対して押し付けられる。このため、表面1134に対するベアリング1156bの押し付けは、穿孔ツール1120が1回転する毎に生ずる。穿孔ツール1125は、中心線1122から最も離れた切削ツールホルダ1135の部分に配置されているため、穴1184の側壁1184aは湾曲面1134の形状に直接相応する。

【0100】

50

これに反して、図 23 には、穴を穿孔するシステム 1180' が図示されており、側壁の形状が切削ツールホルダの湾曲面の逆像に相応する。この実施の形態において、ツール支持体 1130' が中心線 1122 から最も離れて延びる切削ツールホルダ 1135' の側部と反対側の中心線 1122 の側部に配置される。図 23 に図示するように、穿孔ツール 1120' が被加工物 1186' に向けて前進する結果、ツールホルダ 1135 が横方向に移動するため、切削ツール 1125' は前進するとき、より大径の穴を工作する。このため、穴 1184' の湾曲面 1184a' は接触面 1134' の逆形状に相応する。

【0101】

本発明の更に別の実施例において、穴の湾曲側壁の所望形状に相応する湾曲面が静止部材の上に配置され、表面従動子が回転する穿孔ツールに配置される。図 24 及び図 25 には、湾曲した側壁を有する穴を穿孔する装置 1420 が図示されている。

10

【0102】

穿孔装置 1420 は、上述したように、切削ツールと、ツール支持体と、摺動可能な切削ツールホルダと、結合要素と、結合要素本体とを有している。更に、穿孔装置 1420 は、摺動切削ツールを穿孔ツールに締め付ける摩擦調節装置 1440 を有し、該摩擦調節装置は、対面する接触面間に垂直方向力を付与し、また、可変の摩擦力を付与する作動手段として作用させることもできる。しかし、摩擦調節装置は、切削ツールに付与された工作力により切削ツールホルダに付与された任意の横方向力に抵抗するのに十分であるが、切削ツールホルダに対し静止部材により付与された横方向力に抵抗するのに不十分である摩擦力を提供し得るように調節される。

20

【0103】

摺動可能な切削ツールホルダ 1435 はまた、その外面に、摩擦防止ベアリング 1457b を有することが好ましい突き出し従動子 1457a を備える従動子組立体も有している。好ましくは、摩擦防止ベアリング 1457b は、従動子 1457a の受け部内に保持されたボールベアリングであり、また、受け部内で回転自在であるようにする。図 25 に最も良く図示するように、従動子 1457a 及び摩擦防止ベアリング 1457b は、切削ツール 1425 の 180° 対向する位置に配置されることが好ましい。このようにしてベアリング 1457b に加えられる任意の力は、切削ツール 1425 に付与される工作力の 1 つの成分に対し半径方向に対向する傾向となる。

【0104】

図 26 には、本発明の別の実施例によるシステム 1280 が概略図的に図示されている。システム 1280 は、上述したように、電子制御式機械 (CNC 穿孔機械 1282 のような) を有することが好ましい。当該技術分野にて周知であるように、穿孔機械 1282 は、穿孔ツール 1220 を軸 1222 に沿って前進させ、被加工物 1286 を工作する。しかし、本発明はまた、回転するが、軸方向に動かない穿孔ツールに向けてテーブル 1292 が軸方向に移動する実動の形態を含むものである。

30

【0105】

システム 1480 は、テーブル 1492、被加工物 1486 の何れかに剛性に取り付けられるが、切削ツールがその中心軸に沿って前進する実施の形態の場合、工作装置 1482 に取り付けられる静止部材 1450 を有することが好ましい。図 26 に図示するように、静止部材 1450 は、穴 1484 の側壁 1484a の所望形状に相応する湾曲面 1458 を有している。穿孔ツール 1420 のベアリング 1457b は、湾曲面 1458 と転がり接触している。穿孔ツール 1420 が軸 1422 に沿って被加工物 1480 に向けて前進すると、静止部材 1450 は、ツールホルダ 1435 を摺動させる横方向力を切削ツールホルダ 1435 に加える。図 26 に図示するように、ツール支持体 1430 は切削ツールホルダ 1435 の半径方向最外側部分と反対側の中心線 1422 の側に配置されており、このため、工作した側壁 1484a は湾曲面 1458 の逆に相応する。本発明は、ツール支持体 1430 をツールホルダ 1435 の任意の箇所に配置することを考えることが理解される。

40

【0106】

50

図 27 には、図 26 の断面図が図示されている。湾曲面 1488 は、軸 1422 に対し垂直な面内で円形の形状を有することが好ましいことが理解される。

図 28 には、湾曲側壁を有する穴を穿孔するシステム 1480' が概略図的に図示されている。システム 1480' は、以下に説明するように、静止部材及び湾曲面が相違する点を除いて、上述したシステム 1480 と同一である。

【0107】

システム 1480' は、全体として穿孔ツール 1420 の一部分を取り巻く静止部材 1450' を有している。静止部材 1450' は、リング 1450b' を工作装置 1482 に結合する支持部材 1450a' を有している。本発明のその他の実施の形態において、静止部材 1450' はテーブル 1492 又は被加工物 1486 の何れかに固定状態に取り付けることができる。 10

【0108】

リング 1450b' は、全体として穿孔ツール 1420 の一部分を取り巻く湾曲内面 1458' を有している。穿孔ツール 1420 が軸 1422 に沿って被加工物 1486 に向けて前進すると、静止部材 1450' は、工作する間、切削ツールホルダ 1435 を摺動させる横方向荷重をベアリング 1457b に加える。この軸方向への相対的な動作及び横方向移動の組み合わさった動作の結果、その側壁が湾曲面 1458' の形状に相応する穴となる。

【0109】

図 29 は、図 28 の装置のいくつかの断面図である。上述したように、リング 1450b' は、全体として切削ツール 1420 の一部分を取り巻く。切削ツール 1420 が軸 1422 の周りで回転するとき、ベアリング 1457b は内面 1458' と連続的に接触している。このため、切削ツール 1420 が被加工物に向けて前進すると、ベアリング 1457b に加えられた半径方向内方負荷は、切削ツール 1435 に加えられる半径方向内方の力が 1 回転の一部分にわたって加えられる部材 1450 の場合（図 27 に図示するように）と相違して、1 回転の全体にわたって加えられる。 20

【0110】

図 30 から図 34 には、本発明の別の実施例による装置 1520 の色々な図が図示されている。装置 1520 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 1525 を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール 1525 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 1535 から延びるツール支持体 1530 等によって固定状態に支持されている。ツールホルダ 1535 は、空所 1538、3 及び保持部材 1570 の下面 1570b により形成された相補的な形状の継手内で摺動可能に結合するあり溝継手又は T 字形継手のような継手 1537 を有することが好ましい。結合要素 1545 は結合要素本体 1538 を有し、また、穿孔ツール組立体 1520 を機械 82 の駆動装置 88 のような駆動装置上に配置する（図 4 参照）。結合要素 1545 は、ツールホルダ 1535 を穿孔機械に結合する。結合要素 1545 は、ツールホルダ 1535 に対する方向に向けて摺動可能である。ツールホルダ 1535 はある位置範囲に相応する寸法範囲内で穴を工作する方向に向けてある位置範囲にわたって調節可能である。 30

【0111】

穿孔ツール 1520 は、継手部分 1537 を備える多数部品のツールホルダ 1535 を有することが好ましい。図 32B を参照すると、ツールホルダ 1535 のツール保持部分 1535、1 は、挿入されたツール支持体 1530 を受け入れる複数のボア 1531a、1531b、1531c を有している。適宜なねじ付き穴 1518 内に受け入れられた止めねじ（図示せず）がツール支持体 1530 を特定の穴内に係止する。 40

【0112】

図 30A、図 30B を参照すると、ツールホルダ 1535 は、以下に説明するように、結合要素 1545 の組立体内に摺動可能に拘束されている。結合要素 1545 は、少なくとも 1 つのばね空所 1538、1 を有し、また好ましくは複数のばね空所を有する本体 1538 を備えている。一実施例において、ばね空所 1538、1 は、その内部に偏倚部材 1 50

5 4 3を受け入れる。図 3 0 A に図示するように、一実施例において、偏倚部材 1 5 4 3 はコイルばねである。しかし、本発明は、例えば、空気圧又は液圧作動の膨張可能な圧力容器、コイルばね及び板ばねを含むその他の型式の偏倚部材とすることを考える。

【 0 1 1 3 】

好ましくは、ばね 1 5 4 3 の各々は、相応する空所 1 5 3 8 . 1 の深さを上回る高さを有するようにする。この配置により、ばねの各々が相応する空所内に配置されたとき、「突き出るように立つ」。ばね 1 5 4 3 の上端の頂部には、可動部材 1 5 4 4 が配置されている。ばね力は、可動部材 1 5 4 4 を空所 1 5 3 8 . 1 から離れるように偏倚させる。可動部材 1 5 4 4 は相補的な形状の空所 1 5 3 8 . 2 内に位置することが好ましい。この空所は、可動部材 1 5 4 4 の外側形状を受け入れ（図 3 4 A に最も良く図示するように）、また、密着嵌まり状態となることが好ましい。しかし、本発明は、可動部材 1 5 4 4 が密着嵌まり状態にない非相補的な形状の空所内に可動部材 1 5 4 4 が配置される実施の形態とすることも考える。可動部材 1 5 4 4 は、空所 1 5 3 8 . 2 の深さ以下の高さを有することが好ましい。

10

【 0 1 1 4 】

ばねが相応する空所の頂部を超えて延びる配置について図示し且つ説明したが、本発明は、またばねが空所の高さに等しく又はそれ以下の高さである実施の形態とすることも考えられる。これら実施の形態のいくつかにおいて、可動部材 1 5 4 4 は、ばね空所内に嵌まり且つばねの頂部に接触する相応するスペーサ部分を有している。

【 0 1 1 5 】

ツールホルダ 1 5 3 5 は、本体 1 5 3 8 の空所 1 5 3 8 . 3 内に嵌まる摺動継手部分 1 5 3 7 を有している。継手 1 5 3 7 は、空所 1 5 3 8 . 3 の深さ以下であることが好ましい高さ 1 5 3 7 . 1 を有している。ツールホルダ 1 5 3 5 は、可動部材 1 5 4 4 の面 1 5 4 4 a と接触する接触面 1 5 3 7 a を有している。好ましくは、面 1 5 4 4 a は、面 1 5 3 7 a との制御された摩擦係数を提供する表面処理又は被覆を有するようにする。しかし、本発明は、また面 1 5 4 4 a、1 5 3 7 a の双方が表面被覆又は表面処理を含む実施の形態とし、また、面 1 5 3 7 a のみ表面被覆又は表面処理を含む実施の形態とすることも考える。

20

【 0 1 1 6 】

穿孔ツール組立体 1 5 2 0 は、ばね 1 5 4 3 及び可動部材 1 5 4 4 を含む、接触面間に摩擦力を付与する手段を有している。

30

ツールホルダ 1 5 3 5 は、部材 1 5 7 0 の保持耳状突起 1 5 7 2 を摺動可能に受け入れるスラップ形状凹所 1 5 7 1 を有することが好ましい。1 対の保持部材 1 5 7 0 が凹所 1 5 7 1 内に受け入れられ且つ本体 1 5 3 8 に締結される。部材 1 5 7 0 は、ばね 1 5 4 3、可動部材 1 5 4 4 及びホルダ 1 5 3 5 の継手部分 1 5 3 7 の組立体を圧縮する。保持部材 1 5 7 0 の下面 1 5 7 0 b が本体 1 5 3 8 と接触する迄、締結具 1 5 4 1 を締め付けることが好ましい。継手部分 1 5 3 7 の高さは空所 1 5 3 8 の深さよりも低く、また、可動部材 1 5 4 4 の厚さが空所 1 5 3 8 . 2 の深さよりも薄いため、締結具 1 5 4 1 を締め付けると、可動部材 1 5 4 4 はばね 1 5 4 3 に対して圧縮される。一実施例において、6 つのばね 1 5 4 3 が存在し、そのばねの各々がこの組み立てた状態にて約 2 . 5 4 m m (. 1 インチ) だけ圧縮される。これらの 6 つのばねは、可動部材 1 5 4 4 に対して 1 つのばね当たり約 4 . 5 4 (1 0) から 4 5 . 3 6 k g (1 0 0 ポンド) の力を提供することが好ましい。偏倚部材 1 5 4 3 は、接触面 1 5 4 4 a、1 5 3 7 a 間に圧縮力を付与し、これら同一の 2 つの接触面間の摩擦力を増し、結合部材 1 5 4 5 に対するツールホルダ 1 5 3 5 の摺動動作が拘束されるようにする。

40

【 0 1 1 7 】

図 3 0 A から理解されるように、ツールホルダ 1 5 3 5 の面 1 5 3 7 b と保持部材 1 5 7 0 の面 1 5 7 0 b との間に摩擦境界面が存在する。これらの対面する面は、ばね 1 5 4 3 によって圧縮状態に維持されている。本発明はまた、面 1 5 3 7 b、1 5 7 0 b の一方又は双方がその間の摩擦係数を制御する被覆又は処理を含む実施の形態とすることも考えら

50

れる。

【0118】

更に、偏倚部材によりツールホルダの底部に対して付勢される可動部材について図示し且つ説明したが、本発明は、また偏倚部材が摺動ツールホルダ表面に直接作用する実施の形態とすることも考えられる。かかる実施の形態において、偏倚部材は、摺動ツールホルダに直接作用し、摺動ツールホルダと保持部材との間の摩擦は、ツールホルダの横方向摺動動作を拘束する。

【0119】

本発明のいくつかの実施の形態は、摺動可能に調節可能なツールホルダが穴を穿孔する位置まで移動する仕方に影響を与える少量の「位置ヒステリシス」を含むことができる。例えば、本発明のいくつかの実施の形態に関して、摺動可能に調節可能なツールホルダが穴を穿孔する位置まで移動したとき、穿孔ツール組立体のいくつかの構成要素は、摺動可能なツールホルダを該ホルダが来た位置に向けて移動させようと試みることができる僅かな応力すなわち「記憶」を保持している。例えば、図12Aを参照すると、穿孔ツール920は2つの摺動可能なツールホルダ部分935、1、937を有している。横方向力がツールホルダ部分935、1に対して加えられると、本体938内の部分937はまた、同一方向に向けて摺動する。部分935、1が新たな位置に移動する迄、この横方向力は存在する。一度横方向力が除去されたならば、部分935、1は摩擦力によって所要位置に保持された新たな位置に止まる。

【0120】

しかし、いくつかの実施の形態において、ツールホルダ部分937は、部分935、1ほど横方向に移動せず、このため、締結具941を通じて僅かな横方向回復力を加え、この回復力は部分935、1をその新たな位置からその最初の位置に向けて戻るように偏倚させる。部分935、1をその新たな位置に維持する摩擦力は、多くの状態下にて該部分を所望の位置に保持するのに十分であるが、工作する間に付与される振動荷重又はその他の荷重により、部分937及び締結具941により加えられた「戻し」力又は「記憶」力の結果、部分935が僅かに移動することが可能である。本発明のいくつかの実施の形態において、この「戻り」力は無視し得ると考えられる。その他の実施の形態において、この戻り力に起因する横方向復帰動作量は、CNC穿孔機械の制御アルゴリズムにて対処することができる。しかし、本発明のその他の実施の形態において、穿孔ツール組立体は、この機械的なヒステリシスを最小にし且つ（又は）解消する特定の作用部を有している。図35から図41には、穿孔機械に対する摺動可能に調節可能なツールホルダに関する方法、システム及び装置の位置「ヒステリシス」又は精度に関係する多岐にわたる作用部を内蔵する色々な実施の形態が図示されている。これらの図面に図示した色々な作用部は、本明細書に記載された色々な実施の形態の多くに適用可能であることが理解される。

【0121】

図35は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置1620は、摺動可能に調節可能な切削ツール1625を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1625は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1635から延びるツール支持体1630によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置1625は、結合要素本体1638及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素1645を更に有するようにする。ツールホルダ1635は、好ましくは保持部材1670によって結合部材1645に摺動可能に保持されている。保持部材1670は、切削ツール1625が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔するのをツールホルダ1635が許容する方向に向けて摺動するのを許容する。一例として、図35を参照すると、この方向は横方向である。

【0122】

穿孔ツール組立体1620は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆1647を含むことが好ましい可動部材1644と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい1つ又は2つ以上の偏倚部材1643とを有する内部摩擦調節装置1640を備えている。本明細

10

20

30

40

50

書で使用するように、弾性的という用語は、偏倚部材が圧縮、緊張、捩れ及び（又は）せん断状態に配置されたとき、抵抗力を提供し、圧縮力、張力、捩れ又はせん断力が除去されたとき、永久的に変形せずに部材がある形状に戻るようにする能力を意味するものとする。明確化のため、図35には、単一の偏倚部材1643が図示されているが、本発明の色々な構成要素は、多数の偏倚部材とすることを考えられることが理解される。更に、本明細書の色々な図には、コイルばねのような特定型式の偏倚部材が図示されているが、本発明のその他の実施の形態は、一例として遠心装置、液圧又は空気圧機構、磁石等を含む、本明細書に記載した偏倚部材の任意のものを含むことが更に理解される。ツールホルダを結合部材から離れるように付勢し又はツールホルダ及び結合部材を互いに付勢し得るようにされ且つそのような形態とされた偏倚部材とすることが更に可能である。更に、コイルばねとして図示し且つ説明した偏倚部材は、捩ればね、板ばね、ベルビルばね等を含む任意の型式のばねとすることができる。

10

【0123】

可動部材1644は、本体1638の空所又はボア1638.2内に密着嵌まり状態となることが好ましい。部材1644がボア1638.2内に密着嵌めする性質のため、部材1644の任意の側方向への動作は大幅に減少する。しかし、部材1644の任意の横方向動作を更に最小にするため、部材1644の側部に表面被覆1647.2が施される。表面被覆又は処理1647.2は、上述した被覆又は処理の任意のものとしてすることができるが、選ばれた被覆又は処理は、部材1644と空所1638.2の接触壁との間の摺動摩擦を最小にすることが好ましい。一例として、表面被覆は、テフロン（Teflon）（登録商標名）、ナイロン又は低摩擦で且つ優れた摩耗特性を有するその他の有機質材料のような有機質材料とすることができる。更に、表面被覆又は処理1647.2は、摩耗性材料の蓄積物とすることができ、部材1644をボア1638.2内に最初に挿入する間、その一部分が摩耗するようにすることができる。更に、本明細書に記載した「表面被覆又は処理」という着想は、リベット止め、溶接、ろう付け、接着剤の使用又はその他の方法によるような、材料を部材1644の側部に取り付けることを含む。

20

【0124】

図36は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置1720は、摺動可能に調節可能な切削ツール1725を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1725は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1735から延びるツール支持体1730によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置1725は、結合要素本体1738及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素1745を更に備えるようにする。ツールホルダ1735は、好ましくは保持部材1770によって結合部材1745に摺動可能に保持されている。保持部材1770は、切削ツール1725が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔するのを許容する方向に向けてツールホルダ1735が摺動するのを許容する。一例として、図36を参照すると、その方向は横方向である。

30

【0125】

穿孔ツール組立体1720は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆1747を含むことが好ましい可動部材1744と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい1つ又は2つ以上の偏倚部材1743とを有する内部摩擦調節装置1740を備えている。本明細書で使用するように、弾性的という用語は、偏倚部材が圧縮、緊張、捩れ及び（又は）せん断状態に配置されたとき、抵抗力を提供し、圧縮力、張力、捩れ又はせん断力が除去されたとき、永久的に変形せずに部材がある形状に戻る能力を意味するものとする。明確化のため、図36は、単一の偏倚部材1743を含むが、本発明の色々な構成要素は、多数の偏倚部材とすることを考えることが理解される。

40

【0126】

可動部材1744は、摺動方向に対し少なくとも部分的に直交する第2方向に向けて結合要素1745の本体1738内で案内される。更に、偏倚部材1743は、本体1738と可動部材1744との間に力を付与し、この力は可動部材1744を少なくとも部分的

50

に第2方向に付勢する。以下に説明するように、可動部材1744は、摺動方向に向けて動かないように実質的に拘束される。

【0127】

可動部材1744は、本体1738の空所又はボア1738.2内に密着嵌めされることが好ましい。部材1744がボア1738.2内に密着嵌めする性質のため、部材1744の全ての横方向への動作は大幅に減少する。しかし、部材1744の全ての横方向動作を更に最小にするため、ボア1738.2の側部に表面被覆1747.2が施される。表面被覆又は処理1747.2は、上述した被覆又は処理の任意のものとすることができるが、選ばれた被覆又は処理は、部材1744と空所1738.2の壁との間の摺動摩擦を最小にする。一例として、表面被覆は、低摩擦で且つ優れた摩耗特性を有するテフロン（登録商標名）、ナイロン又はその他の有機質材料のような有機質材料とすることができる。更に、表面被覆又は処理1747.2は、摩耗性材料の蓄積物とすることができ、その蓄積物の一部は部材1744をボア1738.2内に最初に挿入する間、摩耗する。更に、本明細書に記載したように「表面被覆又は処理」の着想は、リベット止め、溶接、ろう付け、接着剤の使用又はその他の方法等によって材料を部材1744の側部に取り付けることを含む。

10

【0128】

図37は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置1820は、摺動可能に調節可能な切削ツール1825を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1825は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1835から延びるツール支持体1830により固定状態に支持されている。好ましくは、装置1825は、結合要素本体1838及び以下に説明する色々な内部構成要素を更に有する結合要素1845を更に備えるようにする。ツールホルダ1835は、好ましくは保持部材1870によって結合部材1845に摺動可能に保持されている。保持部材1870は、切削ツール1825が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔するのを許容する方向に向けてツールホルダ1835が摺動するのを許容する。一例として、図37を参照すると、その方向は横方向である。

20

【0129】

穿孔ツール組立体1820は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆1847を含むことが好ましい可動部材1844と、弾力的な偏倚力を提供することが好ましい1つ又は2つ以上の偏倚部材1843とを有する内部摩擦調節装置1840を備えている。明確化のため、図37には、単一の偏倚部材1843が図示されているが、本発明の色々な構成要素は、多数の偏倚部材とすることを考えることが理解される。

30

【0130】

可動部材1844は、摺動方向に対し少なくとも部分的に直交する第2方向に向けて結合要素1845の本体1838内を案内される。更に、偏倚部材1843は、本体1838と可動部材1844との間に力を付与し、この力は可動部材1844を第2方向に向けて少なくとも部分的に付勢する。以下に説明するように、可動部材1844は、摺動方向に移動しないよう実質的に拘束される。

【0131】

可動部材1844は、本体1838の空所1838.2内にルーズに受け入れられることが好ましい。しかし、可動部材1844の横方向への動作を最小にするため、部材1844は、相応する密着嵌めする相補的な形状の1つ又は2つ以上の作用部又はボス1838.4内に受け入れられる1つ又は2つ以上の案内作用部1844.4を有する。案内作用部1844.4を相補的な形状の作用部1838.4内に受け入れることは、可動部材1844を側方向に移動しないように拘束することになる。本発明のいくつかの実施の形態において、案内作用部1844.4、1838.4の一方又はその双方は、好ましくは摺動摩擦を最小にする上述したような表面被覆又は処理を含む。一実施例において、案内作用部1844.4は、可動部材1844に結合された1対の止めロッドであり、相補的な形状の案内作用部1838.4は、止めロッドと同一の外形を有する穴又はボアである。

40

50

【0132】

図38は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置1920は、摺動可能に調節可能な切削ツール1925を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1925は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1935から延びるツール支持体1930によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置1925は、結合要素本体1938及びそれ以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素を更に備えるようにする。ツールホルダ1935は、好ましくは保持部材1970によって結合部材1945に摺動可能に保持されている。保持部材1970は、切削ツール1925が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向にツールホルダ1935が摺動するのを許容する。一例として、図38を参照すると、その方向は横方向である。 10

【0133】

穿孔ツール組立体1920は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆1947を含むことが好ましい可動部材1944と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい1つ又は2つ以上の偏倚部材1943とを有する内部摩擦調節装置1940を備えている。明確化のため、図38は、単一の偏倚部材1943を含むが、本発明の色々な実施の形態は、多数の偏倚部材とすることを考えることが理解される。

【0134】

可動部材1944は、摺動方向に対し少なくとも部分的に直交する第2方向に向けて結合要素1945の本体1938内を案内される。更に、偏倚部材1943は、本体1938と可動部材1944との間に力を付与し、この力は可動部材1944を少なくとも部分的に第2方向に付勢する。以下に説明するように、可動部材1944は、摺動方向に向けて移動しないよう実質的に拘束される。 20

【0135】

可動部材1944は、本体1938の空所1938.2内を支持可能に案内される。ころベ어링1973の組立体が空所1938.2の両側部に配置されて、偏倚部材1943の付勢力に対抗する全ての摩擦力を減少させることが好ましい。

【0136】

部材1944の横方向動作を少なくするため、ベ어링組立体1973の少なくとも1つをばね部材1972により横方向に偏倚させることが好ましい。一実施例において、偏倚部材1972は、ベ어링組立体1973を反対側のベ어링組立体1973に向けて付勢し、組み立て前の状態において、ベ어링組立体の間の距離が可動部材1944の幅以下であるようにする。部材1944を対向するベ어링組立体1973の間に挿入すると、ばね負荷式ベ어링組立体が横方向に移動し且つばね1972が圧縮される。少なくとも1つのばね負荷式ベ어링組立体に対して組み立てられたとき、横方向力がばね1972により加えられたばね力を上回るのに十分とならない限り、可動部材1944は横方向に移動しない。ばね1972は、ツールホルダ1935を調節する横方向力よりも大きいことが好ましい横方向力にて可動部材1944に対して付勢され得るようにされ且つそのような形態とされている。 30

【0137】

本発明の更にその他の実施の形態において、可動部材1944の両側部にベ어링組立体が存在し、その一側部のみにばね負荷が加えられている。これらの実施形態のいくつかにおいて、非ばね負荷式ベ어링が可動部材1944の一側部に配置され、ツールホルダ1935が切削ツール1925により穿孔された穴の寸法を増す方向に動くことで可動部材1944が非ばね負荷式ベ어링に向けて摺動するようにする。 40

【0138】

図39は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置2020は、摺動可能に調節可能な切削ツール2025を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール2025は、摺動可能に調節可能なツールホルダ2035から延びるツール支持体2030によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置2025は 50

、結合要素本体 2038 及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素 2045 を更に備えるようにする。ツールホルダ 2035 は、好ましくは、保持部材 2070 によって結合部材 2045 に摺動可能に保持されている。保持部材 2070 は、切削ツール 2025 が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向に向けてツールホルダ 2035 が摺動するのを許容する。一例として、図 39 を参照すると、その方向は横方向である。

【0139】

穿孔ツール組立体 2020 は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆 2047 を含むことが好ましい可動部材 2044 と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい 1 つ又は 2 つ以上の偏倚部材 2043 とを有する内部摩擦調節装置 2040 を備えている。明確化のため、図 39 には、単一の偏倚部材 2043 が図示されているが、本発明の色々な実施の形態は、多数の偏倚部材とすることを考えることが理解される。

10

【0140】

可動部材 2044 は、少なくとも一部分、摺動方向に対して直交する第 2 方向に向けて結合要素 2045 の本体 2038 内を案内される。更に、偏倚部材 2043 は、本体 2038 と可動部材 2044 との間に力を付与し、この力は可動部材 2044 を少なくとも部分的に第 2 方向に付勢する。以下に説明するように、可動部材 2044 は、摺動方向に向けて移動しないよう実質的に拘束される。

【0141】

穿孔ツール 2020 の摩擦調節装置 2040 は、偏倚部材 2043 からの力が摺動方向に対して平行であり且つ少なくとも一部分、摺動方向に対して直交する第 2 方向に可動部材 2044 を付勢するようにされ且つそのような形態とされた偏倚部材 2043 及び可動部材 2044 を有することが好ましい。一実施例において、ばね 2043 が空所 2038 . 1 に配置されており、ばねがツールホルダ 2035 の摺動方向に対し平行な方向成分にて作用するようにする。

20

【0142】

図 39 に図示するように、ばね 2043 は横方向に作用する。偏倚部材 2043 の各々は、中間の摺動部材 2074 に作用することが好ましい。中間部材 2074 の各々は、可動部材 2044 の相補的な形状の面 2044 . 2 に接触する角度付き面を有することが好ましい。図 39 の特別な実施の形態に図示するように、中間部材 2074 の角度付き面は、装置 2020 の中心線 2022 に対して約 45° の角度とされている。このため、偏倚部材 2043 からの力は摺動方向に対して平行で且つ摺動方向に対して直交する方向に向けて可動部材 2044 に作用する。このため、ツールホルダ 2035 の摺動調節によって可動部材 2044 に付与された任意の横方向動作は、偏倚部材 2043 の少なくとも 1 つによって抵抗を受ける。更に、偏倚部材 2043 は、可動部材 2044 とツールホルダ 2035 との間に垂直方向力を付与する効果があり、この力は、工作する間、ツールホルダ 2035 の横方向動作を拘束するのに十分な摩擦力を付与する。

30

【0143】

図 40 は、装置の中心線に沿って断面図で示した本発明による別の実施例の概略図である。装置 2120 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 2125 を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール 2125 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 2135 から延びるツール支持体 2130 によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置 2125 は、結合要素本体 2138 及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素 2145 を更に備えている。ツールホルダ 2135 は、好ましくは保持部材 2170 によって結合部材 2145 上に摺動可能に保持されている。保持部材 2170 は、切削ツール 2125 が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向に向けてツールホルダ 2135 が摺動するのを許容する。一例として、図 40 を参照すると、その方向は横方向である。

40

【0144】

穿孔ツール組立体 2120 は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆 2147 を含む

50

ことが好ましい可動部材 2 1 4 4 と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい 1 つ又は 2 つ以上の偏倚部材 2 1 4 3 とを有する内部摩擦調節装置 2 1 4 0 を備えている。明確化のため、図 4 0 には、単一の偏倚部材 2 1 4 3 が図示されているが、本発明の色々な実施の形態は、多数の偏倚部材とすることを考えることが理解される。

【 0 1 4 5 】

可動部材 2 1 4 4 は、少なくとも一部分、摺動方向に対して直交する第 2 方向に向けて結合要素 2 1 4 5 の本体 2 1 3 8 内を案内される。更に、偏倚部材 2 1 4 3 は、本体 2 1 3 8 と可動部材 2 1 4 4 との間に力を付与し、この力は可動部材 2 1 4 4 を少なくとも部分的に第 2 方向に付勢する。以下に説明するように、可動部材 2 1 4 4 は、摺動方向に向けて移動しないよう実質的に拘束される。可動部材 2 1 4 4 は、可動部材の両側部に、ボア 2 1 3 8 . 2 内に密着嵌まり状態を維持する被覆 2 1 4 7 . 2 を有している。 10

【 0 1 4 6 】

穿孔ツール装置 2 1 2 0 は、ばね 2 1 4 3 と部材 2 1 4 3 から部材 2 1 4 4 まで偏倚力を伝達する可動部材 2 1 4 4 との間にあるころペアリング 2 1 4 3 . 1 の組立体が介在される点を除いて、装置 1 6 2 0 と同一である。ころペアリング 2 1 4 3 . 1 は、偏倚部材 2 1 4 3 により可動部材 2 1 4 4 に付与される全ての横方向「復帰」力を最小にする。

【 0 1 4 7 】

図 4 1 は、装置の中心線に沿って断面図で図示した、本発明による別の実施例の概略図である。装置 2 2 2 0 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 2 2 2 5 を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール 2 2 2 5 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 2 2 3 5 から延びるツール支持体 2 2 3 0 によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置 2 2 2 5 は、結合要素本体 2 2 3 8 及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素 2 2 4 5 を更に備えている。ツールホルダ 2 2 3 5 は、好ましくは保持部材 2 2 7 0 によって結合部材 2 2 4 5 上に摺動可能に保持されている。保持部材 2 2 7 0 は、切削ツール 2 2 2 5 が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向に向けてツールホルダ 2 2 3 5 が摺動するのを許容する。一例として、図 4 1 を参照すると、その方向は横方向である。 20

【 0 1 4 8 】

穿孔ツール組立体 2 2 2 0 は、可動部材 2 2 4 4 と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい 1 つ又は 2 つ以上の偏倚部材 2 2 4 3 とを有する内部摩擦調節装置 2 2 4 0 を備えている。明確化のため、図 4 1 は、単一の偏倚部材 2 2 4 3 を有するが、本発明の色々な実施の形態は、多数の偏倚部材及びその他の型式の偏倚部材とすることを考えることが理解される。 30

【 0 1 4 9 】

可動部材 2 2 4 4 は、摺動方向に対して少なくとも部分的に直交する第 2 方向に向けて結合要素 2 3 4 5 の本体 2 2 3 8 内を案内される。更に、偏倚部材 2 2 4 3 は、本体 2 2 3 8 と可動部材 2 2 4 4 との間に力を付与し、この力は可動部材 2 2 4 4 を少なくとも部分的に第 2 方向に付勢する。以下に説明するように、可動部材 2 2 4 4 は、摺動方向に移動しないよう実質的に拘束される。

【 0 1 5 0 】

穿孔ツール装置 2 2 2 0 は、工作する間、ツールホルダ 2 2 3 5 の移動を拘束する摩擦力が継手 2 2 3 7 の面 2 2 3 7 b と保持部材 2 2 7 0 の面 2 2 7 0 b との間に付与される内部摩擦調節装置 2 2 4 0 を備えている。好ましくは、面 2 2 3 7 b 、 2 2 7 0 b の一方又はその双方は、摺動可能なツールホルダ 2 2 3 5 と結合要素 2 2 4 5 の保持部材 2 2 7 0 の間に制御された摩擦境界面を提供する表面被覆又は処理 2 2 7 5 を有するようにする。上述した摩擦力を提供する垂直方向力は、可動部材 2 2 4 4 に作用する偏倚部材 2 2 4 3 から来る。可動部材 2 2 4 4 と継手 2 2 3 7 の対向面との間に配置されたころペアリング 2 2 4 3 . 1 の組立体は、部材 2 2 4 4 と継手 2 2 3 7 との間の全ての横方向力を減少させる。本発明は、また偏倚部材からの力がツールホルダ 2 2 3 5 に直接作用するこれらの実施の形態とすることも考える。 40 50

【0151】

図42は、装置1520に関して説明し且つ図示した点を除いて、装置の中心線に沿って断面図で示した、別の実施例1520'の概略図である。装置1520'は、摺動可能に調節可能な切削ツール1520'を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール1525'は、摺動可能に調節可能なツールホルダ1535'から延びるツール支持体1530'によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置1525'は、結合要素本体1538'及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素1545'を更に備えている。本明細書に示した色々な実施の形態は、結合要素又はツール支持体の色々な構成要素を示すが、本発明は、また同一又は同等の構成要素が結合要素又はツールホルダの他方に含まれる代替的な実施の形態とすることも考えられる。ツールホルダ1535'は、好ましくは、保持部材1570'によって結合部材1545'上に摺動可能に保持されている。保持部材1570'は、切削ツール1525'が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向に向けてツールホルダ1535'が摺動するのを許容する。一例として、図42を参照すると、その方向は横方向である。

10

【0152】

穿孔ツール組立体1520'は、ツールホルダ1535'と、ツールホルダ1535'及び(又は)本体1538'の何れかに設けられ、摺動及び静止摩擦を制御する表面処理又は表面被覆1547'と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい1つ又は2つ以上の偏倚部材1543'とを有する内部摩擦調節装置1540'を備えている。

【0153】

ツールホルダ1535'は、摺動方向に対し少なくとも部分的に直交する第2方向に向けて結合要素1545'の本体1538'内に配置されている。更に、偏倚部材1543'は、本体1538'とツールホルダ1535'との間に力を付与し、この力はツールホルダ1535'を少なくとも部分的に第2方向に付勢する。

20

【0154】

装置1520、1520'間の1つの相違点は、偏倚部材1543、1543'により付与される偏倚力の方向に関する。図30Aを簡単に参照すると、ばね1543は、結合要素1545及び摺動ツールホルダ1535を押して分離させ得るようにされ且つそのような形態とされている。偏倚要素1543は、切削ツール1525を工作される物品に向けて付勢する。これに反して、装置1520'のツールホルダ1535'は、ばね1543'がツールホルダ1535'を結合要素1545'に向けて付勢し得るようにされ且つそのような形態とされている。ばね1543'の配置及び形態は、空所1535.2'の底部に対して偏倚力を加え、この偏倚力は物品を工作する間、切削ツール1525'に付与される軸方向力Xと同一の方向である。このように、装置1520'は、摩擦力を発生させる垂直方向力が軸方向の工作力Xによって「自然励起」されるような配置及び形態とされている。

30

【0155】

偏倚要素1543'は、接触面1535c'、1538c'間に垂直方向力を付与し、その結果、工作する間、ツールホルダ1535'の横方向動作を拘束するのに十分であるが、調節する間、ツールホルダ1535'が結合要素1545'に対して横方向に摺動するのを防止するのに不十分な摺動摩擦がその間に生じる。この摩擦力を発生させるべく本明細書に記載した実施の形態の任意のものは、形成される付与された垂直方向力が「自然励起」する仕方にて軸方向への工作力に追加され得るようにされ且つそのような形態とすることが可能であることが理解される。

40

【0156】

この実施形態の1つの変更例において、ばね1543'は保持部材1570'の反対側にてツールホルダ1535'の空所内に配置されている。コイルばね1543'が圧縮ばねである実施の形態の場合、ツールホルダ1535'は結合部材1545'から離れる方向に付勢され、摩擦境界面が保持部材1570'の内面とツールホルダ1535'の上側内面との間に形成される。空所が保持部材1570'の反対側に配置されているから、ツ

50

ルホルダ 1 5 3 5 ' の重量は軽減される。更に、結合要素 1 5 4 5 ' の長さを短くし、その重量を更に軽減することができる。

【 0 1 5 7 】

図 4 3 は、装置の中心線に沿って断面図で示した、本発明による別の実施例の概略図である。装置 2 3 2 0 は、摺動可能に調節可能な切削ツール 2 3 2 5 を有する穿孔ツール組立体である。切削ツール 2 3 2 5 は、摺動可能に調節可能なツールホルダ 2 3 3 5 から延びるツール支持体 2 3 3 0 によって固定状態に支持されている。好ましくは、装置 2 3 2 5 は、結合要素本体 2 3 3 8 及び以下に説明する色々な内部構成要素を有する結合要素 2 3 4 5 を更に備えるようにする。ツールホルダ 2 3 3 5 は、好ましくは保持部材 2 3 7 0 によって結合部材 2 3 4 5 に摺動可能に保持されている。保持部材 2 3 7 0 は、切削ツール 2 3 2 5 が多岐にわたる穴直径又はその他の作用部を穿孔することを許容する方向に向けてツールホルダ 2 3 3 5 が摺動するのを許容する。一例として、図 4 3 を参照すると、その方向は横方向である。

10

【 0 1 5 8 】

穿孔ツール組立体 2 3 2 0 は、摺動摩擦を制御する表面処理又は表面被覆 2 3 4 7 を含むことが好ましい可動部材 2 3 4 4 と、弾性的な偏倚力を提供することが好ましい 1 つ又は 2 つ以上の偏倚部材 2 3 4 3 とを有する内部摩擦調節装置 2 3 4 0 を有している。明確化のため、図 4 3 は、単一の偏倚部材 2 3 4 3 を含むが、本発明の色々な実施の形態は、多数の偏倚部材を使用することを考えることが理解される。

20

【 0 1 5 9 】

装置 2 3 2 0 は、その全ての内容を参考として引用し本明細書に含めた国際特許出願 W O 9 8 / 4 8 9 6 4 号、ドイツ国特許出願第 4 0 2 2 5 7 9 号、及び米国特許出願第 2 0 0 1 / 0 0 2 8 8 3 2 号に開示された 1 つ又は 2 つ以上の引出しバーによって作動させることのできる枢動型穿孔ツールを有している。

【 0 1 6 0 】

装置 2 3 2 0 は、枢動型ツールホルダ 2 3 7 6 a を有しており、該枢動型ツールホルダは、ピン 2 3 7 6 b の周りで枢動し、これによりツールホルダ 2 3 3 5 に枢動可能に結合される。一実施例において、枢動型切削ツールホルダ 2 3 7 6 a は、引例の 1 つに記載されたように、枢動型ツールホルダの頂部分と第 1 引出し抜きバー 2 3 7 7 a の傾斜路部分との間に介在された機構（図示せず）により外方に枢動させることができる。引出しバー 2 3 7 7 a は、結合要素 2 3 4 5 内を案内される第 2 引出しバー 2 3 7 7 b によって軸方向に作動される。引出しバー 2 3 7 7 b とツールホルダ 2 3 3 5 の内側ボアとの間には十分な隙間が存在し、このため、結合要素 2 3 4 5 に対するツールホルダ 2 3 3 5 の摺動調節が妨害されることはない。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 1 】

【図 1】図 1 A は本発明の一実施例による装置の端面図である。図 1 B は部分内面図を含む、図 1 A の装置の端面図である。図 1 C は図 1 B の装置の外端面図である。図 1 D は保持リングを含む、図 1 C の装置の外端面図及び部分切欠き図である。

【図 2】図 2 A は本発明の別の実施例による端面図である。

40

【図 3】図 3 A は本発明の別の実施例による装置の端面図である。図 3 B はいくつかの部分を断面図で示した、図 3 A の装置の端面図である。図 3 C はいくつかの部分を断面図で示した、図 3 A の装置の端面図である。

【図 4】本発明の別の実施例による穴を穿孔し且つ穿孔ツールを調節するシステムの概略図である。

【図 5】部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。

【図 6】図 6 A は部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。図 6 B は、部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。

【図 7】部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。

【図 8】部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。

50

- 【図 9】部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。
- 【図 10】部分内面図を含む、本発明の別の実施例による装置の端面図である。
- 【図 11】本発明の別の実施例による装置の端面図である。
- 【図 12】図 12 A は本発明の別の実施例による装置の端面図である。図 12 B は図 12 A の線 12 B - 12 B に沿った図 12 A の装置の端面図である。
- 【図 13】図 13 A は図 12 A に示す装置の一部分の端面図である。図 13 B は図 13 A の線 13 B - 13 B に沿った図 13 A の装置の端面図である。
- 【図 14】図 14 A は図 12 A の装置の部分端面図である。図 14 B は図 14 A の線 14 B - 14 B に沿った図 14 A の装置の端面図である。図 14 C は図 14 B の線 14 C - 14 C に沿った図 14 B の装置の断面図である。 10
- 【図 15】図 15 A は図 12 A の装置の一部端面図である。図 15 B は図 15 A の線 15 B - 15 B に沿った図 15 A の装置の断面図である。
- 【図 16】図 16 A は本発明の別の実施例による装置の端面図である。図 16 B は図 16 A の線 16 B - 16 B に沿った図 16 A の装置の端面図である。
- 【図 17】図 17 A は図 16 A の装置の一部端面図である。図 17 B は図 17 A の線 17 B - 17 B に沿った図 17 A の装置の端面図である。
- 【図 18】図 18 A は図 16 A の装置の一部端面図である。図 18 B は図 18 A の線 18 B - 18 B に沿った図 18 A の装置の端面図である。図 18 C は図 18 B の線 18 C - 18 C に沿った図 18 B の装置の断面図である。
- 【図 19】図 19 A は図 16 A の装置の一部端面図である。図 19 B は図 19 A の線 19 B - 19 B に沿った図 19 A の装置の端面図である。 20
- 【図 20】本発明の別の実施例による穿孔ツールの端面図である。
- 【図 21】本発明の別の実施例による穿孔ツールの端面図である。
- 【図 22】本発明の別の実施例による湾曲穴を穿孔するシステムの概略図である。
- 【図 23】本発明の別の実施例による湾曲穴を穿孔するシステムの概略図である。
- 【図 24】本発明の別の実施例による穿孔ツールの端面図である。
- 【図 25】図 24 の線 25 - 25 に沿った図 24 の装置の端面図である。
- 【図 26】本発明の別の実施例による湾曲穴を穿孔するシステムの概略図である。
- 【図 27】図 26 の線 27 - 27 に沿った図 26 の装置の断面図である。
- 【図 28】本発明の別の実施例による湾曲穴を穿孔するシステムの概略図である。 30
- 【図 29】図 28 の線 29 - 29 に沿った図 28 の装置の断面図である。
- 【図 30】図 30 A は本発明の別の実施例による装置の端面図及び部分切欠き図である。図 30 B は図 30 A の線 30 B - 30 B に沿った図 30 A の装置の図である。
- 【図 31】図 31 A は図 30 A の装置の一部端面図である。図 31 B は図 31 A の線 31 B - 31 B に沿った図 31 A の装置の端面図である。
- 【図 32】図 32 A は図 30 A の装置の一部端面図である。図 32 B は図 32 A の線 32 B - 32 B に沿った図 32 A の装置の端面図である。図 32 C は図 32 B の線 32 C - 32 C に沿った図 32 B の装置の端面図である。
- 【図 33】図 30 A の装置の一部端面図である。
- 【図 34】図 34 A は図 30 A の装置の一部端面図である。図 34 B は図 34 A の線 34 B - 34 B に沿った図 34 A の装置の端面図である。 40
- 【図 35】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 36】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 37】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 38】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 39】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 40】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 41】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 42】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。
- 【図 43】本発明の別の実施例による装置の概略断面図である。 50

【符号の説明】

【0162】

19	止めねじ	
20	穿孔ツール、装置	
21	ツールホルダの外面	
22	軸	
25	切削ツール	
30	ツール支持体	
35	ツールホルダ	
35c	ツールホルダの接触面	10
37	T字形継手	
37a、44a	接触面	
37b	T字形継手の接触面	
38	結合要素本体	
38c	要素本体の接触面	
38b	結合要素本体の表面	
40	内側摩擦調節装置	
41	調節部材	
42	調節板	
43	ばね	20
44	ブレーキ板	
45	機械の結合要素、結合装置、結合部材、カプラー	
46	接合境界面	
47	摩擦被覆	
48	保持リング組立体、ばね	
48a	保持リングの分岐部	
48b	締結具	
48c	内径部	
48d	第2内径部	
50	静止部材、剛性部材	30
51	静止面、剛性面	
80	システム	
82	電子制御式機械、穿孔機械	
84	穴、ボア	
86	製品	
88	駆動装置	
90	モータ	
92	テーブル	
94	コンピュータ	
95	記憶装置	40
96	ソフトウェアアルゴリズム	
X	軸方向力	
Y	横方向負荷	

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
27 June 2002 (27.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/49791 A1(51) International Patent Classification*: **B23B 1/00**47304 (US). **BAKER, Joseph** [US/US]; 413 Plum Street,
Farmland, Indiana 47340 (US).

(21) International Application Number: PCT/US01/49082

(22) International Filing Date:
18 December 2001 (18.12.2001)(74) Agents: **DANILUCK, John, V.**; Woodard, Emhardt,
Naughton, Moriarty & McNett Bank One Center/Tower,
Suite 3700, 111 Monument Circle, Indianapolis, IN 46204
et al. (US).

(25) Filing Language: English

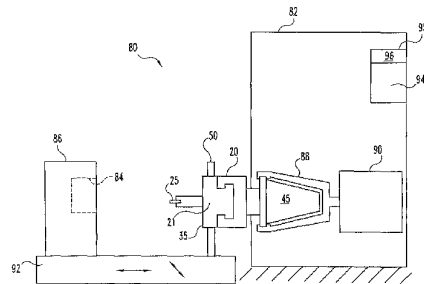
(81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/256,371 18 December 2000 (18.12.2000) US
60/270,723 22 February 2001 (22.02.2001) US(71) Applicant (*for all designated States except US*): **CARDE-**
MON INC., D/B/A CAR-TEC COMPANY [US/US];
4605 South Walnut Street, Muncie, IN 47302 (US).(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).(72) Inventors: and
(75) Inventors/Applicants (*for US only*): **CARDEMON,**
Richard, A. [US/US]; 3564 Johnson Circle, Muncie, IN

[Continued on next page]

(54) Title: ADJUSTMENT METHOD AND APPARATUS FOR A BORING TOOL



(57) Abstract: Method and apparatus for adjusting the position of a cutting tool. In one embodiment, a boring tool (20) includes a coupling member (45) which is driven by a CNC boring machine, and a sliding tool holder (35) which is slidably coupled to the coupling member. A frictional force resists sliding movement of the cutting tool member (35). The frictional force is sufficient to retain the position of the cutting tool during machining operations. However, the frictional force is insufficient to resist a lateral force applied parallel to the direction of sliding, as used during adjustment of the tool position. In another embodiment, either a surface (1134) of the sliding tool holder (1135, 1135') or a surface (1458, 1458') of a frictional member (1450, 1450') are contoured with a shape that corresponds to a desired contour of a sidewall (1184a) of a hole (1184). During machining, a follower (1457b) in contact with the contoured surface (1458, 1458') causes the cutting tool holder to slide laterally during machining, thus contouring the sidewall of the hole.

WO 02/49791 A1

WO 02/49791 A1**Published:**

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

I

ADJUSTMENT METHOD AND APPARATUS FOR A BORING TOOL

This application claims the benefit of priority to U.S. Provisional Applications Serial No. 60/256,371, filed December 18, 2000; and Serial No. 5 60/270,723, filed February 22, 2001, both of which are incorporated herein by reference.

FIELD OF THE INVENTION

This invention concerns an apparatus for a tool used when performing a 10 machining operation, and more specifically to a boring tool used with a Computer Numerically Controlled (CNC) boring machine.

BACKGROUND OF THE INVENTION

15 Many products, such as automotive transmission housing and engine blocks, include precision bored holes. These holes are bored by cutting tools supported by a boring tool which is driven by a boring machine. In many situations, the boring machine is computer numerically controlled (CNC) for reasons of flexibility, economics, and precision. Many CNC boring machines are 20 capable of performing a wide range of operations on a product, including the boring of many different sizes of holes, by the automatic selection of a previously adjusted boring tool from a tool bank.

However, many boring tools require manual adjustment by the machine operator. Some currently used boring tools, such as the 3F-HBD Boring and 25 Facing Head by Criterion Machine Works of Costa Mesa, California; and the tools of the Starflex Boring Tool Program of the Johne+ Company of Germany require manual adjustment of the position of the cutting tool corresponding to the desired bore diameter. Some tools include an internal worm gear adjustable by the operator with an Allen wrench to slide a tool holder within a groove of a machine 30 coupling member. After the operator has manually positioned the cutting tool to bore the correct size diameter, the operator then tightens one or more fasteners to lock the position of the tool holder relative to the machine coupling element. Thus,

WO 02/49791

PCT/US01/49082

2

the clamping force holding the cutting tool on the boring tool is not maintained during adjustment and the tool is reclamped after adjustment. This slow, inflexible, labor-intensive adjustment method detracts from the speed and economy of the CNC machine by requiring the operator to stop the operation of the CNC machine during the period of adjustment.

5 What is needed is a boring tool which permits adjustment of the position of the cutting tool by operation of the machine, and not by manual readjustment. Further, what is needed is a method of adjusting a boring tool on a CNC machine by software commands. The present invention overcomes the drawbacks of the related art in novel and unobvious ways.

10

WO 02/49791

PCT/US01/49082

3

SUMMARY OF THE INVENTION

One embodiment of the present invention is a unique method to adjust the position of a cutting tool. Other embodiments include unique apparatus, methods, systems, and devices for adjusting the position of a cutting tool.

5 A further embodiment of the present invention pertains to adjusting the position of a cutting tool used in a boring operation. The cutting tool is slidably coupled to the boring tool with a frictional force sufficient to hold the cutting tool steady during machining of a bore, but insufficient frictional force to prevent the adjustment of the lateral position of the cutting tool.

10 Still another embodiment of the present invention pertains to a machining apparatus in which a cutting tool is slidably coupled to a tool apparatus. The tool apparatus includes a mechanism for applying varying amounts of frictional force against the sliding tool holder.

Yet another embodiment of the present invention relates to a method for
15 adjusting the sliding position of a cutting tool. The method includes sliding the cutting tool in a first direction to a first predetermined position. The cutting tool is then moved in a second direction opposite to the first direction to a second predetermined position.

In yet another embodiment of the present invention, there is a method for
20 machining an object. The method includes coupling a boring tool to a boring machine, and clamping a slidable cutting tool to the boring tool. The lateral position of the cutting tool is changed while maintaining the coupling and clamping. After the position of the cutting tool has been changed, the object is machined while maintaining the coupling and clamping.

25 Yet another embodiment of the present invention includes a system for boring a hole. The system includes a computer numerically controlled machining apparatus having an electronic controller. The electronic controller adjusts the sliding position of the cutting tool holder by placing a surface of the cutting tool holder in contact with a second surface of a static member. The electronic
30 controller commands the machining apparatus to apply a force across the surfaces in contact.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

4

A still further embodiment of the present invention includes an apparatus for boring a hole. The apparatus includes means for applying a normal force between first and second contact surfaces. The normal force creates a predetermined frictional force sufficient to restrain the position of the tool holder when the cutting tool is boring a hole, but which predetermined frictional force is insufficient to restrain the lateral position of tool holder when the lateral position of the tool holder is adjusted.

A still further embodiment of the present invention includes an apparatus for machining a hole with a boring machine. The apparatus includes a movable tool holder slidably coupled to a coupling element. A spring urges a contact surface of the tool holder against a contact surface of the coupling element.

Yet another embodiment of the present invention includes an actuating mechanism which varies the contact force between a cutting tool holder and a coupling member. The mechanism is actuatable between a first state in which a first contact force is applied in a direction at least partly parallel to the rotational axis of the cutting tool holder, and a second state in which the mechanism is actuatable to provide a second contact force greater than the first contact force in a direction at least partly parallel to the rotational axis.

A still further embodiment of the present invention includes a method for boring a hole in an object, wherein a surface of the cutting tool holder slides against a surface of a static member placed proximate to the boring tool. The surface of the cutting tool holder slides against the surface of the static member during machining of the object.

In yet another embodiment of the present invention, there is a contoured surface on either an external surface of a slidable cutting tool holder, or on an external surface of a static member. The contour corresponds to the contour of the sidewalls of the hole to be bored. The surfaces of the cutting tool holder and static member are in contact during machining of the hole. Accordingly, one object of the present invention is to provide a unique method for adjusting the position of a cutting tool.

Another object of the present invention is to provide a unique method for machining a contoured sidewall of a hole.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

5

Further objects, embodiments, forms, benefits, aspects, features, and advantages of the present invention can be obtained from the description, drawings, and claims provided herein.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

6

DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1A is an end view of an apparatus according to one embodiment of the present invention.

5 FIG. 1B is a side elevational view of the apparatus of FIG. 1A, and including a partial internal view.

FIG. 1C is an external side elevational view of the apparatus of FIG. 1B.

FIG. 1D is an external side elevation view and partial cutaway view of the apparatus of FIG. 1C which includes a retaining ring.

10 FIG. 2A is a side elevational view according to another embodiment of the present invention.

FIG. 3A is an end view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

15 FIG. 3B is a side elevational view of the apparatus of FIG. 3A, with some portions shown in cross-section.

FIG. 3C is a side elevational view of the apparatus of FIG. 3A with some portions shown in cross-section.

FIG. 4 is a schematic representation of a system for boring holes and adjusting a boring tool according to another embodiment of the present invention.

20 FIG. 5 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

FIG. 6A is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

25 FIG. 6B is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

FIG. 7 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

FIG. 8 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

30 FIG. 9 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

7

FIG. 10 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention, and including a partial internal view.

FIG. 11 is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

5 FIG. 12A is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

FIG. 12B is a view of the apparatus of FIG. 12A as taken along line 12B-12B of FIG. 12A.

10 FIG. 13A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 12A.

FIG. 13B is a view of the apparatus of FIG. 13A as taken along line 13B-13B of FIG. 13A.

FIG. 14A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 12A.

15 FIG. 14B is a view of the apparatus of FIG. 14A as taken along line 14B-14B of FIG. 14A.

FIG. 14C is a cross sectional view of the apparatus of FIG. 14B as taken along line 14C-14C of FIG. 14B.

20 FIG. 15A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 12A.

FIG. 15B is a cross sectional view of the apparatus of FIG. 15A as taken along line 15B-15B of FIG. 15A.

FIG. 16A is a side elevational view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

25 FIG. 16B is a view of the apparatus of FIG. 16A as taken along line 16B-16B of FIG. 16A.

FIG. 17A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 16A.

30 FIG. 17B is a view of the apparatus of FIG. 17A as taken along line 17B-17B of FIG. 17A.

FIG. 18A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 16A.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

8

FIG. 18B is a view of the apparatus of FIG. 18A as taken along line 18B-18B of FIG. 18A.

FIG. 18C is a cross sectional view of the apparatus of FIG. 18B as taken along line 18C-18C of FIG. 18B.

5 FIG. 19A is a side elevational view of portion of the apparatus of FIG. 16A.

FIG. 19B is a view of the apparatus of FIG. 19A as taken along line 19B-19B of FIG. 19A.

FIG. 20 is a side elevational view of a boring tool according to another embodiment of the present invention.

10 FIG. 21 is a side elevational view of a boring tool according to another embodiment of the present invention.

FIG. 22 is a schematic representation of a system for boring a contoured hole according to another embodiment of the present invention.

15 FIG. 23 is a schematic representation of a system for boring a contoured hole according to another embodiment of the present invention.

FIG. 24 is a side elevational view of a boring tool according to another embodiment of the present invention.

FIG. 25 is an end view of the apparatus of FIG. 24 as taken along line 25-25 of FIG. 24.

20 FIG. 26 is a schematic representation of a system for boring a contoured hole according to another embodiment of the present invention.

FIG. 27 is a cross sectional view of the apparatus of FIG. 26 as taken along line 27-27 of FIG. 26.

25 FIG. 28 is a schematic representation of a system for boring a contoured hole according to another embodiment of the present invention.

FIG. 29 is a cross sectional view of the apparatus of FIG. 28 as taken along line 29-29 of FIG. 28.

FIG. 30A is a side elevational and partial cutaway view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

30 FIG. 30B is a view of the apparatus of FIG. 30A as taken along line 30B-30B of FIG. 30A.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

9

FIG. 31A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 30A.

FIG. 31B is a view of the apparatus of FIG. 31A as taken along line 31B-31B of FIG. 31A.

5 FIG. 32A is a side elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 30A.

FIG. 32B is a view of the apparatus of FIG. 32A as taken along line 32B-32B of FIG. 32A.

10 FIG. 32C is a view of the apparatus of FIG. 32B as taken along line 32C-32C of FIG. 32B.

FIG. 33 is an end elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 30A.

FIG. 34A is an end elevational view of a portion of the apparatus of FIG. 30A.

15 FIG. 34B is a view of the apparatus of FIG. 34A as taken along line 34B-34B of FIG. 34A.

FIG. 35 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

20 FIG. 36 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

FIG. 37 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

FIG. 38 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

25 FIG. 39 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

FIG. 40 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

30 FIG. 41 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

FIG. 42 is a schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

10

FIG. 43 is schematic, cross-sectional view of an apparatus according to another embodiment of the present invention.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

11

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

For the purposes of promoting an understanding of the principles of the invention, reference will now be made to the embodiments illustrated in the drawings and specific language will be used to describe the same. It will nevertheless be understood that no limitation of the scope of the invention is thereby intended, such alterations and further modifications in the illustrated devices, and such further applications of the principles of the invention as illustrated therein being contemplated as would normally occur to one skilled in the art to which the invention relates.

The present invention relates both to apparatus and method by which the operator can adjust the sideways location of a cutting tool used in a machining operation; for example, a cutting tool used for boring holes with a CNC boring machine. According to one embodiment of this invention, the cutting tool or cutting tool holder is coupled to the machine coupling element, and can be moved relative to the coupling element. In one embodiment, the relative movement of the cutting tool or cutting tool holder is sliding movement, although the present invention is not limited to sliding movement. The sliding movement of the tool holder relative to the coupling element is controlled at a frictional interface. The tool holder is held firmly within the coupling element by a predetermined amount of friction. This amount of friction is sufficient to hold the tool in place during machining operations. However, this friction can be overcome in order to adjust the position of the cutting tool by applying a sufficiently high sideways load.

In another embodiment, the cutting tool holder and coupling member include a contact or frictional force actuating mechanism. The mechanism can vary the contact or frictional force between the tool holder and the coupling member, thus varying the frictional force which holds the tool holder in place. The actuating mechanism can be actuated to a first position or state which applies a first contact force between the tool holder and the coupling mechanism, resulting in a first frictional force restraining movement of the sliding tool holder. The mechanism is also actuatable to a second position or state in which a second contact force is applied between the tool holder and the coupling member, resulting

WO 02/49791

PCT/US01/49082

12

in a second frictional force restraining sliding motion of the tool holder. The second contact force is greater than the first contact force, and the second frictional force is greater than the first frictional force.

The mechanism is actuated to the first state when the lateral position of the tool holder is adjusted. The frictional load of the first state is preferably greater than the corresponding lateral loads associated with machining, but less than the lateral load that can be applied by a machining apparatus such as a boring machine to laterally adjust the position of the cutting tool. The actuating mechanism is actuated to the second state prior to machining of an object. Preferably, the frictional load of the second state is greater than the lateral loads encountered during machining, and also greater than the lateral loads applied during adjustment of the position of the cutting tool. However, the present invention also contemplates those embodiments in which the frictional loads from both the first state and the second state are greater than the loads applied during machining, but less than the loads applied during adjustment of the position of the cutting tool. Further, the present invention contemplates those embodiments in which the frictional load from the first state is less than the lateral load encountered during machining. As non-limiting examples, the contact force actuating mechanism can include an electromagnet, an electromagnetic solenoid, a hydraulic piston, a hydraulic bladder, and/or centrifugal weights.

One embodiment of the present invention relates to a method for machining a bore. In this method an electronically controlled boring machine is commanded by an operator or by software to place a surface of a boring tool in contact with a static surface. The operator or software then commands the boring machine to apply a force against the static surface, this pressing of the boring tool against the static surface resulting in sliding of the cutting tool on the boring tool relative to the body of the boring tool. The boring machine moves the boring tool a predetermined distance against the static surface, this distance having been calculated to set the cutting tool in a proper position for the next boring operation. The cutting tool is held in place by friction relative to the boring tool body, and this friction maintains the cutting tool in the proper position during machining.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

13

However, the frictional force is of a low enough value so as to be overcome by the lateral force exerted by the boring machine against the static surface.

In another embodiment, the present invention relates to an apparatus for boring a hole with a boring machine. The boring apparatus includes a tool holder which is slidably coupled to a boring machine coupling element. The sliding interface between the tool holder and the coupling element includes a first contact surface of the tool holder that is in contact with a second contact surface of the coupling element. A predetermined normal force can be applied between the contact surfaces to create a predetermined frictional force between the first and second contact surfaces. This predetermined frictional force resists sliding of the tool holder relative to the coupling element. The predetermined frictional force is sufficient to restrain the lateral position of the tool holder when the tool holder is boring a hole, but is of a magnitude insufficient to restrain the lateral position of the tool holder during lateral adjustment of the tool holder relative to the coupling element. Some embodiments of the present invention utilize a spring to urge the first contact surface against the second contact surface. Other embodiments include the spring and also an adjusting element such as a fastener which permits adjustment of the force exerted by the spring to urge the first and second contact surfaces together.

Other embodiments include adjusting the friction in a boring tool by lessening of the torque of the set screws that maintain the sliding cutting tool in place. Typically, these set screws are adjusted to a high level of torque to maintain the sliding tool holder in place at all times. For example, the torque applied to the set screws may be the recommended maximum torque for the screw. This high torque creates substantial holding friction which prevents any lateral movement of the tool holder without first loosening one or more of the set screws. Typically, the screw is loosened, the tool position is adjusted, the screw is retightened, and machining resumes.

According to one embodiment of the present invention, the set screws are adjusted to a level of torque that is less than the recommended torque for holding the tool in place. This lower level places sufficient friction on the sliding tool holder to maintain it in place during machining, but insufficient friction to maintain

WO 02/49791

PCT/US01/49082

14

the sliding tool holder in place during on-machine adjustment as described herein.

This adjustment can be performed with the boring tool coupled to the boring machine, and without the need to stop the operation of the machine to make manual adjustments to the tool position. In some embodiments of the present

5 invention, the set screws include a locking device or locking method to insure that the set screw retains a particular angular position and therefore a particular amount of friction. As one example, the threads of the set screws can be coated with a locking compound. As another example, the threads of the set screw can have a shape that results in interference with the mating threads. Those of ordinary skill
10 in the art will recognize other methods for retaining a screw in position.

The various FIGS. shown in this application include schematic representations of systems, methods, and apparatus.

FIGS. 1A, 1B, and 1C show an end view and two side views, respectively, of one embodiment of the present invention. A boring tool 20 according to the
15 present invention includes a cutting tool 25 held at the end and side of a tool support 30 that rigidly extends from a tool holder 35. Cutting tool 25 is a conventional cutting tool of any shape and material suitable for a boring operation. FIG 1A also includes a static member 50 which preferably includes a static surface 51. By way of non-limiting examples, static member 50 can be a portion of the
20 boring machine, the object to be machined, or a fixture attached to the boring machine or to the object.

Cutting tool 25 is used to machine an object in a conventional manner. Cutting tool 25 is rotated about the central axis of the boring tool, and brought into contact with an object to be machined. The outermost corner of cutting tool 25
25 contacts the surface of the object to be machined, and removes material from the object as the cutting tool both rotates about axis 22 and translates relative to the object.

Machining of the object places a three dimensional load on the cutting tool. Referring to FIG. 1C, there is an axial force X which is parallel to axis 22. There
30 is also a lateral load Y, which can also be thought of as a radially-directed load, which is a force on cutting tool 25 that is substantially parallel (or includes a parallel component) to the sliding direction of tool holder 35. Finally, there is a

WO 02/49791

PCT/US01/49082

15

third load (not shown on FIG. 1C) acting in a tangential direction which is perpendicular to both forces X and Y, and is related to the frictional drag and cutting forces of the cutting tool on the object.

It is believed that the lateral load Y encountered during machining which is parallel to the sliding motion of the cutting tool holder has a relatively small value compared to the other forces acting on the cutting tool. Therefore, although the axial and tangential forces acting on the cutting tool in response to axial and rotary motion of the cutting tool, respectively, can be significant, it is believed that the lateral load Y is lesser in value. Further, it is believed that some machining apparatuses, including some CNC boring machines, are capable of applying a sideways load to a tool holder that is parallel to Y and larger than the Y-direction loads encountered during machining. Therefore, a sliding tool holder which is restrained from sliding motion by a frictional load which is greater than the load Y encountered during machining will be sufficient to maintain the tool holder in place during machining. Further, by providing a frictional force which is less than the amount of lateral load which can be applied by the machining apparatus through the tool holder against a static member, it is possible for the machining apparatus to laterally reposition the cutting tool, while maintaining the cutting tool clamped to the coupling member in a manner suitable for subsequent machining.

Tool holder 35 is slidable by a T-joint 37 within coupling element body 38 of machine coupling element 45. Although a T-joint 37 in a squared-off configuration is shown and described, the present invention also contemplates other types of sliding joints between tool holder 35 and machine coupling element 45, including a dovetail joint. Machine coupling element 45 locks apparatus 20 to the CNC machine at a coupling interface 46, and is powered by the CNC machine so as to rotate tool 25 within the bore to be machined. The present invention is not limited to the configuration of coupling interface shown, and can include any coupling interface which provides powering and location of the boring tool 20. Further, although machine coupling device 45 is shown and described as interfacing to both tool holder 35 and a boring machine, the present invention further contemplates the use of intermediate coupling members between coupling element 45 and the boring machine.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

16

FIG. 1B includes a partial internal cutaway view of boring tool 20.

Machine coupling element 45 includes an internal frictional adjustment apparatus 40. Apparatus 40 includes an adjusting member 41 that can be manually adjusted, such as a bolt threadably retained within an internal bore of coupling element 45.

5 Adjusting member 41 places contact pressure on an adjustment plate 42. Adjustment of member 41 against plate 42 results in a change in the force exerted by springs 43 against movable member or brake plate 44. The present invention contemplates springs 43 which can be any kind of spring-biasing member, including coil springs, torsional springs, cantilever springs, leaf springs, and gas or
10 hydraulic springs. Further, although what is shown and described are springs placed in compression and urging the sliding tool holder away from the body of the coupling member, the present invention also contemplates those embodiments in which the springs are adapted and configured to urge the sliding tool holder toward the body of the coupling member. As one example, referring to FIG. 1B, the
15 present invention contemplates those embodiments in which adjusting member 41 is threadably coupled to plate 42, such that rotation of member 41 pulls plate 42 toward the conical driven end of apparatus 20. In this embodiment, springs 43 would be attached at one end to plate 42 and at the other end to tool holder 35. The springs are in tension and urge tool holder 35 toward the conical end of
20 apparatus 20.

Movable member or brake plate 44 includes a contact surface 44a with a frictional coating 47 comprising a frictional material such as a brake pad material. In some embodiments, a similar frictional coating 47 is applied to a contact surface 37a of T-joint 37 that is in contact with surface 44a. Adjustment of member 41
25 results in adjustment of the normal force acting between contact surface 37a and 44a. This predetermined normal force establishes a predetermined frictional force between contact surfaces 37a and 44a, and thus controls the amount of sliding friction at the interface of surfaces 44a and 37a. This friction is adjusted so that tool holder 35 is prevented from sliding during boring or other machining
30 operations, but can be adjusted sideways with a force sufficient to overcome the frictional force between internal surfaces 37a and 44a.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

17

Although what has been shown and described depict a frictional interface between contact surfaces 37a and 44a, the present invention contemplates other locations for a frictional interface. For example, frictional contact can be utilized between contact surface 37b of T-joint 37 and surface 38b of coupling element body 38. In addition, the frictional interface can be established between mating contact surface 35c of holder 35 and contact surface 38c of element body 38. Preferably, the frictional interface is established against any surface of the sliding tool holder, such that the tool holder is restrained from sliding relative to the coupling member.

10 The present invention contemplates application of frictional coating 47 to either one or both of the contact mating surfaces. In addition to the use of a frictional material such as a brake pad material for frictional coating 47, the present invention further contemplates other types of materials applied to one or more contact surfaces, including surface coatings for increased resistance to abrasion, wear, galling, and the like. Such coatings may provide this increased resistance by a drop in the coefficient of friction. In such applications, the required frictional force can be achieved by increasing the normal or contact force between contacting surfaces. Non-limiting examples of various surface coatings providing increased resistance to abrasion, wear, galling, and the like include the use of a Babbitt bearing alloy, polyvinyl chloride polymer, polyethylene polymer, TFE fluorocarbon polymer, molybdenum-disulfide (with or without solid film lubricants such as graphite), and oil. Further, as non-limiting examples, the present invention contemplates the use of thermochemical coatings, hot-dipped coatings, plating, mechanical cladding, deposited coatings, and heat treating of the contact surfaces to achieve the appropriate wear and frictional characteristics.

25 Some embodiments of the present invention use one pair of contact surfaces to provide most of the frictional force holding the tool holder stationary relative to the coupling element during machining. Other contact surfaces between the tool holder and coupling element can include surface finishes or surface coatings which have a low coefficient of friction. By limiting the high coefficient of friction coatings, materials, and surfaces to a single pair of mating contact

WO 02/49791

PCT/US01/49082

18

surfaces, the total amount and location of sliding friction between the tool holder and coupling element can be reliably and accurately maintained.

FIG. 1D depicts a side elevational view and partial cutaway view of another embodiment according to the present invention. The use of a single prime (XX.X') or double prime (XX.X'') with an element number (XX.X) refers to an element that is the same as the non-prime element (XX.X) previously described or depicted except for the differences which are described or depicted hereafter. FIG. 1D shows apparatus 20', which is substantially the same as apparatus 20, but further includes a retaining ring assembly 48 which is a safety device to prevent sliding tool holder 35 from sliding out of contact with coupling member 45, such as can occur during rotation at high speed. Under conditions of high rotational speed, a rotational mass imbalance of cutting tool holder 35, such as that created by tool support 30, can result in creation of a centrifugal load larger than the frictional load which restrains movement of cutting tool holder 35. Under these conditions, cutting tool holder 35 can move laterally. Retaining ring 48 limits the sliding movement of tool holder 35 so that there is contact between tool holder 35 and body 38 of coupling member 45.

Retaining ring 48 has a split 48a along one side. Split 48a permits ring 48 to slide in close tolerance over the outer diameter of body 38. A fastener 48b can be tightened to retain compression of ring 48 along inner diameter 48c against the outer surface of body 38. A second, larger inner diameter 48d provides clearance to the outer surface of cutting tool 35, this clearance being sufficient for adjustment of the position of cutting tool 25. However, this clearance is insufficient for disengagement of cutting tool 35 from body 38.

FIG. 11 depicts a side elevational view of a boring tool apparatus 20'' according to another embodiment of the present invention. Apparatus 20'' is substantially similar to apparatus 20, but includes a plurality of set screws 19 for clamping tool holder 35'' to body 38''. Apparatus 20'' does not necessarily include the internal frictional adjustment apparatus 40 of boring tool 20. Set screws 19 are adjusted to a predetermined level of torque. This predetermined level of torque places sufficient friction on sliding tool holder 35'' to maintain it in place during machining, but insufficient friction to maintain sliding tool holder 35'' in place

WO 02/49791

PCT/US01/49082

19

during on-machine adjustment as described herein. Set screws 19 can include various locking devices or locking methods known to those of ordinary skill in the art which insure that the set screws maintain a particular angular position and therefore a particular amount of friction.

5 One embodiment of the present invention similar to apparatus 20⁸ includes a boring tool manufactured by Criterion Machine Works of Costa Mesa, California. A Criterion boring tool part no. DBL-204 head is coupled to a Criterion CB3-CV50 tapered adapter body. This boring tool includes an original equipment worm-gear mechanism to adjust the position of the cutting tool. This
10 worm-gear is removed. The three set screws which restrain the cutting tool holder from sliding relative to the adapter body are torqued to approximately 40 inch pounds. The boring tool is installed on a SPN63 (serial no. 46600031) CNC boring machine manufactured by Niigata Machinery of Schaumburg, Illinois. The boring tool is automatically adjusted by the boring machine by placing a surface of
15 the boring tool against a static member, with the CNC machine applying a lateral load sufficient to adjust the lateral position of the cutting tool. The boring tool can machine a plurality of bores while maintaining the coupling of the boring tool to the boring machine, and maintaining the same clamping of the cutting tool to the boring tool. It is believed that the force required to slide the tool holder relative to
20 the adapter body is about 370 pounds force.

FIG. 4 schematically depicts a system 80 according to another embodiment of the present invention. An electronically controlled machine (such as a CNC boring machine) 82 uses a slidably adjustable boring tool 20 to bore a hole 84 in a workpiece or product 86, such as a transmission case. Boring machine 82 includes
25 a drive unit 88 which releaseably couples to coupling element 45 in a conventional manner. Drive unit 88 provides power from a motor 90 to rotate boring tool 20 during the boring process. In one embodiment, motor 90 and drive unit 88 maintain boring tool 20 in a fixed location, and machining of bore 84 is accomplished by mounting product 86 to a table 92 which is capable of movement
30 in multiple axes. However, the present invention also contemplates lateral and axial movement of boring tool 20 relative to table 92, or lateral and axial motions of both boring tool 20 and table 92. Preferably, machine 82 includes a computer

WO 02/49791

PCT/US01/49082

20

94 which includes memory 95 for storing a software algorithm 96. Machine 82 preferably includes a plurality of position sensors (not shown) which detect translational movement of table 92 and/or drive unit 88. Although a CNC boring machine has been shown and described, the present invention also contemplates
5 boring machines which are electronically controlled without the use of a computer, as well as boring machines which are mechanically controlled.

One manner of adjusting the location of cutting tool 25 of boring tool 20 is as follows. The operator machines a feature on the object such as a bore, measures a characteristic of the feature such as the diameter of the bore, and determines the
10 magnitude of error in the size of the feature. The operator then issues instructions to the CNC machine, or alternatively runs software on the CNC machine or electronically positions an electronically controlled boring machine or manually positions a manually controlled boring machine, to adjust the position of cutting tool 25 by a distance corresponding to the measured error. In the case of an
15 electronically or mechanically controlled boring machine that is not computer controlled, the operator uses the appropriate electrical or manual controls for sideways movement of the boring tool. Further, the present invention contemplates those embodiments in which the measurement of the diameter of the bore is performed automatically by one or more position sensors of the
20 electronically controlled machine 82. The present invention contemplates the use of any type of position sensor, including LVDTs, potentiometers, lasers, or any other devices known in the art.

Adjustment of the lateral position of cutting tool 25 relative to coupling element 45 is accomplished by placing an external surface 21 of tool holder 35
25 against a surface 51 of a static member 50. In one embodiment of the present invention, drive unit 88 and the coupled boring tool are moved laterally at a first, high travel rate until surface 21 is close to surface 51, at which time a slower travel rate is used. This placement of external surface 21 against rigid surface 51 is consistent with the direction in which tool holder 35 slides relative to coupling
30 element 45. For example, for a boring tool 20 as shown in FIG. 1B, the rigid member 50 extends vertically as shown on FIG. 1B and touches the side external surface 21 of tool holder 35. Forces exerted between rigid member 50 and surface

WO 02/49791

PCT/US01/49082

21

21 are at least partly parallel to the direction of sliding motion of tool holder 35 relative to coupling element 45. However, the present invention is not limited to the use of a vertically oriented rigid member, and contemplates any orientation for a surface that permits contact between the surface and an external surface of the tool holder for exerting a force for sliding movement of the tool holder 35 relative to coupling element 45. In some embodiments of the present invention, the boring tool is moved relative to a static member. In other embodiments, a member, preferably a member under control of the CNC machine, is moved relative to a static boring tool.

After placement of surface 21 against surface 51, the machine presses the two surfaces together. This pressing together of the two surfaces does not result in sliding movement of tool holder 35 until the static friction force holding tool holder 35 relative to coupling element 45 is overcome. Once the lateral force exerted by the machine overcomes the static frictional force, tool holder 35 moves laterally as long as the force applied by the machine is greater than the dynamic (or moving) frictional force between tool holder 35 and coupling element 45. The machine continues to apply a lateral force until position sensors (not shown) of the electronic machine, or alternatively the human operator of a manually controlled machine, indicates that sufficient movement has occurred to place the cutting tool at the new, proper location.

The CNC boring machine moves tool 20 sideways with a force sufficient to overcome the friction between surfaces 37a and 44a, as well as any other sliding contact surfaces. In one embodiment of the present invention, the drive unit and boring tool are moved laterally at a slow rate. The present invention also contemplates those embodiments in which tool 20 is held stationary and table 92 moves laterally relative to boring tool 20, and also those embodiments in which both boring tool 20 and table 92 move relative to each other. The force required to move the cutting tool relative to the coupling member can be a first, higher value to overcome static or breakaway friction, followed by a second, lower value to overcome moving or dynamic friction. The machine applies this force until it has moved tool holder 35 sideways by the distance necessary to correctly size the bore.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

22

This distance corresponds to a dimensional error previously determined by the operator.

As seen in FIG. 1A, moving the tool holder 20 in the direction indicated by the "larger" arrow against static member 50 results in tool holder 35 and cutting tool 25 becoming offset from machine coupler 45 in a direction to bore a larger hole. Moving tool holder 20 in the direction indicated by the "smaller" arrow against rigid member 50 results in tool holder 35 and cutting tool 25 becoming offset from machine coupler 45 in a direction to bore a smaller hole. If it is desired to increase the size of the machined bore, then the lateral position of the cutting tool holder would be moved as indicated by the "larger" arrow against static member 50. Correspondingly, if it is desired to produce a smaller bore (such as on a new object), then the sliding tool holder will be moved relative to coupling member 45 in the direction indicated by the "smaller" arrow. Although what has been shown and described is a method including machining, measuring, calculating an error, and re-machining a feature such as a bore, the present invention contemplates the machining of any type of feature on an object which can be machined with a slidably adjustable tool holder. In some circumstances it is desirable to reset the position of the cutting tool holder, such as from a "unknown" position to a "known" position.

In these circumstances, one embodiment of the present invention contemplates a first sliding of the cutting tool relative to the coupling member in a first direction to a first position, especially a position for machining a small bore. This first sliding is accomplished after placing a first surface of the boring tool in contact with the static member. In one embodiment, this first sliding is designed to accept a boring tool having a cutting tool in an unknown position, and by the first sliding place the cutting tool in a first known position, such as a reference position.

After this first sliding, a second surface of the boring tool is placed in contact with a second surface of the static member. Preferably, the second surface of the boring tool is on a side of the boring tool opposite of the first surface. As a result of sliding motion of the machining apparatus table relative to the machining apparatus drive unit, a force is exerted on a surface slidable with the cutting tool holder of the boring tool to move the cutting tool holder in a second direction

WO 02/49791

PCT/US01/49082

23

opposite of the first direction to a second, known position. The second sliding moves the cutting tool from the first known reference position to a position for ready for machining an object.

The present invention contemplates a static member 50 for reacting and
5 resisting the lateral adjustment force exerted by the boring machine. Preferably, static member 50 reacts to the lateral adjustment force with little movement of the member itself. In this way, the lateral movement of the coupling member during adjustment as measured by one or more position sensors of machine 82 is primarily the sliding movement of the cutting tool holder relative to the coupling member,
10 and not the flexibility or "give" of the static member. However, the present invention also contemplates those embodiments in which member 50 has flexibility, including embodiments in which there is compensation for this flexibility. Therefore, some embodiments include an algorithm in which the amount of sliding motion adjusting the position of the cutting tool as measured by
15 the position sensors of the machining apparatus is different than the machining error calculated by the operator. For example, the algorithm can include adding or subtracting a fixed amount to the calculated error, and/or multiplying the error by a constant greater than or less than one. As another example, the present invention contemplates those embodiments in which static member 50 freely moves a small
20 distance after being contacted by the boring tool, such as the case where the contact surface of the static member is coupled to a button or sensor which provides a signal to the operator or electronic controller that contact between the boring tool and the static member has been established. As another example, it may be known that a particular static member deflects a particular amount before
25 the cutting tool holder slides relative to the coupling member.

The present invention contemplates a static member 50 comprising a separable fixture bolted or otherwise attached to the boring machine, a static surface of the product being bored, or any other static surface which is within the travel distance of the table relative to the boring machine. Although what has been
30 shown and described is a system 80 which includes a slidably adjustable boring tool 20, the present invention contemplates the use of any slidably adjustable boring tools described herein with system 80. Further, although what has been

WO 02/49791

PCT/US01/49082

24

shown and described is a slidably adjustable boring tool 20 in which the cutting tool holder 35 slides relative to coupling member 45, it is understood that repositioning of the cutting tool is contemplated, and the use of any tool holder which permits that repositioning is included in the present invention.

5 Yet another embodiment of the present invention contemplates a method for machining a characteristic of an object in which either the operator or electronically controlled machine 82 adjusts the position of cutting tool 25 while maintaining the boring tool coupled to the driving element and maintaining clamping of the tool holder relative to the coupling member to a first, initial position for rough cutting of the characteristic on the object. The operator or
10 electronic controller then slidably adjusts the position of cutting tool 25 to a second position for a second, fine cut of the characteristic without making a measurement of the characteristic after the first, rough cut.

FIG. 2A shows a side view of slidably adjustable boring tool 120 according to another embodiment of the present invention. The use herein of an "N" hundred-series prefix (NXX) with an element number (XX.X) refers to an element that is the same as the non-prefixed element (XX.X) previously described or depicted, except for the differences which are described or depicted hereafter.

Boring tool 120 includes a tool holder 135 that is slidably adjustably
20 relative to coupling element 145 by overcoming the friction forces at a frictional interface between coupling element 145 and tool holder 135.

Body 138 of coupling 145 preferably includes a pair of frictional adjustment apparatus 140. Each adjustment apparatus 140 includes an adjusting member 141 such as a threaded fastener. One end of adjusting element 141 bears
25 against a spring 143. Rotation of adjusting element 141 results in a change in the force exerted by spring 143 against a brakeplate 144. Brakeplate 144 includes a contact surface 144A which contacts surface 135A of tool holder 135. Preferably, one or both of contact surfaces 144A and 135A include a frictional coating 147 for increasing or modifying the coefficient of friction between the two contact
30 surfaces.

Although the use of a friction coating 47 and 147 has been shown and described for increasing the coefficient of friction between the contact surfaces, the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

25

present invention also contemplates the use of materials and surface coatings on one or both of the contact surfaces which do not increase the coefficient of friction, but provide a known and consistent coefficient of friction. For example, some embodiments of the present invention include surface coatings between the contact surfaces that decrease the coefficient of friction, but in these cases the total frictional force which clamps holder 35 relative to coupling element 45 can be increased by increasing the normal force between the contact surfaces. Some embodiments of the present invention utilize a low coefficient of friction surface coating combined with a high normal force particularly where the surface coating provides resistance to galling, adequate wear resistance, and adequate durability. Regardless of the coefficient of friction between the contact surfaces, the frictional force clamping tool holder 35 relative to coupling element 45 is sufficient to maintain the location of cutting tool 25 during machining, and the frictional force is insufficient to withstand the lateral load imposed against the rigid surface during adjustment.

Preferably, the contact surfaces are parallel to each other. As can be seen in FIG. 2A, both contact surfaces 135A and 144A are displaced 45° relative to centerline 122 of boring tool 120. However, the present invention also contemplates those embodiments in which the contact surfaces are not parallel to each other, such that an edge of one contact surface makes line contact with the other contact surface. Further, the present invention contemplates those embodiments in which the contact between brakeplate 144 and tool holder 135 is not coated with frictional material 147. In these embodiments contact between contact surfaces 135A and 144A does not provide the primary frictional load for clamping tool holder 135 relative to coupling element 45. Instead, the contact surfaces are the primary means for imparting a normal force onto other surfaces of tool holder 135 that are in contact with surfaces of body 138 of coupling element 145. Therefore, the present invention also contemplates creating a normal force between a first pair of contact surfaces, and providing the primary frictional force between a different pair of contact surfaces.

FIGS. 3A, 3B, and 3C present one front and two side elevational views, respectively, of an apparatus according to another embodiment of the present

WO 02/49791

PCT/US01/49082

26

invention. These figures depict various views of a boring tool 220 according to another embodiment of the present invention. Boring tool 220 includes preferably a pair of frictional adjustment apparatus 240 which provide clamping between tool holder 235 and body 238 of coupling element 245. Each adjustment apparatus 240 includes a static member 244 that is fastened by a fastener 241 to body 238. Member 244 includes a contact surface 244A that is in contact with a mating contact surface 235A of tool holder 235. Preferably, both contact surfaces 244A and 235A are generally parallel, and both are preferably displaced at an acute angle 223 relative to centerline 222. Tightening of fasteners 241 into body 238 provides a normal force between contact surfaces 235A and 244A. However, the normal force between the contact surfaces is a fraction of the axial load within the fasteners 241. This fraction depends upon the sine of angle 223. For example, for an angle 223 of 30°, the normal force exerted between the contact surfaces is only half of the axial load within the fasteners 244, since the fasteners 244 are oriented parallel to centerline 222. Therefore, the amount of normal force between the contact surfaces can be adjusted by selection of angle 223. As angle 223 approaches zero, the normal force between the contact surfaces decreases toward zero. In this way, the normal load between contact surfaces is controlled by selection of the angle 223 and the torque applied to fasteners 241. Thus, the present invention contemplates those embodiments such as boring tool 220 in which the frictional adjustment apparatus does not require a spring for adjusting the normal load.

It is to be understood that the present invention contemplates those embodiments in which the frictional force which restrains movement of sliding tool holder 35 results from forces applied parallel to axis 22, in either direction. For example, some of the springs, hydraulic pressure, solenoids, electromagnets, and centrifugal weights shown herein and related and equivalent devices can be used to urge the sliding tool holder apart from the coupling member. However, the present invention also contemplates those embodiments in which the springs, hydraulic pressure, solenoids, electromagnets, and centrifugal weights and related and equivalent devices are used to urge the sliding tool holder toward the coupling element. For those embodiments in which the tool holder and coupling element

WO 02/49791

PCT/US01/49082

27

are urged apart, the axial load X imparted to the cutting tool during machining opposes this urging force on the boring tool, and thus reduces the net normal force acting between frictional surfaces. This net reduction in normal forces corresponds to a net reduction in the frictional force which restrains sliding movement of the tool holder.

For those embodiments in which the tool holder and coupling member are urged together, the axial load X applied on the cutting tool during machining increases the normal force applied between frictional surfaces. In this latter example the frictional forces which restrain lateral movement of the tool holder are increased during machining. For those embodiments in which boring tool 20 is arranged and configured such that the sliding tool holder is urged toward the coupling member, the X-direction machining forces act in what can be thought as a "self-energizing" manner, i.e., use of the cutting tool increases the frictional force which restrains the tool holder from sliding.

FIG. 5 shows a side elevational view of an apparatus 320 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 320 is a boring tool which includes a slidably adjustable cutting tool 325. Cutting tool 325 is fixedly supported, such as by a tool support 330, which extends from a slidably adjustable tool holder 335. Tool holder 335 preferably includes a joint 337 such as a dovetail joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 338. Coupling element body 338 is part of a coupling element 345. Coupling element 345 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 346, both of which locate boring tool 320 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4). Referring again to FIG. 5, apparatus 320 includes a friction adjustment apparatus 340 which applies a normal force between facing contact surfaces of apparatus 320.

Apparatus 320 includes means 340 for applying a friction force between contact surfaces for clamping the sliding cutting tool to the boring tool. Means 340 includes a chamber 351 within coupling element body 338. A piston 344 is slidable within chamber 351. A sealing member 344.1 provides a seal between piston 344 and the walls of chamber 351. A pressure adjusting screw 353 is

WO 02/49791

PCT/US01/49082

28

threadably received within a bore of body 338. Chamber 351 includes hydraulic fluid 352. Rotation of adjusting screw 353 either inward or outward relative to body 338, either increases or decreases, respectively, the amount of fluid 352 displaced from the bore. This change in the amount of displaced fluid results in a corresponding change in the position of piston 344. For example, inward rotation of screw 353 results in movement of piston 344 toward cutting tool holder 335. After screw 353 has been moved sufficiently to bring piston 344 in contact with tool holder 355, any subsequent change in the position of screw 353 changes the pressure within chamber 351, with a corresponding change in the force applied between piston 344 and tool holder 335. In one embodiment, a surface treatment or surface coating 347 is applied to a surface of piston 344 (as shown in FIG. 5), or alternately to the corresponding contact surface of tool holder 335. In another embodiment, a surface treatment or surface coating is applied against one or both of the angled surfaces of dovetail joint 337. The present invention contemplates creation of a frictional force between any pair of surfaces contacting between body 338 and tool holder 335, and/or adjusting means 340 and tool holder 335.

FIG. 6A shows a side elevational view of an apparatus 420 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 420 is a boring tool which includes a slidably adjustable cutting tool 425. Cutting tool 425 is fixedly supported, such as by a tool support 430, which extends from a slidably adjustable tool holder 435. Tool holder 435 preferably includes a joint 437 such as dovetail joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 438. Coupling element body 438 is part of a coupling element 445. Coupling element 445 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 446, both of which locate boring tool 420 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4).

Referring again to FIG. 6A, apparatus 420 includes a friction adjustment apparatus 440 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies a normal force between facing contact surfaces of apparatus 420, which can also be operated as means for actuating a variable friction force between a pair of contact surfaces, at least one of the contact surface being on sliding tool holder 435. Actuating means 440 includes a member 442 which displaces a plurality of springs

WO 02/49791

PCT/US01/49082

29

443 so as to urge member 444 toward tool holder 435. A surface treatment or surface coating 447 applied to member 444 (as shown), or alternately to the opposing face of tool holder 435, creates a frictional drag which opposes lateral sliding movement of tool holder 435. Further, the present invention contemplates
5 application of a surface treatment or surface coating 447 to any pair of contact surfaces loaded in compression between tool holder 435 and body 438.

Actuating means 440 includes a cam 462 pivotally coupled to body 438, and also pivotally coupled to a linkage 463. Arranged on either end of linkage 463 are moveable buttons 464a and 464b. As shown in FIG. 6A, actuating means 440
10 is in a first state in which button 464b is in an outward location, and cam 462 pivoted to a first position. Cam 462 displaces member 442 by a first predetermined distance and thereby applies a first predetermined force through springs 443 which create a first contact force against sliding tool holder 435. This first contact force creates a corresponding first frictional force which resists sliding
15 motion of tool holder 435.

Actuation means 440 can also be actuated to a second state which results in a second predetermined frictional force between contact surfaces of sliding tool holder 435 and either body 438 or actuating means 440. Actuating 440 can be placed in this second state by moving button 464b inward, which action causes
20 linkage 463 to pivot cam 462 to a second position which further displaces member 442 and increases the compression of springs 443. This additional compression of springs results in a higher normal force of member 444 against tool holder 435. Actuation means 440 can be returned to the first state by inward movement of button 464a. Actuation means 440 can be actuated to either the first state or the
25 second state by an operator using a tool to either push or pull buttons 464b or 464a. Further, the present invention also contemplates those embodiments in which actuation means 440 is actuated to either the first state or the second state automatically by a mechanism, such as a mechanism operably coupled to the CNC boring machine. For example, a tool such as a rod can be attached to the boring
30 machine or the table, with the controller of the boring machine placing apparatus 420 such that one of buttons 464a or 464b are in contact with the rod. Subsequent

WO 02/49791

PCT/US01/49082

30

lateral movement of apparatus 420 will result in movement of the contacting button.

FIG. 6B depicts an apparatus 420' substantially identical to apparatus 420, but including features for direct coupling of a tool to cam 462'. Apparatus 420b
 5 does not necessarily include the push buttons 464a or 464b and does not necessarily include link 463 for actuation of actuating means 440'. Apparatus 440' includes an Allen head or related torque-application feature coincident with pivot point 465 which permits the machine operator to directly pivot cam 462'. Access to the Allen head of cam 462' is provided through a bore (not shown) in body 438'.
 10 Thus, an operator can rotate cam 462' with a tool to a first position or state in which frictional forces restraining motion of tool holder 435 can be overcome by an adjusting force laterally applied to tool holder 435. After the position of cutting tool 425' has been laterally adjusted, the operator inserts the tool through the bore of body 435 to turn cam 462' to a second position or state in which a higher
 15 frictional force restrains sliding motion of 435, the second higher level of frictional force being sufficient to withstand any lateral loads applied during machining. In addition, the present invention contemplates those embodiments in which cam 462' is turned automatically by a mechanism such as a portion of the CNC machine, without the need for operator manual access.

FIG. 7 shows a side elevational view of an apparatus 520 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 520 is a boring tool which includes a slidably adjustable cutting tool 525. Cutting tool 525 is fixedly supported, such as by a tool support 530, which extends from a slidably adjustable tool holder 535. Tool holder 535 preferably includes a joint 537 such as dovetail
 25 joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 538. Coupling element body 538 is part of a coupling element 545. Coupling element 545 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 546, both of which locate boring tool 520 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4).

Referring again to FIG. 7, apparatus 520 includes a friction adjustment apparatus 540 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies

WO 02/49791

PCT/US01/49082

31

a normal force between facing contact surfaces of apparatus 520, which can also be operated as means 540 for actuating a variable frictional force. Actuating means 540 includes a piston 544 slidable within a chamber 551. Pressure from a source such as a hydraulic pump (not shown) through hydraulic pressure port 554

5 pressurizes the hydraulic fluid 552 within chamber 551. As one example, a hydraulic pump mounted to machine 82 provides hydraulic pressure through drive unit 88 into port 554 of coupling member 545.

Pressure of fluid 552 results in a corresponding force exerted by member 544 upon sliding tool holder 535. This force exerted by member 544 corresponds

10 to a predetermined frictional force between opposing surfaces of tool holder 535 and either body 538 and/or actuating means 540. In one embodiment, actuating means 540 can be actuated to a first state corresponding to first predetermined frictional force by application of a first hydraulic pressure within chamber 551. In another embodiment, actuating means 540 can also be actuated to a second state in

15 which a second, higher pressure within chamber 551 results in a correspondingly higher frictional force exerted against a contact surface of tool holder 535 to resist sliding movement of tool holder 535 relative to coupling member 545. In addition, the present invention contemplates those embodiments in which pressure is provided pneumatically by a gas such as compressed air.

20 FIG. 8 shows a side elevational view of an apparatus 620 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 620 is a boring tool which includes a slidably adjustable cutting tool 625. Cutting tool 625 is fixedly supported, such as by a tool support 630, which extends from a slidably adjustable tool holder 635. Tool holder 635 preferably includes a joint 637 such as dovetail

25 joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 638. Coupling element body 638 is part of a coupling element 645. Coupling element 645 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 646, both of which locate boring tool 620 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4).

30 Referring again to FIG. 8, apparatus 620 includes a friction adjustment apparatus 640 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies a normal force between facing contact surfaces of apparatus 620, which can also be

WO 02/49791

PCT/US01/49082

32

operated as actuating means for applying a variable frictional force against sliding tool holder 635. Actuating means 640 includes a cam 662 pivotally coupled to body 638 and also pivotally coupled in a slot to linkage 663. Linkage 663 is linearly actuated by an electromagnetic solenoid 660 comprising a core and
5 windings. A pair of electrical conductors 665 provide electrical power from a source (not shown) to actuate solenoid 660 between first and second states. As one example, electrical power is provided from machining apparatus 82 through slip rings (not shown) of drive unit 88 to conductors 665.

As shown in FIG. 8, solenoid 660 is in a first state, in which cam 662 is in a first position to urge springs 643 against a member 644 to create a contact force
10 against tool holder 635. Solenoid 663 can be changed in state to transition link 663 upwards (as seen in FIG. 8) and thus pivot cam 662 to a second position in which springs 643 urge member 644 against tool holder 635 with a second, higher contact force. This second contact force results in a second, higher frictional force applied
15 against tool holder 635 which restrains tool holder 635 from lateral movement during machining.

In one embodiment, solenoid 660 is an electromagnetic solenoid with two positions. As one example, solenoid 660 can be actuated by application of electrical voltage to a first state. Removal of the electrical voltage results in the
20 core of solenoid 660 transitioning to a second state by an internal spring load. In other embodiments, solenoid 660 is a two position latching electromagnetic solenoid, in which application of a first voltage moves the core of solenoid 660 to a first direction to a first position, and application of a reverse voltage moves the core of solenoid 660 in an opposite direction to a second position. Further, the
25 present application contemplates those embodiments in which the core of the electromagnetic solenoid does not directly act upon the cam and linkage of the actuating means, but instead acts upon a second stage, and the second stage provides the motive force necessary to pivot the cam. As one example, the second stage can be a hydraulically actuated stage, in which case the first stage of solenoid
30 660 operates to actuate an electrohydraulic valve.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

33

FIG. 9 shows a side elevational view of an apparatus 720 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 720 is a boring tool which includes a slidably adjustable cutting tool 725. Cutting tool 725 is fixedly supported, such as by a tool support 730, which extends from a slidably adjustable tool holder 735. Tool holder 735 preferably includes a joint 737 such as dovetail joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 738. Coupling element body 738 is part of a coupling element 745. Coupling element 745 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 746, both of which locate boring tool 720 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4).

Referring again to FIG. 9, apparatus 720 includes a friction adjustment apparatus 740 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies a normal force between facing contact surfaces of apparatus 720, which can also be operated as means for actuating a variable frictional force between contact surfaces of tool holder 735 and either actuating means 740 or coupling body 738. Actuating means 740 includes an electromagnet comprising a core member 744 and windings 764. Core member 744 is coupled at one end to an adjusting screw 741 which can adjust the distance between a face of core member 744 and an opposing face of sliding tool holder 735. As electrical power is applied to conductors 765 from an electrical power source (not shown), voltage and windings 764 create a magnetic field with core member 744 that attracts sliding tool holder 735. The force of attraction created by the electromagnet results in a contact force between opposing surfaces of tool member 735 and body 738. These contact forces result in a corresponding frictional force which restrains tool member 735 from sliding relative to body 738.

Actuating means 740 can be actuated to first and second states of magnetic attraction by corresponding application of first and second electrical currents through conductors 765. These first and second magnetic forces correspond to first and second levels of frictional force for restraining tool holder 735 from lateral movement. Further, some embodiments include application of a single amount of current through conductors 765 so as to apply a single force between opposing contact surfaces. Some embodiments of the present invention contemplate the use

WO 02/49791

PCT/US01/49082

34

of slip rings on the coupling element to provide electrical power from an external source. Yet other embodiments contemplate the use of a battery placed within the boring tool to provide internal electrical power.

Although what has been shown and described is an electromagnet formed
5 from a separable body within body 738 of coupling 745, the present invention further contemplates the use of an electromagnet that is integral to body 738, and which attracts at least a portion of tool holder 735 in a direction so as to create a frictional force on tool holder 735 that resists sliding motion. Further, the present invention also contemplates an electromagnet that is either separable or integral
10 with tool holder 735, and which attracts tool holder 735 toward body 738 when energized. Those embodiments of the present invention using electromagnetic force to create the frictional force that resists sliding contemplate the use of magnetic materials in the construction of the boring tool, such as for the sliding tool holder or for the coupling member. Further, the present invention
15 contemplates those embodiments in which there are two electromagnets, including as a non-limiting example, a first electromagnet coupled to the tool holder and a second electromagnet coupled to the coupling member.

FIG. 10 shows a side elevational view of an apparatus 820 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 820 is a boring tool
20 which includes a slidably adjustable cutting tool 825. Cutting tool 825 is fixedly supported, such as by a tool support 830, which extends from a slidably adjustable tool holder 835. Tool holder 835 preferably includes a joint 837 such as dovetail joint or T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 838. Coupling element body 838 is part of a coupling
25 element 845. Coupling element 845 preferably includes a conically-shaped end and a coupling interface 846, both of which locate boring tool 820 in a drive unit such as drive unit 88 of electronically controlled machine 82 (referring to FIG. 4).

Referring again to FIG. 10, apparatus 820 includes a friction adjustment
apparatus 840 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies
30 a normal force between facing contact surfaces of apparatus 820, and is also means 840 for actuating a variable force between opposing contact surfaces of sliding tool holder 835 and either coupling body 838 or actuating means 840. Actuating means

WO 02/49791

PCT/US01/49082

35

840 preferably includes a plurality of centrifugal weights 864 which are pivotally coupled by a pivot 865 to body 838. Actuating means 840 includes an adjusting screw 841 which applies a static load via spring 843 to member 844. This static load from spring 843 applies a first contact force against sliding tool holder 835 in a first, non-rotating state of apparatus 820. This first state creates a frictional force against tool holder 835 sufficient to restrain tool holder 835 from any loose lateral movement, but insufficient to restrain the lateral position of tool holder 835 when the lateral position of the tool holder is adjusted as described herein.

Rotation of apparatus 820 actuates means 840 to a second state which corresponds to a second, higher contact force applied by member 844 against sliding tool holder 835. As apparatus 820 rotates such as for machining an object, the more massive end of centrifugal weights 864 are thrown outwards, causing centrifugal weights 864 to pivot about pivot 865. Preferably, centrifugal weights 864 include a cam-type shape, and the pivoting actions of weights 864 cause the cam end to press against member 844 with a corresponding second, higher level of contact force against tool holder 835.

FIGS. 12-15 depict various views of an apparatus 920 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 920 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 925. Cutting tool 925 is fixedly supported, such as by a tool support 930, which extends from a slidably adjustable tool holder 935. Tool holder 935 preferably includes a joint 937 such as a dovetail joint or a T-joint which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 938. Coupling element 945 includes a coupling element body 938, and locates boring tool 920 on a drive unit such as drive unit 88 of machine 82 (referring to FIG. 4).

Boring tool 920 preferably includes a multiple piece tool holder 935 which comprises a joint portion 937 coupled by a plurality of bolts 941 to tool holding portion 935.1. Referring to FIGS. 12B and 14B, tool holding portion 935.1 of tool holder 935 includes a plurality of bores 931a, 931b, and 931c for receiving an inserted tool support 930. A set screw (not shown) received within the appropriate threaded hole 918 locks tool support 930 within the specific hole.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

36

As best seen referring to FIGS. 12A, 13A, and 15A, joint portion 937 is slidingly received within a complementary-shaped portion of body 938. A second, tool-holding portion 935.1 is further slidingly received within a second complementary-shaped portion of body 938. Tool holder portions 937 and 935.1 are fastened together by one or more fasteners 941, which in one embodiment is an Allen head screw. Each fastener 941 is received within a counterbored hole 931a, 931b, and/or 931c (as best seen in FIG. 12A and FIG. 14C). Referring to FIGS. 12A, 13A, and 13B, the threaded end of the fastener is received within a counterbored well 938.1 of body 938. As seen in FIG. 15B, joint portion 937 includes one or more threaded holes 931a', 931b', and 931c' to accept the threaded portion of fasteners 941.

Referring to FIGS. 12A, 14A, and 15A, the sliding assembly of tool holder portions 935.1 and 937 within body 938 preferably leaves a small gap between opposing faces 935.2 and 937.2. In those embodiments having this gap, tightening of fasteners 941 results in compression and friction at two faces of body 938. Contact face 937b of T-joint portion 937 is placed in compressive contact with opposing face 938b of body 938 (see FIG. 13A). Further, contact surface 938c is placed in compressive contact with contact face 935.1c of tool holding portion 935.1. Because of the aforementioned gap between opposing faces of portions 937 and 935.1, these are two frictional interfaces for restraining the lateral motion of tool holder 935.

Boring tool 920 can include various combinations of layers of friction materials, surface coatings, and/or surface treatments so as to modify the frictional forces at either the first pair of contact surfaces, 937b and 938b, and/or the second pair of contact surfaces, 935.1c and 938c. As one non-limiting example, a first friction treatment to increase frictional forces can be applied at contact surfaces 938c and/or 935.1c. A second type of frictional treatment to decrease the coefficient of friction can be applied at contact surfaces 937b and/or 938b. In this embodiment, it is preferable to apply the lateral forces for adjusting the position of cutting tool 925 at a contact point 921a along a surface of tool holding portion 935.1, since portion 935.1 is more tightly held by friction than joint portion 937. However, the present invention also contemplates those embodiments in which the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

37

lateral force for adjusting the position of the cutting too is applied at a contact point 921b along a surface of T-joint portion 937. The present invention also contemplates those embodiments in which the lateral adjusting force is applied simultaneously along surfaces of portions 937 and 935.1.

5 FIGS. 16-19 depict various views of an apparatus 1020 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 1020 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1025. Cutting tool 1025 is fixedly supported, such as by a tool support 1030, which extends from a slidably adjustable tool holder 1035. Tool holder 1035 preferably includes a cylindrical joint 1037 which slidably couples to a complementary-shaped joint of a coupling element body 1038. Coupling element 1045 includes a coupling element body 1038 locates boring tool 1020 on a drive unit such as drive unit 88 of machine 82 (referring to FIG. 4).

15 Boring tool 1020 preferably includes a multiple piece tool holder 1035 which comprises a T-joint portion 1037 coupled by a plurality of bolts 1041 to tool holding portion 1035.1. Referring to FIGS. 16B and 18B, tool holding portion 1035.1 of tool holder 1035 includes a plurality of bores 1031a, 1031b, and 1031c for receiving an inserted tool support 1030. A set screw (not shown) received within the appropriate threaded hole 1018 locks tool support 1030 within the specific hole.

20 As best seen referring to FIGS. 16A, 17A, and 19A, joint portion 1037 is slidably received within a complementary cylindrically shaped portion of body 1038. A second, tool-holding portion 1035.1 is further slidably received within a second complementary-shaped portion of body 1038. Tool holder portions 1037 and 1035.1 are fastened together by one or more fasteners 1041, which in one embodiment is an Allen head screw. Each fastener 1041 is received within a counterbored hole 1031a, 1031b, and/or 1031c (as best seen in FIG. 16A and FIG. 18C). Referring to FIGS. 16A, 17A, and 17B, the threaded end of the fastener is received within a counterbored well 1038.1 of body 1038. As seen in FIG. 19B, joint portion 1037 includes one or more threaded holes 1031a', 1031b', and 1031c' to accept the threaded portion of fasteners 1041.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

38

Referring to FIGS. 16A, 18A, and 19A, the sliding assembly of tool holder portions 1035.1 and 1037 within body 1038 preferably leaves a small gap between opposing faces 1035.2 and 1037.2. In those embodiments having this gap, tightening of fasteners 1041 results in compression and friction at two faces of body 1038. Cylindrical contact face 1037b of joint portion 1037 is placed in contact with opposing face 1038b of body 1038 (see FIG. 17A). Further, contact surface 1038c is placed in compressive contact with contact face 1035.1c of tool holding portion 1035.1. Because of the aforementioned gap between opposing faces of portions 1037 and 1035.1, these are two frictional interfaces for restraining the lateral motion of tool holder 1035.

Boring tool 1020 can include various combinations of layers of friction materials, surface coatings, and/or surface treatments so as to modify the frictional forces at either the first pair of contact surfaces, 1037b and 1038b, and/or the second pair of contact surfaces, 1035.1c and 1038c. As one non-limiting example, a first friction treatment to increase frictional forces can be applied at contact surfaces 1038c and/or 1035.1c. A second type of frictional treatment to decrease the coefficient of friction can be applied at contact surfaces 1037b and/or 1038b. In this embodiment, it is preferable to apply the lateral forces for adjusting the position of cutting tool 1025 at a contact point 1021a along a surface of tool holding portion 1035.1, since portion 1035.1 is more tightly held by friction than joint portion 1037. However, the present invention also contemplates those embodiments in which the lateral force for adjusting the position of the cutting tool is applied at a contact point 1021b along a surface of joint portion 1037. The present invention also contemplates those embodiments in which the lateral adjusting force is applied simultaneously along surfaces of portions 1037 and 1035.1.

The embodiments of the present invention described and shown herein include a single cutting tool. However, it is understood that the present invention is not limited to embodiments with a single cutting tool, and also contemplates those embodiments in which there are multiple cutting tools on a single coupling element, including those embodiments in which there are multiple slidingly adjustable cutting tools on a single coupling element.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

39

Yet other embodiment of the present invention pertains to a slidably movable cutting tool holder that machines a workpiece during the sliding. In one embodiment, the cutting tool holder includes a contoured external surface, the contour of which corresponds to the desired shape of a hole or other feature to be machined into the workpiece. As the boring tool is advanced toward the object during machining, a static member in rolling or sliding contact with the cutting tool contoured surfaces pushes the cutting tool holder so that the cutting tool machines shape in the sidewall of the hole that corresponds to the shape of the contoured surface. The cutting tool contoured surface acts as a template for the final shape of the sidewalls, and the static member acts as a follower to the template.

FIGS. 20 and 21 depict apparatuses 1120 and 1220 respectively, for boring a hole with a contoured sidewall. As used herein the term "contoured sidewall" refers to sidewalls of a hole in which at least a portion of the sidewall has a surface which is not parallel to the centerline of the hole. As non-limiting examples, contoured sidewalls can be conical, radiused, and/or S-shaped.

Boring tools 1120 and 1220 each include a cutting tool held within a cutting tool holder that is slidably coupled to a body of a coupling element. These boring tools include friction adjustment apparatus 1140 and 1240, respectively, for clamping sliding cutting tool to the boring tool by applying a normal surface between facing contact surfaces, and which can also be operated as means for actuating a variable friction force, in the manner generally as previously shown and described herein. However, the friction adjustment apparatus is adjusted to provide a frictional force which is sufficient to withstand any lateral force applied on the cutting tool holder by the machining forces applied to the cutting tool, but insufficient to withstand the lateral forces applied by the static member against the cutting tool holder.

Apparatus 1120 and 1220 differ from the other boring tools described herein by having an external contoured surface on the slidable cutting tool holder. As seen best in FIG. 20, boring tool 1120 includes an angled external surface 1134 which corresponds to a desired bevel angle to be machined into a hole of a workpiece. Referring to FIG. 21, boring tool 1220 includes a cutting tool holder 1235 with a contoured surface 1234 which includes a plurality of external angled

WO 02/49791

PCT/US01/49082

40

surfaces, and also a central straight portion there between. Preferably, template surfaces 1134 and 1234 are hardened such as by heat treating and/or coating. Further, these contoured surfaces can be coated with a material that reduces sliding or rolling friction.

5 FIG. 22 schematically depicts a system 1180 according to another embodiment of the present invention. System 1180 preferably includes an electronically controlled machine (such as a CNC boring machine 1182) as previously described. As is well known in the art, boring machine 1182 advances boring tool 1120 along axis 1122 so as to machine workpiece 1186. However, the
10 present invention also includes those embodiments in which table 1192 is moved axially toward the boring tool, which rotates but does not move axially.

System 1180 includes a static member 1150 which is preferably ridged and fixedly mounted to machine 1182. Thus, static member 1150 preferably does not move either axially or laterally as boring tool 1120 rotates and moves axially.
15 However, in those embodiments in which table 1192 move axially toward the boring tool, static member 1150 is rigidly and fixedly mounted to either table 1192 or workpiece 1186.

Static member 1150 includes a projecting follower 1156a which preferably includes at its end in antifriction bearing 1156b, such as a ball bearing.

20 Antifriction bearing 1156b is captured within a socket of follower 1156a, and is free to rotate within that socket.

Static member 1150 is located proximate boring tool 1120, such that bearing 1156b of follower 1156a is in contact with contoured surface 1134 of boring tool 1120. Bearing 1156b presses against contoured surface 1134. As
25 boring tool 1120 is advanced forward along axis 1122 toward workpiece 1186, bearing 1156b presses against contoured surface 1134, and slides cutting tool 1135 relative to boring tool 1120 by this pressing. Since boring tool 1120 is being rotated by drive unit 1188 during this axial advancement, the resulting hole machined into workpiece 1186 includes a sidewall 1184a which includes a contour
30 that corresponds to the contour of surface 1134.

As best seen in FIG. 22, bearing 1156b presses against that portion of surface 1144 which is furthest away from rotational centerline 1122. Thus, the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

41

pressing of bearing 1156b against surface 1134 occurs once per revolution of boring tool 1120. Since cutting tool 1125 is located on that part of cutting tool holder 1135 which is also furthest away from centerline 1122, the sidewall 1184a of hole 1184 corresponds directly to the shape of contoured surface 1134.

5 In contrast, FIG. 23 depicts a system 1180' for boring a hole such that the shape of the sidewalls corresponds to the inverse of the contoured surface of the cutting tool holder. In this embodiment, tool support 1130' is placed on the side of centerline 1122 that is opposite to the side of cutting tool holder 1135' which extends furthest from centerline 1122. As shown in FIG. 23, advancement of
10 boring tool 1120' toward workpiece 1186' results in cutting tool 1125' machining a larger hole diameter as the advancement occurs because of the lateral movement of tool holder 1135. Therefore, contour 1184a' of hole 1184' corresponds to an inverted shape of contact surface 1134'.

In yet another embodiment of the present invention, the contoured surface
15 corresponding to the desired shape of the hole contoured sidewall is placed on the static member, and the surface follower is located on the rotating boring tool. FIGS. 24 and 25 depict an apparatus 1420 for boring a hole with a contoured sidewall.

Boring apparatus 1420 includes the cutting tool, tool support, slidable
20 cutting tool holder, coupling element, and coupling element body as previously described. Further, boring apparatus 1420 includes a friction adjustment apparatus 1440 for clamping the sliding cutting tool to the boring tool which applies a normal force between facing contact surfaces, and which can also be operated as actuating means for applying a variable friction force. However, the friction adjustment
25 apparatus is adjusted to provide a frictional force which is sufficient to withstand any lateral force applied on the cutting tool holder by the machining forces applied to the cutting tool, but insufficient to withstand the lateral forces applied by the static member against the cutting tool holder.

Slidable cutting tool holder 1435 also includes on its outer surface a
30 follower assembly comprising a projecting follower 1457a which preferably includes an antifriction bearing 1457b. Preferably antifriction bearing 1457b is a ball bearing retained in a socket of follower 1457a, and is free to rotate within the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

42

socket. As best seen in FIG. 25, follower 1457a and antifriction bearing 1457b are preferably located 180° opposite of cutting tool 1425. Any force applied against bearing 1457b thus tends to radially oppose a component of the machining forces applied to cutting tool 1425.

5 FIG. 26 schematically depicts a system 1280 according to another embodiment of the present invention. System 1280 preferably includes an electronically controlled machine (such as a CNC boring machine 1282) as previously described. As is well known in the art, boring machine 1282 advances boring tool 1220 along axis 1222 so as to machine workpiece 1286. However, the
10 present invention also includes those embodiments in which table 1292 is moved axially toward the boring tool, which rotates but does not move axially.

System 1480 preferably includes a static member 1450 which is rigidly mounted to either table 1492, workpiece 1486, or for those embodiments in which the cutting tool is advanced along its central axis, to machining apparatus 1482.
15 As shown in FIG. 26, static member 1450 includes a contoured surface 1458 which corresponds to a desired shape in the sidewalls 1484a of hole 1484. Bearing 1457b of boring tool 1420 is in rolling contact with contoured surface 1458. As boring tool 1420 is advanced along axis 1422 toward workpiece 1480, static member 1450 exerts a lateral force on cutting tool holder 1435 which slides tool holder 1435. As
20 depicted in FIG. 26, tool support 1430 is located on the side of centerline 1422 that is opposite to the most radially outward portion of cutting tool holder 1435, and therefore the machined sidewall 1484a corresponds to the inverse of contoured surface 1458. It is understood that the present invention contemplates location of tool support 1430 anywhere on tool holder 1435.

25 FIG. 27 illustrates a cross sectional view of FIG. 26. It can be seen that contoured surface 1488 preferably has a circular shape in a plane perpendicular to axis 1422.

FIG. 28 illustrates a schematic representation of a system 1480' for boring a hole with a contoured sidewall. System 1480' is the same as system 1480
30 previously described, except for differences in the static member and contoured surface which will now be described.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

43

System 1480' includes a static member 1450' which generally surrounds a portion of boring tool 1420. Static member 1450' includes support members 1450a' which couple a ring 1450b' to machining apparatus 1482. In other embodiments of the present invention, static member 1450' can be fixedly attached to either table 1492 or workpiece 1486.

Ring 1450b' includes a contoured inner surface 1458' which generally surrounds a portion of boring tool 1420. As boring tool 1420 is advanced along axis 1422 toward workpiece 1486, static member 1450' applies a lateral load to bearing 1457b which slides cutting tool holder 1435 during machining. This combined action of axial relative movement and lateral shifting results in a hole whose sidewalls correspond to the shape of contoured surface 1458'.

FIG. 29 is a cross sectional view of some of the apparatuses of FIG. 28. As previously discussed, ring 1450b' generally surrounds a portion of cutting tool 1420. As cutting tool 1420 rotates about axis 1422, bearing 1457b is in continuous contact with inner surface 1458'. Therefore, as cutting tool 1420 advances toward the workpiece, the radially inward load applied to bearing 1457b is applied throughout each revolution, in contrast to member 1450 (as seen in FIG. 27) where the radially inward force applied to cutting tool 1435 is applied over a portion of each revolution.

FIGS. 30-34 depict various views of an apparatus 1520 according to another embodiment of the present invention. Apparatus 1520 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1525. Cutting tool 1525 is fixedly supported, such as by a tool support 1530, which extends from a slidably adjustable tool holder 1535. Tool holder 1535 preferably includes a joint 1537 such as a dovetail joint or a T-joint which slidably couples within a complementary-shaped joint formed by pocket 1538.3 and underside surface 1570b of retention member 1570. Coupling element 1545 includes a coupling element body 1538, and locates boring tool assembly 1520 on a drive unit such as drive unit 88 of machine 82 (referring to FIG. 4). Coupling element 1545 couples tool holder 1535 to the boring machine. Coupling element 1545 is slidable in a direction relative to tool holder 1535. Tool holder 1535 is adjustable over a range

WO 02/49791

PCT/US01/49082

44

of positions in the direction for machining a hole within a range of dimensions that correspond to the range of positions.

Boring tool 1520 preferably includes a multiple piece tool holder 1535 which comprises a joint portion 1537. Referring to FIG. 32B, tool holding portion 5 1535.1 of tool holder 1535 includes a plurality of bores 1531a, 1531b, and 1531c for receiving an inserted tool support 1530. A set screw (not shown) received within the appropriate threaded hole 1518 locks tool support 1530 within the specific hole.

Referring to FIGS. 30A and 30B, tool holder 1535 is slidably captured 10 within the assembly of coupling element 1545, as will be described. Coupling element 1545 includes a body 1538 which includes at least one spring pocket 1538.1, and preferably includes a plurality of spring pockets. In one embodiment, spring pocket 1538.1 accepts therein a biasing member 1543. As shown in FIG. 30A, in one embodiment, biasing member 1543 is a coil spring. However, the 15 present invention contemplates other types of biasing members, including, for example, pneumatically or hydraulically actuated expandable pressure vessels, coil springs, and leaf springs.

Preferably, each spring 1543 has a height that is greater than the depth of the corresponding pocket 1538.1. With this arrangement, each spring will "stand 20 proud" when placed within the corresponding pocket. Located on top of the top end of springs 1543 is a movable plate member 1544. Spring forces bias movable member 1544 away from pockets 1538.1. Movable member 1544 preferably resides within a complementary-shaped pocket 1538.2. This pocket accepts the external shape of movable member 1544 (as best seen in FIG. 34A), and is 25 preferably close fitting. However, the present invention also contemplates those embodiments in which movable member 1544 is located within a non-complementary shaped pocket that is not close fitting. Movable member 1544 preferably has a height that is less than the depth of pocket 1538.2.

Although what has been shown and described is an arrangement in which 30 the springs have an end that extends beyond the top of the corresponding pocket, the present invention also contemplates those embodiments in which the springs are equal in height to the pocket, or lesser in height. In some of these

WO 02/49791

PCT/US01/49082

45

embodiments, movable member 1544 includes a corresponding spacer portion that fits within the spring pocket and contacts the top of the spring.

Tool holder 1535 includes a sliding joint portion 1537 that fits within a pocket 1538.3 of body 1538. Joint 1537 has a height 1537.1 that is preferably less than the depth of pocket 1538.3. Tool holder 1535 includes a contact surface 1537a which is in contact with surface 1544a of movable member 1544. Preferably, surface 1544a includes a surface treatment or coating that provides a controlled coefficient of friction with surface 1537a. However, the present invention also contemplates those embodiments in which both surfaces 1544a and 1537a include a surface coating or surface treatment, and also those embodiments in which only surface 1537a includes a surface coating or surface treatment.

Boring tool assembly 1520 includes means for applying a frictional force between contact surfaces including springs 1543 and movable member 1544.

Tool holder 1535 preferably includes a scalloped recess 1571 which slidably receives the retention ears 1572 of members 1570. A pair of retention members 1570 are received within recess 1571 and fastened to body 1538. Members 1570 compress the assembly of springs 1543, movable member 1544, and joint portion 1537 of holder 1535. Fasteners 1541 are preferably tightened until the underside surface 1570b of retention 1570 is in contact with body 1538. Since the height of joint portion 1537 is less than the depth of pocket 1538 and further that the thickness of movable member 1544 is less than the depth of pocket 1538.2, the tightening of fasteners 1541 results in a compression of movable member 1544 against springs 1543. In one embodiment, there are six springs 1543, and each is compressed about .1 inches in this assembled condition. These six springs preferably provide from about 10 to 100 pounds of force per spring against movable member 1544. Biasing members 1543 apply a compression force between contact surfaces 1544a and 1537a to increase the frictional force between those same two contact surfaces, such that sliding movement of tool holder 1535 relative to coupling member 1545 is restrained.

As will be appreciated from FIG. 30A, there is also a frictional interface between surface 1537b of tool holder 1535 and surface 1570b of retention members 1570. These facing surfaces are maintained in compression by springs

WO 02/49791

PCT/US01/49082

46

1543. The present invention contemplates those embodiments in which one or both of surfaces 1537b and 1570b also include coatings or treatments for control of the coefficient of friction therebetween.

Further, although what has been shown and described is a movable member urged by a biasing member against the bottom of the tool holder, the present invention also contemplates those embodiments in which the biasing members act directly against a surface of the sliding tool holder. In such embodiments, the biasing members act directly on the sliding tool holder, and the friction between the sliding tool holder and a retention member restrains lateral sliding of the tool holder.

Some embodiments of the present invention can include a small amount of "positional hysteresis" which affects the manner in which a slidably adjustable tool holder is moved to a position for boring a hole. For example, with regards to certain embodiments of the present invention, when the slidably adjustable tool holder is moved to a position for boring a hole, some components of the boring tool assembly retain a small stress or "memory" which can attempt to move the slidable tool holder back towards the position from which it came. For example, referring to FIG. 12A, boring tool 920 includes two slidable tool holder portions 935.1 and 937. As a lateral force is applied against tool holder portion 935.1, portion 937 within body 938 also slides in the same direction. The lateral force is present until portion 935.1 has moved to a new location. Once the lateral force is removed, portion 935.1 remains at the new position, held in place by frictional forces.

However, in some embodiments, tool holder portion 937 does not move laterally as much as portion 935.1, and therefore exerts a small lateral restoring force through fastener 941 which urges portion 935.1 away from its new position and back towards its original position. Although the frictional force maintaining portion 935.1 in its new location is sufficient to retain it in the desired position under many conditions, it is possible that a vibratory load or other load imposed during machining can cause portion 935 to move slightly as result of the "returning" force or "memory" force exerted by portion 937 and fastener 941. In some embodiments of the present invention, it is believed that this "returning"

WO 02/49791

PCT/US01/49082

47

force is negligible. In other embodiments, the amount of returning lateral movement caused by this returning force can be accounted for in the control algorithm of the CNC boring machine. However, in other embodiments of the present invention, the boring tool assembly includes certain features that minimize and/or eliminate this mechanical hysteresis. FIGS. 35-41 depict various embodiments incorporating a variety of features which relate to the positional "hysteresis" or accuracy of methods, systems, and apparatus pertaining to slidably adjustable tool holders for a boring machine. It is understood that the various features described in these figures are applicable to many of the various embodiments described herein.

FIG. 35 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 1620 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1625. Cutting tool 1625 is fixedly supported by a tool support 1630, which extends from a slidably adjustable tool holder 1635. Preferably, apparatus 1625 further includes a coupling element 1645 which includes a coupling element body 1638, as well as various internal components which will be described. Tool holder 1635 is slidably retained on coupling member 1645, preferably by a retention member 1670. Retention member 1670 permits sliding of tool holder 1635 in a direction permitting cutting tool 1625 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 35, the direction is sideways.

Boring tool assembly 1620 includes an internal frictional adjustment apparatus 1640 which includes a movable member 1644 preferably including a surface treatment or surface coating 1647 for controlling sliding friction and one or more biasing members 1643 which preferably provide an elastic biasing force. As used herein the term elastic refers to the ability of the biasing member to provide a resisting force when the biasing member is placed in compression, tension, torsion and/or shear, such that the member returns to a shape without permanent deformation when the compressing tension, torsion, or shear is removed. For sake of clarity, FIG. 35 includes a single biasing member 1643, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing

WO 02/49791

PCT/US01/49082

48

members. Further, although the various figures herein depict a particular type of biasing member, such as a coil spring, it is further appreciated that other embodiments of the present invention include any of the biasing members noted herein, including by way of example centrifugal apparatus, hydraulic or pneumatic pressure mechanisms, magnets, as well as others. And further with the biasing members adapted and configured either to urge apart the tool holder from the coupling member, or to urge together the tool holder and a coupling member. Further, biasing members depicted or described as coil springs can be any type of spring, including torsional, leaf, belleville, and others.

10 Movable member 1644 is preferably closely fitting within a pocket or bore 1638.2 of body 1638. Because of the close-fitting nature of member 1644 within bore 1638.2, any side to side motion of member 1644 is greatly reduced. However, to further minimize any lateral motion of member 1644, a surface coating 1647.2 is applied to the sides of member 1644. Surface coating or treatment 1647.2 can be any of the coatings or treatment previously described, although preferably the selected coating or treatment minimizes the sliding friction between member 1644 and the contacting walls of pocket 1638.2. As one example, the surface coating could be an organic material such as Teflon®, nylon, or other organic material with low friction and good wear properties. Further, the surface coating or treatment 1647.2 can be a build up of abradable material, a portion of which is worn-off during initial insertion of member 1644 within bore 1638.2. Further, the idea of "surface coating or treatment" as described herein includes the attachment of material to the sides of member 1644, such as by riveting, welding, brazing, use of adhesives, or other methods.

25 FIG. 36 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 1720 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1725. Cutting tool 1725 is fixedly supported by a tool support 1730, which extends from a slidably adjustable tool holder 1735. Preferably, apparatus 1725 further includes a coupling element 1745 which includes a coupling element body 1738, as well as various internal components which will be described. Tool holder 1735 is slidably retained on coupling

WO 02/49791

PCT/US01/49082

49

member 1745, preferably by a retention member 1770. Retention member 1770 permits sliding of tool holder 1735 in a direction permitting cutting tool 1725 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 36, the direction is sideways.

5 Boring tool assembly 1720 includes an internal frictional adjustment apparatus 1740 which includes a movable member 1744 preferably including a surface treatment or surface coating 1747 for controlling sliding friction and one or more biasing members 1743 which preferably provide an elastic biasing force. As used herein the term elastic refers to the ability of the biasing member to provide a
10 resisting force when the biasing member is placed in compression, tension, torsion and/or shear, such that the member returns to a shape without permanent deformation when the compressing tension, torsion, or shear is removed. For sake of clarity, FIG. 36 includes a single biasing member 1743, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing
15 members.

Movable member 1744 is guided within body 1738 of coupling element 1745 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 1743 applies a force between body 1738 and movable member 1744 that urges movable member 1744 at least partly in the
20 second direction. As will now be discussed, movable member 1744 is substantially restrained from motion in the direction of sliding.

Movable member 1744 is preferably closely fitting within a pocket or bore 1738.2 of body 1738. Because of the close-fitting nature of member 1744 within bore 1738.2, any side to side motion of member 1744 is greatly reduced.
25 However, to further minimize any lateral motion of member 1744, a surface coating 1747.2 is applied to the sides of bore 1738.2. Surface coating or treatment 1747.2 can be any of the coatings or treatment previously described, although preferably the selected coating or treatment minimizes the sliding friction between member 1744 and walls of pocket 1738.2. As one example, the surface coating
30 could be an organic material such as Teflon®, nylon, or other organic material with low friction and good wear properties. Further, the surface coating or treatment 1747.2 can be a build up of abradable material, a portion of which is

WO 02/49791

PCT/US01/49082

50

worn-off during initial insertion of member 1744 within bore 1738.2. Further, the idea of "surface coating or treatment" as described herein includes the attachment of material to the sides of member 1744, such as by riveting, welding, brazing, use of adhesives, or other methods.

5 FIG. 37 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 1820 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1825. Cutting tool 1825 is fixedly supported by a tool support 1830, which extends from a slidably adjustable tool holder 1835.

10 Preferably, apparatus 1825 further includes a coupling element 1845 which includes a coupling element body 1838, as well as various internal components which will be described. Tool holder 1835 is slidably retained on coupling member 1845, preferably by a retention member 1870. Retention member 1870 permits sliding of tool holder 1835 in a direction permitting cutting tool 1825 to

15 bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 37, the direction is sideways.

 Boring tool assembly 1820 includes an internal frictional adjustment apparatus 1840 which includes a movable member 1844 preferably including a surface treatment or surface coating 1847 for controlling sliding friction and one or

20 more biasing members 1843 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 37 includes a single biasing member 1843, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members.

 Movable member 1844 is guided within body 1838 of coupling element

25 1845 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 1843 applies a force between body 1838 and movable member 1844 that urges movable member 1844 at least partly in the second direction. As will now be discussed, movable member 1844 is substantially restrained from motion in the direction of sliding.

30 Movable member 1844 is received preferably loosely received within a pocket 1838.2 of body 1838. However, in order to minimize the side to side motion of movable member 1844, member 1844 includes one or more guiding

WO 02/49791

PCT/US01/49082

51

features 1844.4 which are received within one or more corresponding close-fitting complementary-shaped features or bores 1838.4. The acceptance of a guiding feature 1844.4 within a complementary-shaped feature 1838.4 restrains movable member 1844 from side to side motion. In some embodiments of the present invention, one or both of the guiding features 1844.4 and 1838.4 include surface coating or treating as previously described, preferably for minimizing sliding friction. In one embodiment, guiding features 1844.4 are a pair of dowel rods coupled to movable member 1844, and the complementary-shaped guiding feature 1838.4 is a hole or bore having the same external shape as the dowel rod.

FIG. 38 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 1920 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1925. Cutting tool 1925 is fixedly supported by a tool support 1930, which extends from a slidably adjustable tool holder 1935.

Preferably, apparatus 1925 further includes a coupling element 1945 which includes a coupling element body 1938, as well as various internal components which will be described. Tool holder 1935 is slidably retained on coupling member 1945, preferably by a retention member 1970. Retention member 1970 permits sliding of tool holder 1935 in a direction permitting cutting tool 1925 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 38, the direction is sideways.

Boring tool assembly 1920 includes an internal frictional adjustment apparatus 1940 which includes a movable member 1944 preferably including a surface treatment or surface coating 1947 for controlling sliding friction and one or more biasing members 1943 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 38 includes a single biasing member 1943, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members.

Movable member 1944 is guided within body 1938 of coupling element 1945 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 1943 applies a force between body 1938 and movable member 1944 that urges movable member 1944 at least partly in the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

52

second direction. As will now be discussed, movable member 1944 is substantially restrained from motion in the direction of sliding.

Movable member 1944 is bearingly guided within a pocket 1938.2 of body 1938. An assembly of roller bearings 1973 is preferably located on opposing sides of pocket 1938.2, and reduces any frictional force which opposes the urging force from biasing member 1943.

To reduce the lateral motion of member 1944, preferably at least one of the bearing assemblies 1973 is biased laterally by a spring member 1972. In one embodiment, biasing member 1972 urges a bearing assembly 1973 toward the opposite bearing assembly 1973, such that in the unassembled state, the distance between bearing assemblies is less than the width of movable member 1944. Insertion of member 1944 between the opposing bearing assemblies 1973 results in lateral movement of the spring loaded bearing assembly and compression of spring 1972. When assembled against at least one spring loaded bearing assembly, movable member 1944 does not move laterally unless the lateral force is sufficient to overcome the spring force exerted by spring 1972. Spring 1972 is adapted and configured to urge against movable member 1944 with a lateral force that is preferably greater than the lateral force for adjustment of tool holder 1935.

In yet other embodiments of the present invention, there are bearing assemblies on opposing sides of movable member 1944, with only one side being spring loaded. In some of those embodiments, the non-spring loaded bearing is located on a side of movable member 1944 such that movement of tool holder 1935 in a direction to increase the size of a hole bored by cutting tool 1925 slides movable member 1944 toward the non-spring loaded bearing.

FIG. 39 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 2020 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 2025. Cutting tool 2025 is fixedly supported by a tool support 2030, which extends from a slidably adjustable tool holder 2035. Preferably, apparatus 2025 further includes a coupling element 2045 which includes a coupling element body 2038, as well as various internal components which will be described. Tool holder 2035 is slidably retained on coupling

WO 02/49791

PCT/US01/49082

53

member 2045, preferably by a retention member 2070. Retention member 2070 permits sliding of tool holder 2035 in a direction permitting cutting tool 2025 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 39, the direction is sideways.

5 Boring tool assembly 2020 includes an internal frictional adjustment apparatus 2040 which includes a movable member 2044 preferably including a surface treatment or surface coating 2047 for controlling sliding friction and one or more biasing members 2043 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 39 includes a single biasing member 2043, but it is
10 appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members.

Movable member 2044 is guided within body 2038 of coupling element 2045 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 2043 applies a force between body 2038 and
15 movable member 2044 that urges movable member 2044 at least partly in the second direction. As will now be discussed, movable member 2044 is substantially restrained from motion in the direction of sliding.

Frictional adjustment apparatus 2040 of boring tool 2020 preferably includes biasing members 2043 and movable member 2044 which are adapted and
20 configured such that the force from biasing members 2043 urge movable member 2044 parallel to the direction of sliding and also in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. In one embodiment, springs 2043 are located within pockets 2038.1 such that the springs act in a direction with a directional component that is parallel to the direction of the sliding of tool holder
25 2035.

As shown in FIG. 39, springs 2043 act laterally. Each biasing member 2043 preferably acts upon an intermediate sliding member 2074. Each intermediate member 2074 preferably includes an angled surface in contact with a complementary-shaped surface 2044.2 of movable member 2044. As shown in the
30 particular embodiment of FIG. 39, the angled surfaces of intermediate members 2074 are angled at approximately 45 degrees relative to the centerline 2022 of apparatus 2020. Therefore, the forces from biasing members 2043 act upon

WO 02/49791

PCT/US01/49082

54

movable member 2044 in a direction parallel to the direction of sliding and also orthogonal to the direction of sliding. Therefore, any lateral motion imparted to movable member 2044 by sliding adjustment of tool holder 2035 is resisted by at least one of the biasing members 2043. Further, biasing members 2043 are effective in applying a normal force between movable member 2044 and tool holder 2035 that imparts a frictional force sufficient to restrain lateral motion of tool holder 2035 during machining.

FIG. 40 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 2120 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 2125. Cutting tool 2125 is fixedly supported by a tool support 2130, which extends from a slidably adjustable tool holder 2135. Preferably, apparatus 2125 further includes a coupling element 2145 which includes a coupling element body 2138, as well as various internal components which will be described. Tool holder 2135 is slidably retained on coupling member 2145, preferably by a retention member 2170. Retention member 2170 permits sliding of tool holder 2135 in a direction permitting cutting tool 2125 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 40, the direction is sideways.

Boring tool assembly 2120 includes an internal frictional adjustment apparatus 2140 which includes a movable member 2144 preferably including a surface treatment or surface coating 2147 for controlling sliding friction and one or more biasing members 2143 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 40 includes a single biasing member 2143, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members.

Movable member 2144 is guided within body 2138 of coupling element 2145 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 2143 applies a force between body 2138 and movable member 2144 that urges movable member 2144 at least partly in the second direction. Movable member 2144 is substantially restrained from motion in

WO 02/49791

PCT/US01/49082

55

the direction of sliding. Movable member 2144 includes a coating 2147.2 on the sides of the movable member that maintain a close fit within bore 2138.2.

Boring tool apparatus 2120 is the same as apparatus 1620 except that there is an assembly of roller bearing 2143.1 interposed between spring 2143 and movable member 2144 that transmit the biasing force from member 2143 to member 2144. Roller bearings 2143.1 minimize any "restoring" lateral force imparted by biasing member 2143 upon movable member 2144.

FIG. 41 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 2220 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 2225. Cutting tool 2225 is fixedly supported by a tool support 2230, which extends from a slidably adjustable tool holder 2235. Preferably, apparatus 2225 further includes a coupling element 2245 which includes a coupling element body 2238, as well as various internal components which will be described. Tool holder 2235 is slidably retained on coupling member 2245, preferably by a retention member 2270. Retention member 2270 permits sliding of tool holder 2235 in a direction permitting cutting tool 2225 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 41, the direction is sideways.

Boring tool assembly 2220 includes an internal frictional adjustment apparatus 2240 which includes a movable member 2244, and one or more biasing members 2243 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 41 includes a single biasing member 2243, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members and other types of biasing members.

Movable member 2244 is guided within body 2238 of coupling element 2245 in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding. Further, biasing member 2243 applies a force between body 2238 and movable member 2244 that urges movable member 2244 at least partly in the second direction. As will now be discussed, movable member 2244 is substantially restrained from motion in the direction of sliding.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

56

Boring tool apparatus 2220 includes an internal frictional adjustment apparatus 2240 in which the frictional force restraining the movement of tool holder 2235 during machining is applied between surface 2237b of joint 2237 and surface 2270b of retention member 2270. Preferably, either or both surfaces 2237b and 2270b include a surface coating or treatment 2275 which provides for a controlled frictional interface between slidable tool holder 2235 and retention member 2270 of coupling element 2245. The normal force which provides the aforementioned frictional force comes from a biasing member 2243 which acts on a movable member 2244. An assembly of roller bearings 2243.1 placed between movable member 2244 and the opposing surface of joint 2237 reduces any lateral forces between member 2244 and joint 2237. The present invention also contemplates those embodiments in which a force from the biasing member acts directly upon tool holder 2235.

FIG. 42 is a schematic representation of another embodiment 1520', similar except as described and depicted to apparatus 1520, and shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 1520' is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 1520'. Cutting tool 1525' is fixedly supported by a tool support 1530', which extends from a slidably adjustable tool holder 1535'. Preferably, apparatus 1525' further includes a coupling element 1545' which includes a coupling element body 1538', as well as various internal components which will be described. Although various embodiments shown herein depict various components of the coupling element or the tool support, the present invention also contemplates those alternate embodiments in which these same or equivalent components are included in the other one of the coupling element or tool holder. Tool holder 1535' is slidably retained on coupling member 1545', preferably by a retention member 1570'. Retention member 1570' permits sliding of tool holder 1535' in a direction permitting cutting tool 1525' to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 42, the direction is sideways.

Boring tool assembly 1520' includes an internal frictional adjustment apparatus 1540' which includes a tool holder 1535', a surface treatment or surface coating 1547' on either tool holder 1535' and/or body 1538' for controlling sliding

WO 02/49791

PCT/US01/49082

57

and static friction, and one or more biasing members 1543' which preferably provide an elastic biasing force.

Tool holder 1535' is located within body 1538' of coupling element 1545' in a second direction that is at least partly orthogonal to the direction of sliding.

5 Further, biasing members 1543' apply a force between body 1538' and tool holder 1535' that urges tool holder 1535' at least partly in the second direction.

One difference between apparatus 1520 and 1520' relates to the direction of biasing force applied by biasing members 1543 and 1543'. Referring briefly to FIG. 30A, springs 1543 are adapted and configured to push apart coupling element 1545 and sliding tool holder 1535. Biasing elements 1543 urge cutting tool 1525 10 toward the object being machined. In contrast, tool holder 1535' of apparatus 1520' is adapted and configured so that springs 1543' urge tool holder 1535' toward coupling element 1545'. The arrangement and configuration of springs 1543' place a biasing force against the bottom of pockets 1535.2' that is in the 15 same direction as the axial force X applied against cutting tool 1525' during machining of an object. Thus, apparatus 1520' is arranged and configured such that the normal force creating the frictional force is "self-energized" by the axial machining forces X.

Biasing elements 1543' apply a normal force between contact surfaces 20 1535c' and 1538c' that result in a measure of sliding friction therebetween that is sufficient to restrain lateral motion of tool holder 1535' during machining, but insufficient to prevent lateral sliding of tool holder 1535' relative to coupling element 1545' during adjustment. It is to be appreciated that any of the various embodiments described herein for producing this frictional force can be adapted 25 and configured such that the resultant applied normal force is additive to the axial machining forces in a "self-energizing" manner.

In a variation of this embodiment, springs 1543' are located within pockets of tool holder 1535' on the opposite side of retention members 1570'. For those 30 embodiments in which coil springs 1543' are compression springs, tool holder 1535' is urged away from coupling member 1545', with the frictional interface being between the inner surface of retention members 1570' and the upper, inner surface of tool member 1535'. Because of the pockets being located on the

WO 02/49791

PCT/US01/49082

58

opposite side of retention members 1570', the weight of tool holder 1535' is reduced. Further, the length of coupling element 1545' can be reduced, further reducing its weight.

FIG. 43 is a schematic representation of another embodiment according to the present invention, shown in sectional view through the centerline of the apparatus. Apparatus 2320 is a boring tool assembly which includes a slidably adjustable cutting tool 2325. Cutting tool 2325 is fixedly supported by a tool support 2330, which extends from a slidably adjustable tool holder 2335. Preferably, apparatus 2325 further includes a coupling element 2345 which includes a coupling element body 2338, as well as various internal components which will be described. Tool holder 2335 is slidably retained on coupling member 2345, preferably by a retention member 2370. Retention member 2370 permits sliding of tool holder 2335 in a direction permitting cutting tool 2325 to bore a variety of hole diameters or other features. As one example, referring to FIG. 43, the direction is sideways.

Boring tool assembly 2320 includes an internal frictional adjustment apparatus 2340 which includes a movable member 2344 preferably including a surface treatment or surface coating 2347 for controlling sliding friction and one or more biasing members 2343 which preferably provide an elastic biasing force. For sake of clarity, FIG. 43 includes a single biasing member 2343, but it is appreciated that various embodiments of the present invention contemplate multiple biasing members.

Apparatus 2320 includes a pivotal boring tool which can be actuated by one or more draw bars as disclosed in PCT WO 98/48964, DE 4022579, and U.S. Patent Application 2001/0028832, all incorporated herein by reference.

Apparatus 2320 includes a pivotal tool holder 2376a which is pivotal about a pin 2376b, and thereby pivotally coupled to tool holder 2335. In one embodiment, pivotal cutting tool holder 2376a can be pivoted outward by a mechanism (not shown) which is interposed between the top portion of the pivoting tool holder and the ramped portion of a first draw bar 2377a, as described in one of the references. Draw bar 2377a is axially actuated by a second draw bar 2377b which is guided within coupling element 2345. There is sufficient lateral

WO 02/49791

PCT/US01/49082

59

clearance between draw bar 2377b and an internal bore of tool holder 2335, such that sliding adjustment of tool holder 2335 relative to coupling element 2345 is not interfered with.

5 While the invention has been illustrated and described in detail in the drawings and foregoing description, the same is to be considered as illustrative and not restrictive in character, it being understood that only the preferred embodiments have been shown and described and that all changes and modifications that come within the spirit of the invention are desired to be protected.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

60

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A method for machining an object, comprising:
providing an electronically controlled boring machine, a member, and a
boring tool including a boring tool body and a cutting tool moveably coupled to the
5 boring tool body;
coupling the boring tool to the boring machine;
placing a surface of the boring tool in contact with the member;
applying a force between the boring tool and the member sufficient to
move the cutting tool relative to the boring tool body; and
10 machining the object after said applying.
2. The method of claim 1 wherein said machining is by rotating the
boring tool about an axis, and wherein said applying includes sliding the cutting
tool relative to the boring tool body in a direction perpendicular to the axis.
15
3. The method of claim 1 wherein the boring machine includes a
translatable table and a translatable driving element, and said applying is by
moving one of the table or the driving element relative to the other.
- 20 4. The method of claim 1 wherein said providing includes the object
and the object includes the static member.
5. A method for adjusting a boring tool including a cutting tool with
first and second surfaces and laterally slidable on the boring tool within a range of
25 positions, comprising:
providing a static member and a boring tool ;
placing a first surface of the boring tool in contact with the static member;

WO 02/49791

PCT/US01/49082

61

sliding the cutting tool relative to the boring tool in a first direction to a first position by pressing together the first surface of the boring tool and the static member;

5 placing a second surface of the boring tool in contact with the static member; and

sliding the cutting tool relative to the boring tool in a second direction to a second position by pressing together the second surface of the boring tool against the static member, the second direction being opposite to the first direction.

10 6. The method of claim 5 which further comprises clamping the cutting tool to the boring tool and maintaining said clamping during said sliding in the first direction.

15 7. The method of claim 6 which further comprises maintaining said clamping during said sliding in the second direction.

20 8. The method of claim 7 wherein said providing includes an object which further comprises machining a feature on the object while maintaining said clamping.

9. The method of claim 5 wherein said providing includes a boring machine and which further comprises coupling the boring tool to the boring machine before said placing.

25 10. A method for machining an object, comprising:
providing boring machine and a boring tool including an adjustable cutting tool laterally slidable within a range of positions on the boring tool;
coupling the boring tool to the boring machine;

WO 02/49791

PCT/US01/49082

62

clamping the slidable cutting tool to the boring tool; and

adjusting the lateral position of the cutting tool while maintaining said coupling and maintaining said clamping.

5 11. The method of claim 10 which further comprises machining the object with the cutting tool after said adjusting while maintaining said coupling and maintaining said clamping.

12. The method of claim 10 wherein said adjusting is by pressing a
10 surface of the boring tool against a surface.

13. The method of claim 10 wherein said clamping establishes a frictional force resisting lateral sliding of the cutting tool on the boring tool, and said adjusting is by applying a lateral force sufficient to overcome the frictional
15 force.

14. A method comprising:

providing an object, a CNC boring machine, a cutting tool, and a cutting tool holder slidably adjustable within a range of positions;

20 machining a feature in the object by the CNC boring machine with the cutting tool;

measuring a characteristic of the feature;

calculating an amount to adjust the position of the cutting tool; and

25 automatically adjusting the position of the cutting tool with the aid of the CNC boring machine to slide the cutting tool holder by a distance corresponding to the calculated amount.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

63

15. The method of claim 14 wherein said machining a feature is boring a hole and said measuring a characteristic is measuring the diameter of the hole.

16. The method of claim 14 wherein said providing includes a surface
5 of a member, and the computer commands a pressing of a surface of the cutting tool holder against the surface of the member to slide the cutting tool.

17. A system for boring a hole, comprising:
a computer numerically controlled machining apparatus having a rotating
10 drive member rotatable about an axis;
a member with a first surface, the member being proximate said machining apparatus;
a boring tool including a coupling member for coupling said boring tool to said drive member and a cutting tool holder slidably coupled to said boring tool,
15 said tool holder being slidable relative to said drive member in a direction at least partly perpendicular to the axis, said tool holder having a second surface; and
an electronic controller operably coupled to said machine, said controller performing an algorithm which adjusts the sliding position of said cutting tool holder by placing the first surface in contact with the second surface and applying
20 a force thereacross.

18. The system of claim 17 wherein said machining apparatus is a boring machine

19. The system of claim 17 wherein said electronic controller is a
25 computer with a memory and said algorithm is a software program.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

64

20. The system of claim 17 wherein said controller applies the force by pressing the first surface against the second surface.

21. An apparatus for boring a hole with a cutting tool and a boring
5 machine, comprising:

an adjustable position tool holder having a first contact surface and including a cutting tool;

a coupling element for coupling said tool holder to the boring machine, said coupling element being slidably coupled to said tool holder and having a second
10 contact surface in sliding contact with the first contact surface, said tool holder being adjustable laterally within a range of positions relative to the coupling element; and

means for applying a frictional force between the first and second contact surfaces which is sufficient to restrain the lateral position of the tool holder when
15 the cutting tool is boring a hole, but which frictional force is insufficient to restrain the lateral position of the tool holder when the lateral position of the tool holder is adjusted.

22. The apparatus of claim 21 wherein said applying means does not
20 include a set screw.

23. The apparatus of claim 21 wherein said applying means includes an electromagnetic solenoid.

24. The apparatus of claim 21 wherein said applying means includes a
25 hydraulic piston.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

65

25. The apparatus of claim 21 wherein said applying means is hydraulically actuated.

26. The apparatus of claim 21 wherein said applying means is
5 electrically actuated.

27. The apparatus of claim 21 wherein said applying means includes a spring.

10 28. The apparatus of claim 21 wherein said applying means is centrifugally actuated.

29. The apparatus of claim 21 which further comprises coating one of the first contact surface or the second contact surface to modify the friction
15 therebetween.

30. An apparatus for machining a hole with a boring machine, comprising:

an adjustable position tool holder having a first contact surface and
20 including a replaceable cutting tool;

a coupling element for coupling said tool holder to the boring machine, the coupling element having a second contact surface in sliding contact with the first contact surface and slidable in a linear direction, said tool holder being adjustable over a range of positions in the linear direction relative to said coupling element
25 for machining a hole within a corresponding range of dimensions; and

a spring urging the first contact surface against the second contact surface to increase the friction between the first contact surface and the second contact surface.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

66

31. The apparatus of claim 30 wherein said spring has a first position for urging the first contact surface against the second contact surface with a first force, and a second position for urging the first contact surface against the second contact surface with a second force greater than the first force.

32. The apparatus of claim 30 wherein at least one of the first contact surface or the second contact surface includes thereon a surface coating for modifying the friction between the first contact surface and the second contact surface.

33. The apparatus of claim 30 wherein said tool holder is adapted and configured to rotate along an axis, and the axis is perpendicular to the linear direction of adjustment.

34. The apparatus of claim 30 wherein the linear direction is a first linear direction, and said spring urges the first contact surface against the second contact surface in a second linear direction perpendicular to the first linear direction.

35. A method for supporting a cutting tool for boring holes, comprising:
providing an adjustable position cutting tool holder and a coupling member with a first end for coupling to a rotational drive unit of a boring machine and a second end slidably supporting the cutting tool holder, the cutting tool holder being slidably adjustable relative to the coupling member in a direction and being restrained by friction from sliding relative to the coupling member in the direction;

providing a friction force actuating mechanism for varying the restraining friction force between the cutting tool holder and the coupling member, the mechanism being actuatable between a first state and a second state;

WO 02/49791

PCT/US01/49082

67

actuating the mechanism to a first state and applying a first friction force between the cutting tool holder and the coupling member; and

actuating the mechanism to a second state and applying a second friction force between the cutting tool holder and the coupling member, the second friction
5 force being greater than the first friction force.

36. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism includes an electromagnetic solenoid.

10 37. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism includes a hydraulic piston.

38. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism is hydraulically actuated.

15

39. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism is electrically actuated.

20 40. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism includes a spring.

41. The method of claim 35 wherein the friction force actuating mechanism is centrifugally actuated.

25 42. An apparatus for machining a feature with a boring machine, comprising:
an adjustable position tool holder including a cutting tool;

WO 02/49791

PCT/US01/49082

68

a coupling element for coupling said tool holder to the boring machine, said coupling element being slidably coupled to said tool holder, said tool holder being adjustable within a range of positions relative to said coupling element for machining a corresponding range of features, said cutting tool holder being
5 slidably adjustable relative to said coupling member in a direction and being restrained by friction from sliding relative to said coupling member in the direction; and

means for automatically actuating a variable frictional force between said cutting tool holder and said coupling member.

10

43 The apparatus of claim 42 wherein said automatic actuating means includes a cam pivotally coupled to said coupling element and a spring compressed by said cam.

15

44. The apparatus of claim 43 which further comprises an electromagnetic solenoid coupled to said cam, said cam pivoting in response to energizing said solenoid.

45. The apparatus of claim 35 wherein said actuating to a first state is
20 by urging apart the cutting tool holder from the coupling member, and said actuating to a second state is by urging apart the cutting tool holder from the coupling member.

46. The apparatus of claim 35 wherein said actuating to a first state is
25 by urging together the cutting tool holder and the coupling member, said actuating to a second state is by urging together the cutting tool holder and the coupling member.

47. A method for machining a feature in an object, comprising:

WO 02/49791

PCT/US01/49082

69

providing a boring machine, a member with a first surface, and a boring tool including a cutting tool and a slidably moveable cutting tool holder with a second surface;

coupling the boring tool to the boring machine;

5 placing the second surface of the tool holder in contact with the first surface of the member;

pressing the second surface against the first surface;

sliding the cutting tool relative to the boring tool by said pressing; and machining the object during said sliding.

10

48. The method of claim 47 which further comprises contouring the first surface to correspond to the contour of the sidewall of the hole.

49. The method of claim 47 which further comprises contouring the
15 second surface to correspond to the contour of the sidewall of the hole.

50. The method of claim 47 which further comprises advancing the boring tool toward the object, wherein said pressing is during said advancing.

20 51. A system for boring a hole with contoured sidewalls in an object, comprising:

a boring tool including a coupling member and a cutting tool holder slidably coupled to said boring tool, said tool holder being slidable relative to said coupling member, said tool holder having a first surface shaped in a contour
25 corresponding to the contour of the sidewalls of the hole;

a computer numerically controlled machining apparatus including a table for mounting the object, said machining apparatus having a rotating drive member receiving said coupling member and being rotatable about an axis, whereby said machining apparatus moves said boring tool in a direction parallel to the axis
30 during the boring; and

WO 02/49791

PCT/US01/49082

70

a static member with a second surface, the second surface being in contact with the first surface during at least some of the boring, said static member being fixedly mounted to one of said machining apparatus, said table, or the object.

5 52. The system of claim 51 wherein said static member includes an antifriction bearing element in contact with said boring tool.

53. The system of claim 51 wherein the contour of the first surface corresponds to a conical sidewall of the hole.

10

54. The system of claim 51 which further comprises means for automatically actuating a variable frictional force between said cutting tool holder and said coupling member.

15 55. A system for boring a hole with contoured sidewalls in an object, comprising:

a boring tool including a coupling member and a cutting tool holder slidably coupled to said boring tool, said tool holder being slidable relative to said coupling member, said tool holder having a first external surface;

20 a computer numerically controlled machining apparatus including a table for mounting the object, said machining apparatus having a rotating drive member receiving said coupling member and being rotatable about an axis, whereby said machining apparatus moves said boring tool in a direction parallel to the axis during the boring; and

25 a static member with a second surface, the second surface being shaped in a contour corresponding to the contour of the sidewalls of the hole, said static member being fixedly mounted to one of said machining apparatus, said table, or the workpiece;

WO 02/49791

PCT/US01/49082

71

wherein the second surface is in contact with the first surface during at least some of the boring.

56. The system of claim 55 wherein the static member includes a ring-shaped portion which surrounds a portion of said boring tool.

57. The system of claim 55 wherein said tool holder includes an antifriction bearing element in contact with said static member.

58. The system of claim 55 wherein the contour of the second surface corresponds to a conical sidewall of the hole.

59. The system of claim 55 which further comprises means for automatically actuating a variable frictional force between said cutting tool holder and said coupling member.

60. An apparatus for machining a feature with a boring machine, comprising:
an adjustable position tool holder having a contact surface and including a replaceable cutting tool;
a coupling element for coupling the tool holder to the boring machine, said tool holder being slidable in a direction relative to said coupling element, said tool holder being adjustable over a range of positions in the direction relative to said coupling element for machining a hole within a range of dimensions that correspond to the range of positions; and
a biasing member applying a force against the contact surface to increase a frictional force on the contact surface that restrains movement of said tool holder relative to said coupling element in the direction of sliding.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

72

61. The apparatus of claim 60 wherein the contact surface is a first contact surface, and which further comprises a movable member, said movable member having a second contact surface, said biasing member urging the first contact surface against the second contact surface.

5

62. The apparatus of claim 61 wherein at least one of the first contact surface or the second contact surface includes a coating to control the friction between the first contact surface and the second contact surface.

10

63. The apparatus of claim 60 wherein said biasing member is a spring having a length, said coupling member defines a pocket for holding said spring, the pocket having a depth, and the length is greater than the depth.

15

64. An apparatus for machining a feature with a boring machine, comprising:
an adjustable position tool holder having a contact surface and including a cutting tool;
a coupling element for coupling the tool holder to a boring machine, said tool holder being slidably adjustable over a range of positions in a first direction relative to said coupling element for machining a feature within a range of dimensions that correspond to the range of positions;
a movable member within said coupling element and movable in a second direction at least partly orthogonal to said first direction, said movable member being substantially restrained from motion in the first direction; and
a biasing member applying a force at least partly in the second direction against said movable member.

25

65. An apparatus for machining a feature with a boring machine, comprising:

WO 02/49791

PCT/US01/49082

73

an adjustable position tool holder having a contact surface and including a cutting tool;

5 a coupling element for coupling the tool holder to a boring machine, said tool holder being slidably adjustable over a range of positions in a first direction relative to said coupling element for machining a feature within a range of dimensions that correspond to the range of positions;

a movable member guided within said coupling element and movable within said coupling element ; and

a biasing member applying a force against said movable member;

10 wherein said biasing member and said movable member are adapted and configured such that the force from said biasing member urges said movable member in the first direction and urges said movable member in a second direction at least partly orthogonal to the first direction.

15 66. A method for retaining a cutting tool for boring holes, comprising:

providing a cutting tool, a slidably adjustable cutting tool holder slidable in a first direction, and a movable member movable in a second direction, the second direction being at least partly orthogonal to the first direction;

restraining the movement of the tool holder along the second direction;

20 biasing the tool holder along the second direction;

restraining the movement of the movable member along the first direction;

and

biasing the movable member along the first direction.

25 67. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by an electromagnetic solenoid.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

74

68. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by a hydraulic piston.

69. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by at least one of hydraulic or pneumatic actuation.

70. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by electrical actuation.

71. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by a spring.

72. The apparatus of claim 66 wherein said biasing the tool holder is by centrifugal actuation.

15

73. A method for retaining a cutting tool for boring holes, comprising:

providing a cutting tool and a tool holder slidable along a first direction and at least partially restrained from movement along a second direction orthogonal to the first direction;

providing a movable member movable along the second direction and at least partially restrained from movement along the first direction;

biasing the tool holder and the movable member along the second direction; and

restraining the movement of the tool holder along the first direction by friction between the boring tool and the movable member

WO 02/49791

PCT/US01/49082

75

74. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by an electromagnetic solenoid.

75. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by a hydraulic piston.

76. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by at least one of hydraulic or pneumatic actuation.

77. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by electrical actuation.

78. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by a spring.

15

79. The apparatus of claim 73 wherein said biasing the tool holder and the movable member is by centrifugal actuation.

WO 02/49791

PCT/US01/49082

2/34

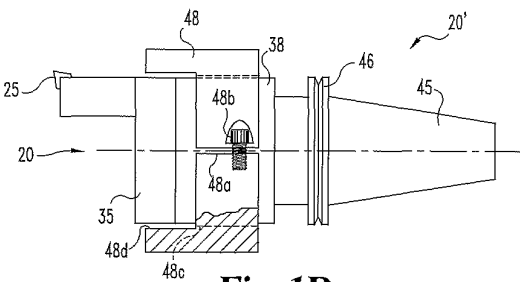


Fig. 1D

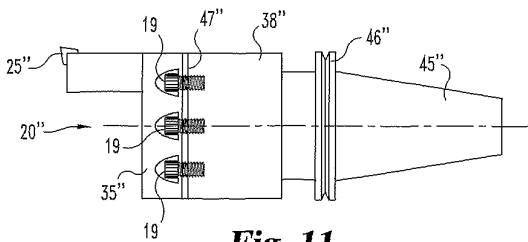


Fig. 11

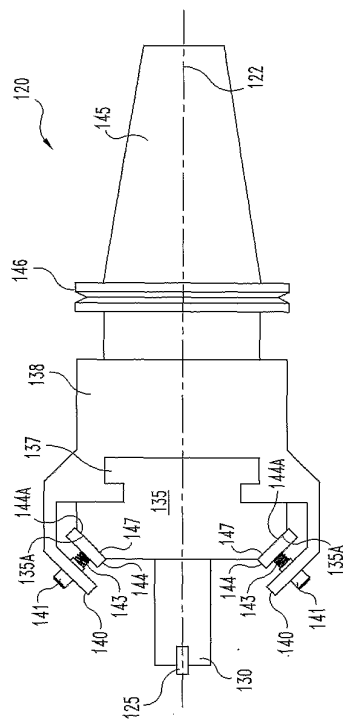
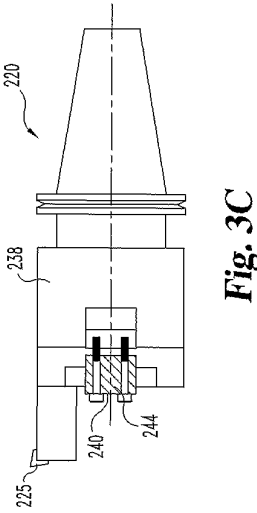
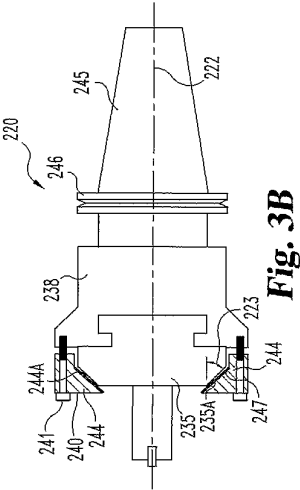
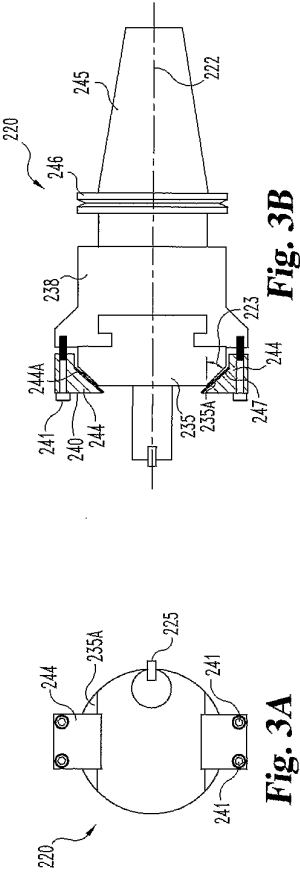


Fig. 2A

WO 02/49791

PCT/US01/49082

4/34



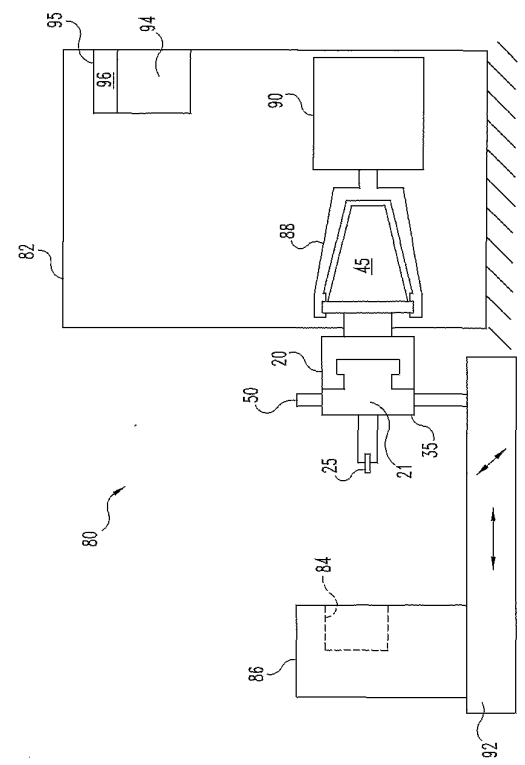
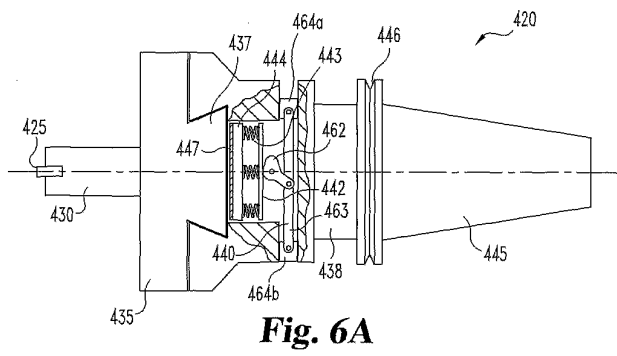
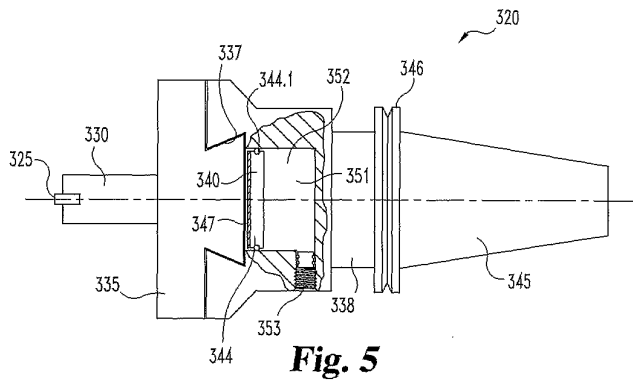


Fig. 4

WO 02/49791

PCT/US01/49082

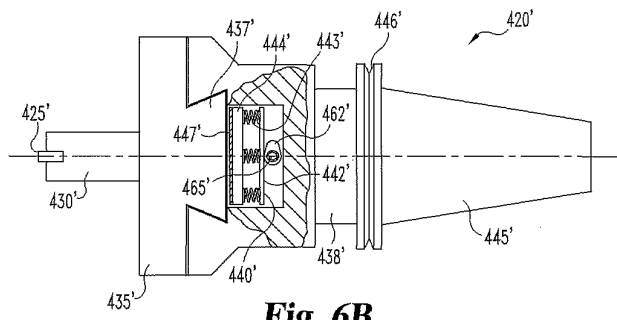
6/34



WO 02/49791

PCT/US01/49082

7/34

**Fig. 6B**

WO 02/49791

PCT/US01/49082

8/34

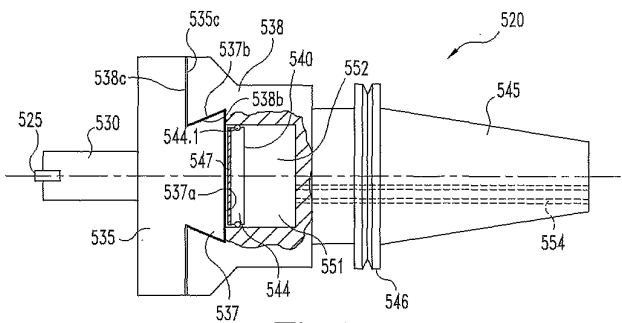


Fig. 7

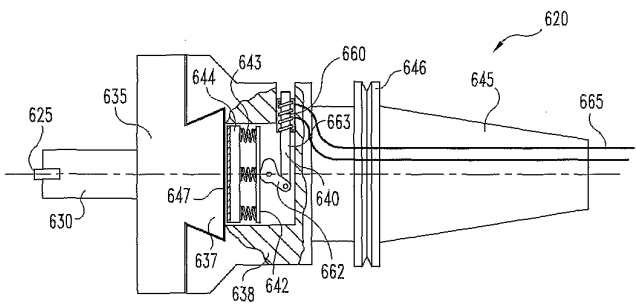


Fig. 8

WO 02/49791

PCT/US01/49082

9/34

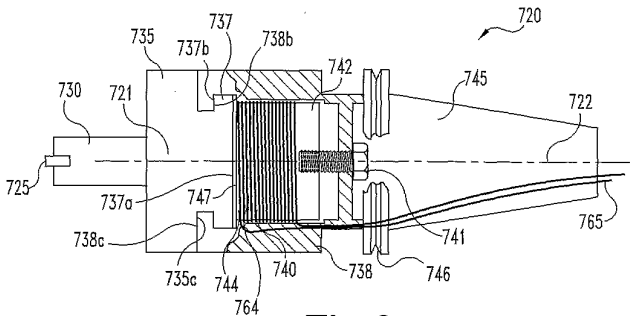


Fig. 9

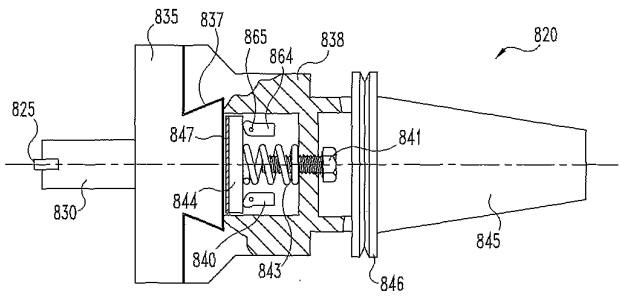
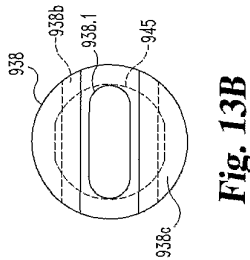
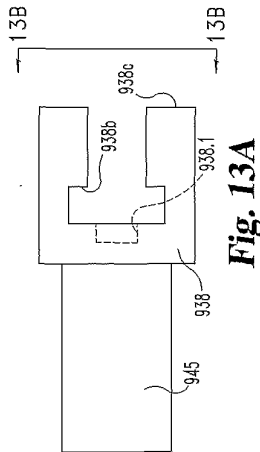
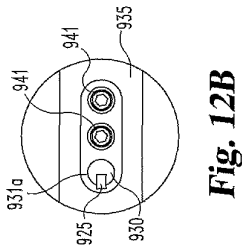
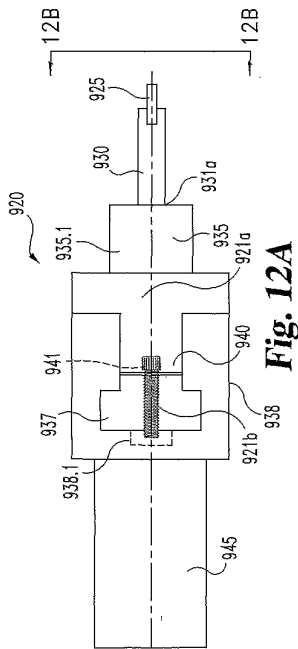


Fig. 10

WO 02/49791

PCT/US01/49082

10/34



WO 02/49791

PCT/US01/49082

11/34

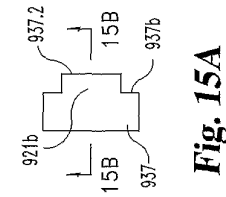


Fig. 15A

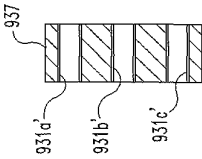


Fig. 15B

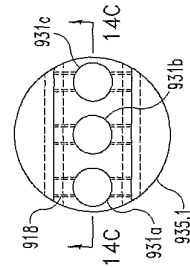


Fig. 14B

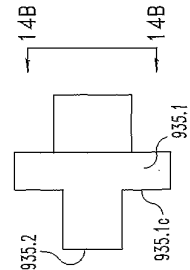


Fig. 14A

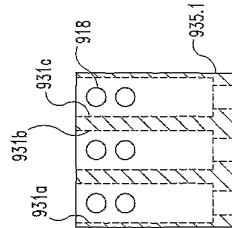


Fig. 14C

WO 02/49791

PCT/US01/49082

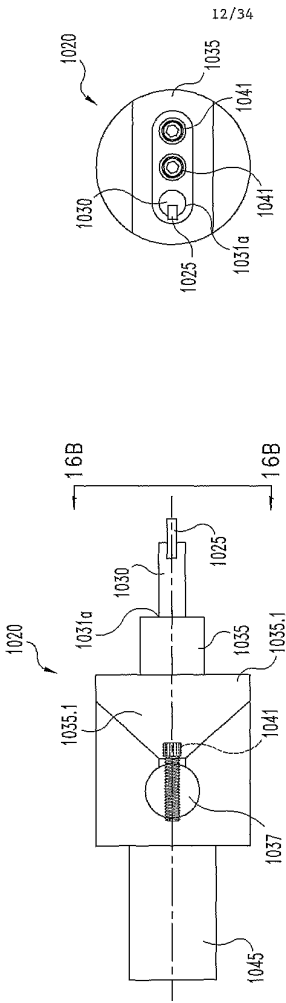
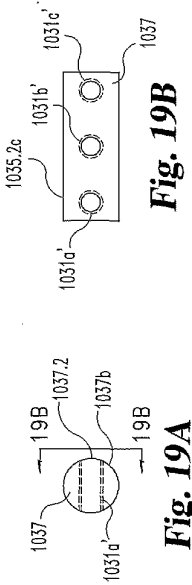
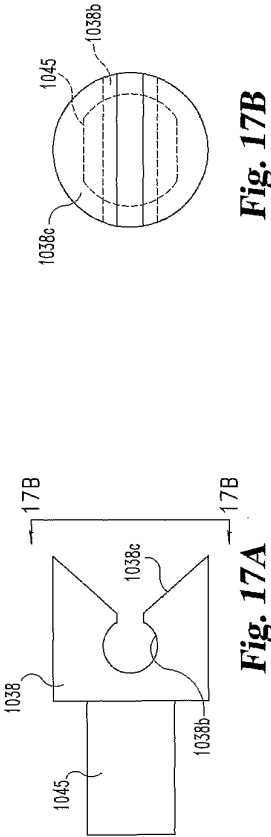


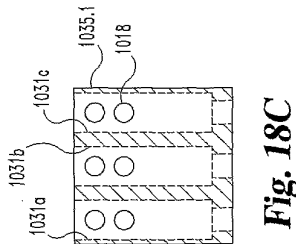
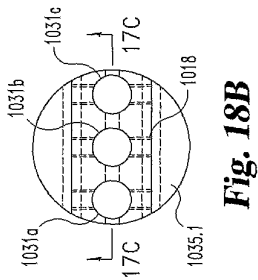
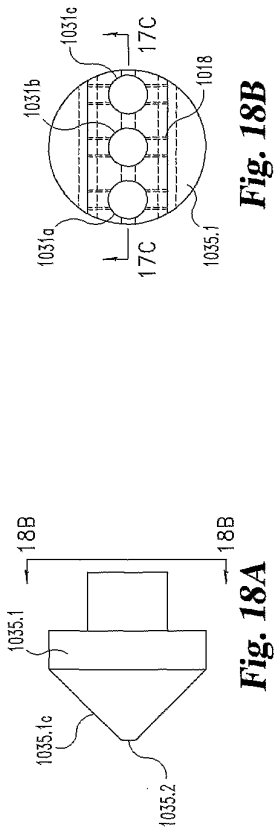
Fig. 16B

Fig. 16A



WO 02/49791

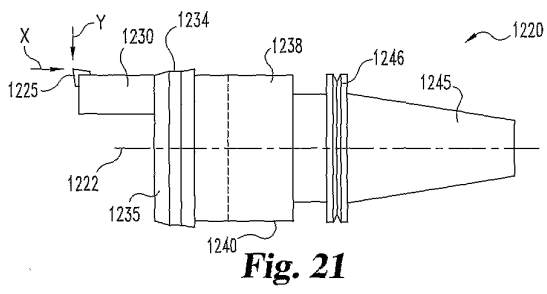
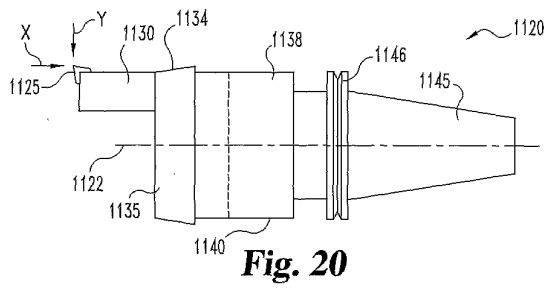
PCT/US01/49082



WO 02/49791

PCT/US01/49082

15/34



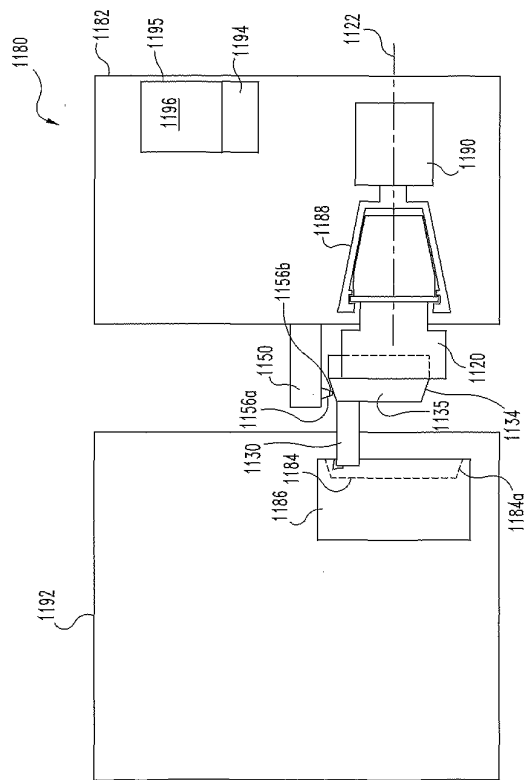


Fig. 22

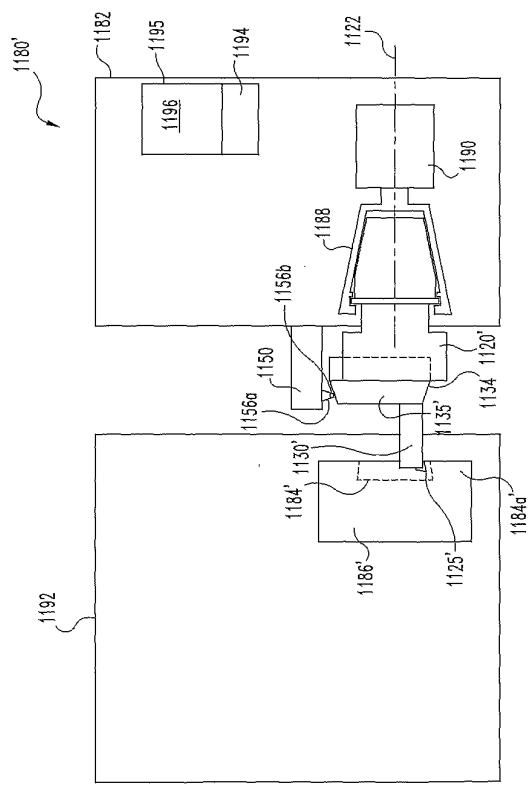
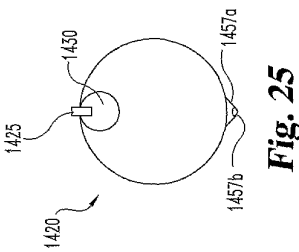
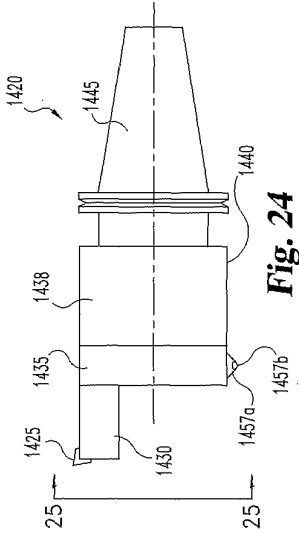
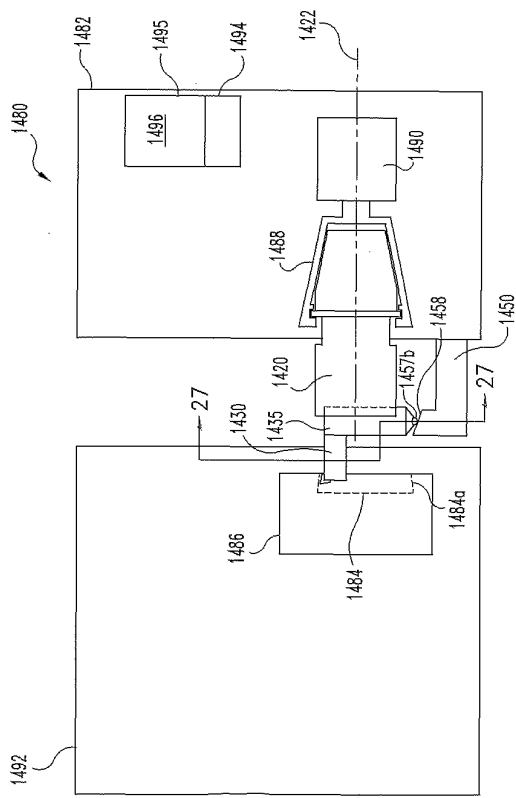


Fig. 23

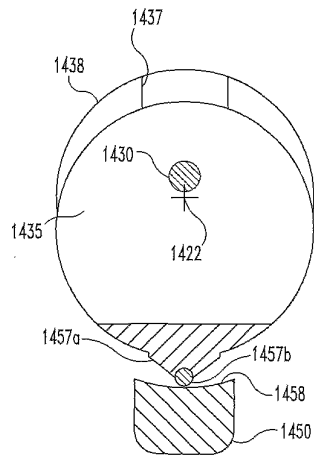




WO 02/49791

PCT/US01/49082

20/34

**Fig. 27**

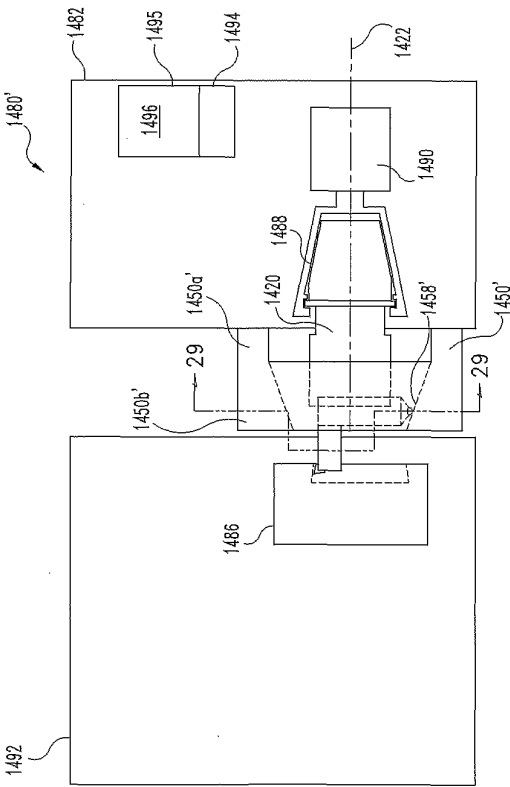
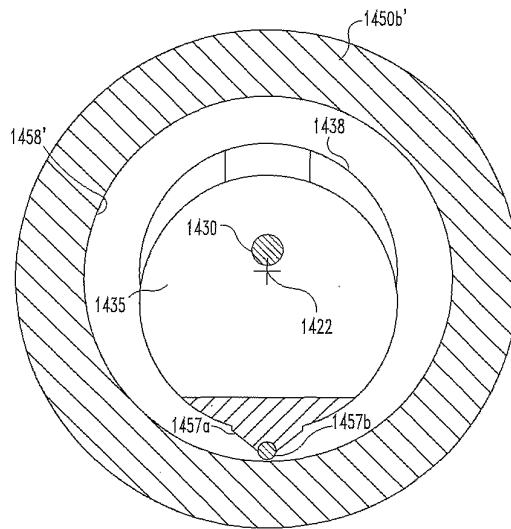


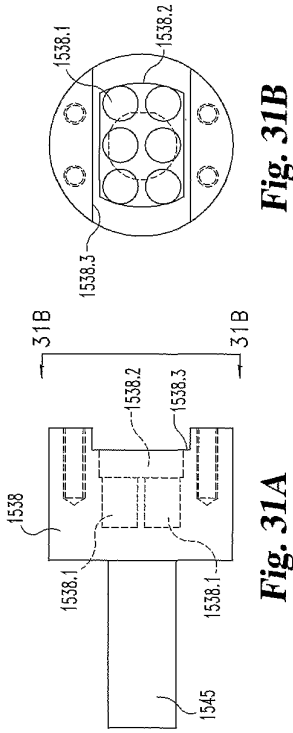
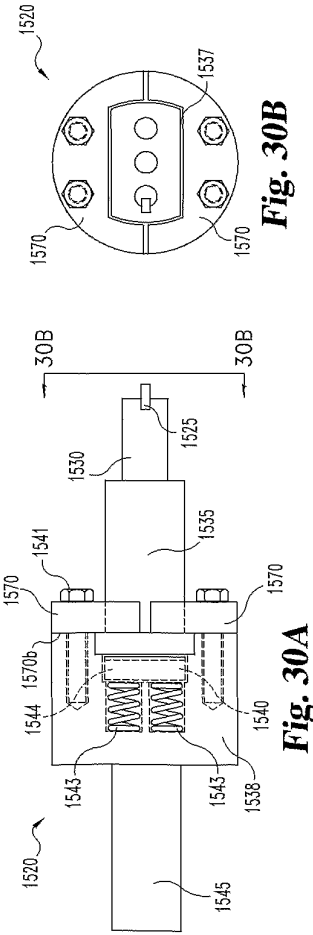
Fig. 28

WO 02/49791

PCT/US01/49082

22/34

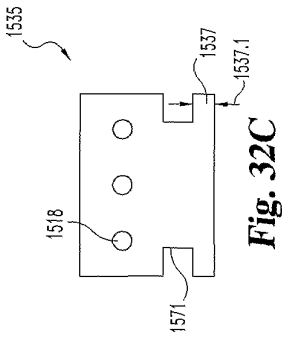
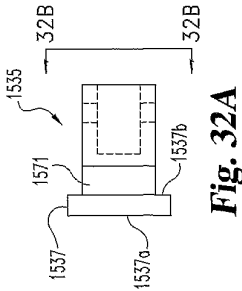
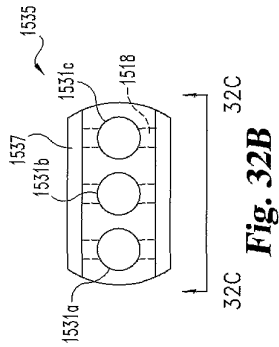
**Fig. 29**

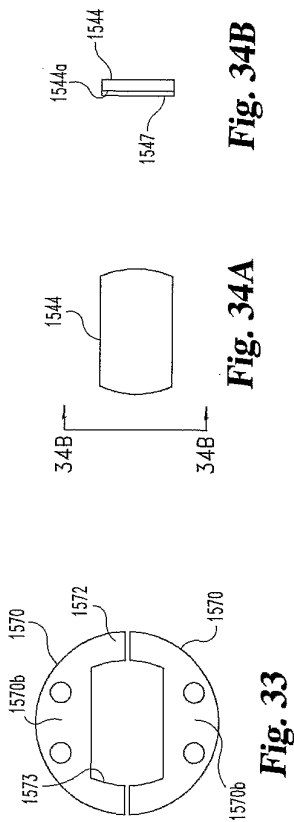


WO 02/49791

PCT/US01/49082

24/34

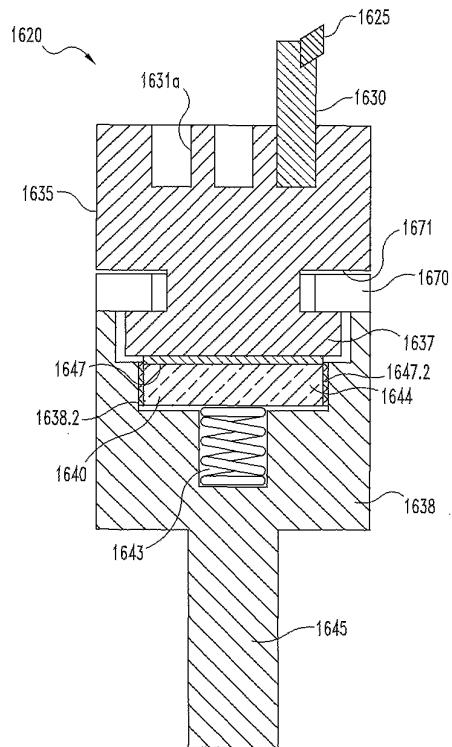




WO 02/49791

PCT/US01/49082

26/34

**Fig. 35**

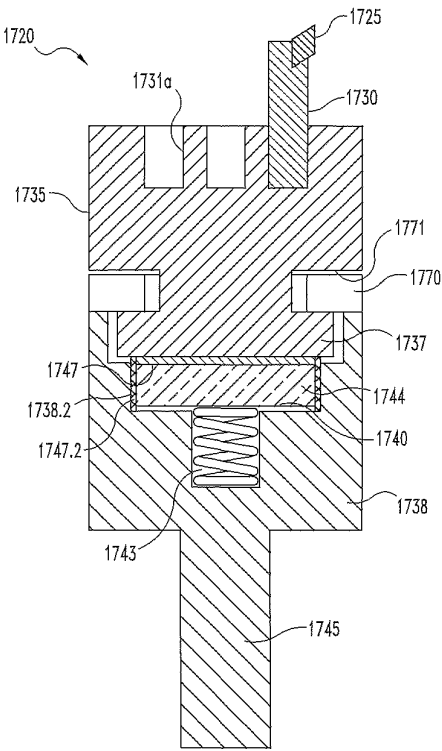
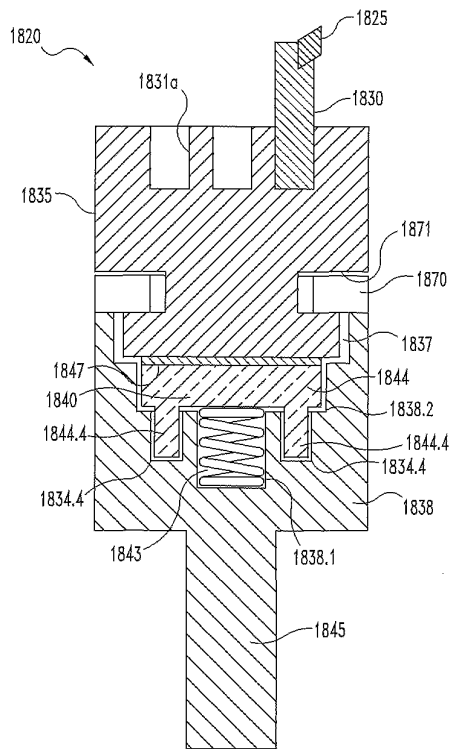


Fig. 36

WO 02/49791

PCT/US01/49082

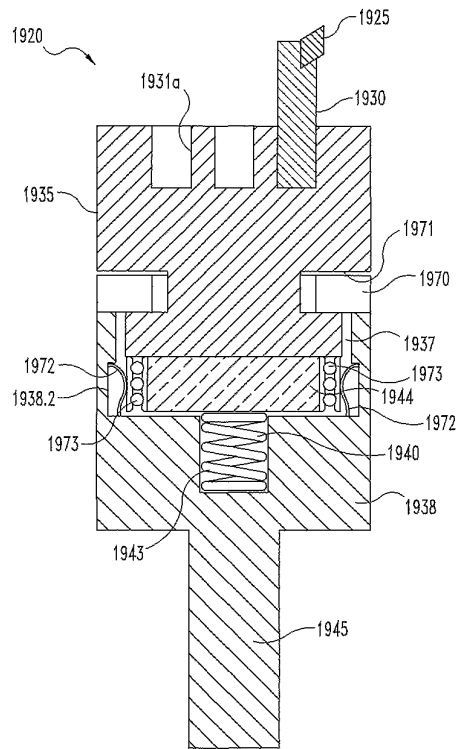
28/34

**Fig. 37**

WO 02/49791

PCT/US01/49082

29/34

**Fig. 38**

30/34

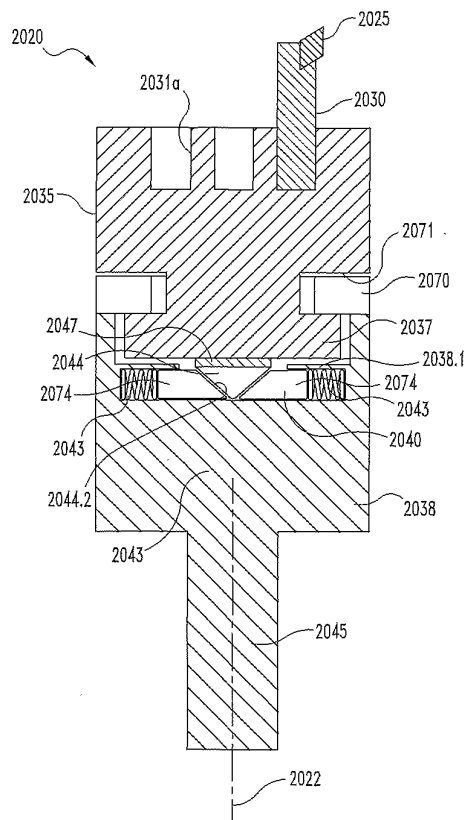


Fig. 39

WO 02/49791

PCT/US01/49082

31/34

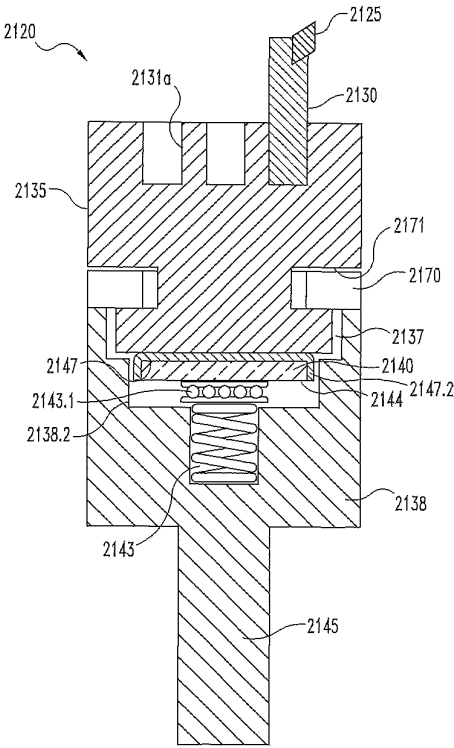
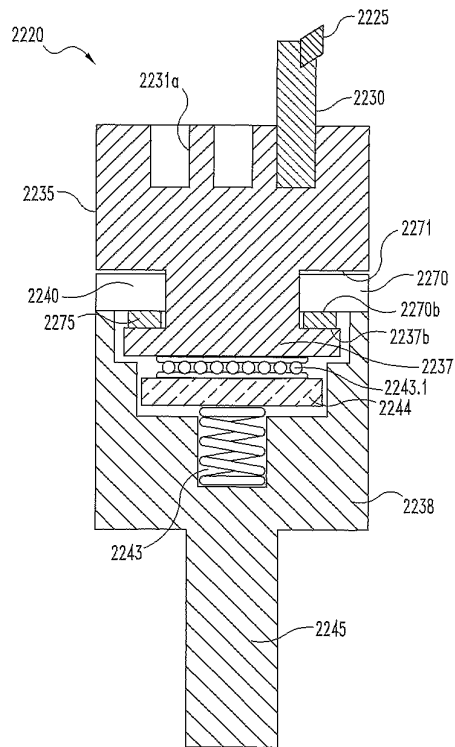


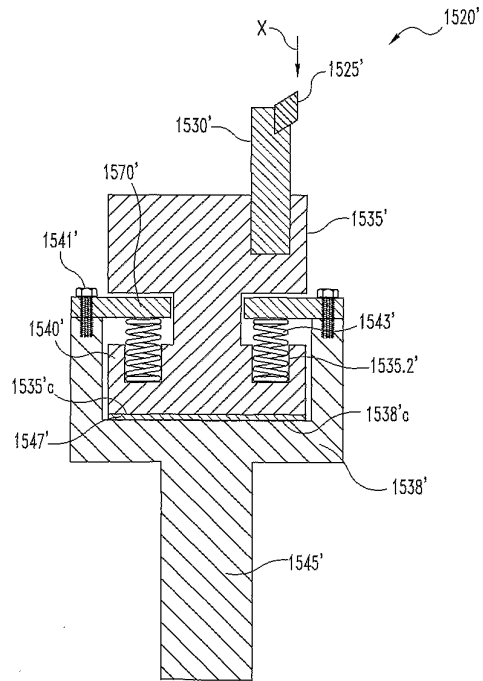
Fig. 40

WO 02/49791

PCT/US01/49082

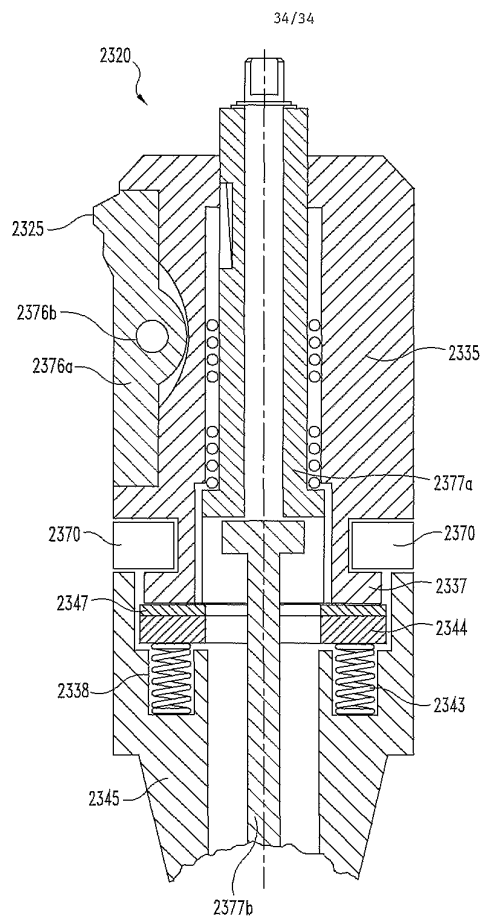
32/34

**Fig. 41**

**Fig. 42**

WO 02/49791

PCT/US01/49082

**Fig. 43**

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

CORRECTED VERSION

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
27 June 2002 (27.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/049791 A1(51) International Patent Classification: **B23B 1/00****Richard, A.** [US/US]; 3564 Johnson Circle, Muncie, IN 47304 (US). **BAKER, Joseph** [US/US]; 413 Plum Street, Farmland, Indiana 47340 (US).

(21) International Application Number: PCT/US01/49082

(22) International Filing Date:
18 December 2001 (18.12.2001)(74) Agents: **DANILUCK, John, V.**; Woodard, Emhardt, Naughton, Moriarty & McNett Bank One Center/Tower, Suite 3700, 111 Monument Circle, Indianapolis, IN 46204 et al. (US).

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

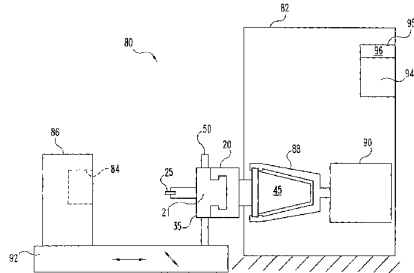
(30) Priority Data:
60/256,371 18 December 2000 (18.12.2000) US
60/270,723 22 February 2001 (22.02.2001) US(81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GH, GM, GR, GU, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(71) Applicant (*for all designated States except US*): **CARDEMON INC., D/B/A CAR-TEC COMPANY** [US/US]; 4605 South Walnut Street, Muncie, IN 47302 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (*for US only*): **CARDEMON,**(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GI, GM, KI, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

[Continued on next page]

(54) Title: ADJUSTMENT METHOD AND APPARATUS FOR A BORING TOOL.



(57) Abstract: Method and apparatus for adjusting the position of a cutting tool. In one embodiment, a boring tool (20) includes a coupling member (45) which is driven by a CNC boring machine, and a sliding tool holder (35) which is slidably coupled to the coupling member. A frictional force resists sliding movement of the cutting tool member (35). The frictional force is sufficient to retain the position of the cutting tool during machining operations. However, the frictional force is insufficient to resist a lateral force applied parallel to the direction of sliding, as used during adjustment of the tool position. In another embodiment, either a surface (1134) of the sliding tool holder (1135, 1135') or a surface (1458, 1458') of a frictional member (1450, 1450') are contoured with a shape that corresponds to a desired contour of a sidewall (1184a) of a hole (1184). During machining, a follower (1457b) in contact with the contoured surface (1458, 1458') causes the cutting tool holder to slide laterally during machining, thus contouring the sidewall of the hole.

WO 02/049791 A1

WO 02/049791 A1 

European patent (AI, BL, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IL, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(15) Information about Correction:
see PCT Gazette No. 11/2003 of 13 March 2003, Section II

Published:
with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(48) Date of publication of this corrected version:
13 March 2003

【手続補正書】

【提出日】平成15年7月17日(2003.7.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物品を工作する方法において、

電子制御式穿孔機械と、部材と、穿孔ツール本体及び該穿孔ツール本体に可動に結合された切削ツールを有する穿孔ツールとを提供することと、

穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、

穿孔ツールの表面を部材と接触させることと、

前記接触させた後、穿孔ツール又は部材の少なくとも一方を動かして切削ツールを穿孔ツール本体に対して平行移動させるのに十分な力を穿孔ツールと部材との間に付与することと、

前記力を付与した後、物品を工作することとを備える、物品を工作する方法。

【請求項2】

請求項1の方法において、前記工作することが、穿孔ツールを軸の周りで回転させることにより行われ、前記力を付与することが、切削ツールを軸に対して垂直な方向に向けて穿孔ツール本体に対して摺動させることを含む、方法。

【請求項3】

請求項1の方法において、穿孔機械が、平行移動可能なテーブル及び平行移動可能な駆動要素を有し、前記力を付与することが、テーブル又は駆動要素の一方を他方に対して移動させることにより行われる、方法。

【請求項4】

請求項1の方法において、前記穿孔機械を提供することが物品を含み、該物品が静止部材を含む、方法。

【請求項5】

第1及び第2面を有し、ある位置範囲内で穿孔ツール上を横方向に摺動可能な切削ツールを備える穿孔ツールを調節する方法において、

複数の静止部材と、切削ツールを最初の位置に保持する穿孔ツールとを設けることと、

穿孔ツールの第1面を静止部材と接触させることと、

穿孔ツールの第1面及び静止部材を互いに押し付けることにより且つ、切削ツールを最初の位置に保持する摩擦力を上回るのに十分な力をその間に付与することにより、切削ツールを穿孔ツールに対して第1方向に向けて第1位置まで横方向に摺動させることと、

穿孔ツールの第2面を静止部材と接触させることと、

穿孔ツールの第2面を静止部材に対して押し付けることにより且つ、切削ツールを最初の位置に保持する摩擦力を上回るのに十分な力をその間に付与することにより、切削ツールを穿孔ツールに対して第1方向と反対方向である第2方向に向けて第2位置まで横方向に摺動させることとを備える、方法。

【請求項6】

請求項5の方法において、切削ツールを穿孔ツールに締め付けることと、第1方向への前記摺動の間、該締め付け状態を維持することとを更に備える、方法。

【請求項7】

請求項6の方法において、第2方向への前記摺動動作の間、前記締め付け状態を維持することとを更に備える、方法。

【請求項8】

請求項7の方法において、前記穿孔機械を設けることが物品を含み、前記締め付け状態を維

持しつつ物品の作用部を工作することを更に備える、方法。

【請求項 9】

請求項 5 の方法において、前記穿孔機械を設けることが穿孔機械を含み、前記配置する前に、穿孔ツールを穿孔機械に結合することを更に備える、方法。

【請求項 10】

物品を工作する方法において、
穿孔ツール上である位置範囲内で横方向に摺動可能に調節可能な切削ツールを含む穿孔機械及び穿孔ツールを設けることと、
穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、
摺動可能な切削ツールを穿孔ツールに締め付けることと、
前記結合状態を維持し且つ前記締め付け状態を維持しつつ、切削ツールの横方向位置を横方向に移動させることとを備える、物品を工作する方法。

【請求項 11】

請求項 10 の方法において、前記調節後、前記結合状態を維持し且つ前記締め付け状態を維持しつつ、物品を切削ツールにて工作することを更に備える、方法。

【請求項 12】

請求項 10 の方法において、前記穿孔機械を設けることが、ある面を有する部材を含み、前記調節が穿孔ツールの表面を部材の該面に押し付けることにより行われる、方法。

【請求項 13】

請求項 10 の方法において、前記締め付けることが穿孔ツール上で切削ツールの横方向摺動に抵抗する摩擦力を画成し、前記調節が摩擦力を上回るのに十分な横方向力を付与することにより行われる、方法。

【請求項 14】

方法において、
物品と、CNC穿孔機械と、切削ツールと、ある位置範囲内で摺動可能に調節可能な切削ツールホルダとを設けることと、
切削ツールを有するCNC穿孔機械により物品の作用部を工作することと、
該作用部の特徴を測定することと、
切削ツールの位置を調節する計算量を計算することと、
CNC穿孔機械の支援を受けて切削ツールの位置を自動的に調節し、計算された量に相應する距離だけ切削ツールホルダを平行移動させることとを備える、方法。

【請求項 15】

請求項 14 の方法において、前記作用部を工作することが穴を穿孔することであり、前記特徴を測定することが穴の直径を測定することである、方法。

【請求項 16】

請求項 14 の方法において、前記穿孔機械を設けることが部材の面を含み、コンピュータが、切削ツールホルダの表面を部材の表面に対して押し付け切削ツールを摺動させるように命令する、方法。

【請求項 17】

穴を穿孔するシステムにおいて、
軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有するコンピュータ数値制御式工作装置と、
第 1 面を有し、前記工作装置に近接する部材と、
前記穿孔ツールを前記可動部材に結合する結合部材と、前記穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダとを有する穿孔ツールであって、前記ツールホルダが少なくとも軸に対し垂直な方向に向けて前記駆動部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが第 2 面を有する前記穿孔ツールと、
前記機械に作用可能に結合された電子式コントローラであって、第 1 面を第 2 面と接触するように配置し且つ該面をわたって力を付与することにより、前記切削ツールホルダの平行移動位置を調節するアルゴリズムを実行する前記電子式コントローラとを備える、穴を穿孔するシステム。

【請求項 18】

請求項 17 のシステムにおいて、前記工作装置が穿孔機械である、システム。

【請求項 19】

請求項 17 のシステムにおいて、前記電子式コントローラが記憶装置を有するコンピュータであり、前記アルゴリズムがソフトウェアプログラムである、システム。

【請求項 20】

請求項 17 のシステムにおいて、前記コントローラが第 1 面を第 2 面に対して押し付けることにより前記切削ツールホルダの平行移動位置を調節する、システム。

【請求項 21】

切削ツール及び穿孔機械により穴を穿孔する装置において、
第 1 接触面を有し且つ切削ツールを含む調節可能な位置ツールホルダと、
前記ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダに摺動可能に結合されて、第 1 接触面と摺動接触する第 2 接触面を有し、前記結合要素とを備え、前記ツールホルダが結合要素に対するある位置範囲内で横方向に調節可能である、前記結合要素と、
切削ツールが穴を穿孔するとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに十分であるが、ツールホルダの横方向位置が調節されるとき、ツールホルダの横方向位置を拘束するのに不十分である摩擦力を第 1 接触面と第 2 接触面との間に付与する手段とを備える、切削ツール及び穿孔機械により穴を穿孔する装置。

【請求項 22】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が止めねじを有しない、装置。

【請求項 23】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が電磁ソレノイドを含む、装置。

【請求項 24】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が液圧ピストンを組む、装置。

【請求項 25】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が液圧により作動される、装置。

【請求項 26】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が電気により作動される、装置。

【請求項 27】

請求項 21 の装置において、前記付与手段がばねを備える、装置。

【請求項 28】

請求項 21 の装置において、前記付与手段が遠心力により作動される、装置。

【請求項 29】

請求項 21 の装置において、その間の摩擦を修正し得るよう第 1 接触面又は第 2 接触面の一方に被覆することを更に備える、装置。

【請求項 30】

穿孔機械により穴を工作する装置において、
第 1 接触面及び再配置可能な切削ツールを有する調節可能な位置ツールホルダと、
該ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、第 1 接触面と摺動可能に接触し且つ直線方向に摺動可能な第 2 接触面を有し、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内の穴を工作すべく前記結合要素に対して直線方向にある位置範囲にわたって調節可能である、前記結合要素と、
第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を増し得るよう第 1 接触面を第 2 接触面に対して付勢するばねとを更に備える、穿孔機械により穴を工作する装置。

【請求項 31】

請求項 30 の装置において、前記ばねが第 1 接触面を第 1 力により第 2 接触面に対して付勢する第 1 位置と、第 1 接触面を第 1 力よりも大きい第 2 力にて第 2 接触面に対して付勢する第 2 位置とを有する、装置。

【請求項 32】

請求項 30 の装置において、第 1 接触面又は第 2 接触面の少なくとも一方が第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を修正し得るよう表面被覆を有する、装置。

【請求項 33】

請求項 30 の装置において、前記ツールホルダが、直線状の調節方向に対し垂直である軸に沿って回転し得るようになれ且つそのような形態とされる、装置。

【請求項 34】

請求項 30 の装置において、直線方向が第 1 直線方向であり、前記ばねが第 1 接触面を第 1 直線方向に対し垂直な第 2 直線方向に向けて第 2 接触面に対して付勢する、装置。

【請求項 35】

穴を穿孔すべく切削ツールを支持する方法において、

調節可能な位置切削ツールホルダ及び結合部材に対し穿孔機械の回転駆動装置に結合する第 1 端部と、切削ツールホルダを摺動可能に支持する第 2 端部とを有する結合部材を提供し、切削ツールホルダが一方向に向けて結合部材に対して摺動可能に調節可能であり且つ該方向に向けて結合部材に対し摺動しないよう摩擦によって拘束されるようにすることと

、
切削ツールホルダと結合部材との間の拘束摩擦力を変化させる摩擦力作動機構であって、第 1 状態と第 2 状態との間で作動可能である前記摩擦力作動機構を設けることと、
該機構を第 1 状態に作動させ且つ切削ツールホルダと結合部材との間に第 1 摩擦力を付与することと、

該機構を第 2 状態に作動させ且つ切削ツールホルダと結合部材との間に第 1 摩擦力よりも大きい第 2 摩擦力を付与することとを備える、穴を穿孔すべく切削ツールを支持する方法。

【請求項 36】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構が電磁ソレノイドを有する、方法。

【請求項 37】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構が液圧ピストンを有する、方法。

【請求項 38】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構が液圧により作動される、方法。

【請求項 39】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構が電気により作動される、方法。

【請求項 40】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構がばねを有する、方法。

【請求項 41】

請求項 35 の方法において、摩擦力作動機構が遠心力により作動される、方法。

【請求項 42】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、

切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、

前記ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダに摺動可能に結合され、前記ツールホルダが、相応する範囲の作用部を工作すべく前記結合要素に対してある位置範囲内で調節可能であり、前記ツールホルダが一方向に向けて前記結合部材に対して摺動可能に調節可能であり且つ該方向に向けて前記結合部材に対して摺動しないように拘束される、前記結合要素と、

前記切削ツールホルダと前記結合部材との間の可変の摩擦力を自動的に作動させる手段とを備える、穿孔機械により作用部を工作する装置。

【請求項 43】

請求項 42 の装置において、前記自動的作動手段が前記結合要素に枢動可能に結合されたカムと、該カムによって圧縮されるばねとを有する、装置。

【請求項 44】

請求項 43 の装置において、前記カムに結合された電磁ソレノイドを更に備え、前記カムが前記ソレノイドの励起に応答して枢動する、装置。

【請求項 4 5】

請求項 3 5 の装置において、前記第 1 状態への作動が切削ツールホルダを付勢して結合部材から分離させることにより行われ、前記第 2 状態への作動が切削ツールホルダを付勢して結合部材から分離させることにより行われる、装置。

【請求項 4 6】

請求項 3 5 の装置において、前記第 1 状態への作動が切削ツールホルダ及び結合部材を共に付勢することにより行われ、前記第 2 状態への作動が切削ツールホルダ及び結合部材を共に付勢することにより行われる、装置。

【請求項 4 7】

物品に作用部を工作する方法において、
穿孔機械と、第 1 面を有する部材と、切削ツール及び第 2 面を有する摺動可能に可動の切削ツールホルダを有する穿孔ツールとを設けることと、
穿孔ツールを穿孔機械に結合することと、
ツールホルダの第 2 面を部材の第 1 面と接触させることと、
第 2 面を第 1 面に対して押し付けることと、
該押し付けることにより切削ツールを穿孔ツールに閉じて摺動させることと、
前記摺動する間、物品を工作することとを備える、物品に作用部を工作する方法。

【請求項 4 8】

請求項 4 7 の方法において、第 1 面を穴の側壁の湾曲に相応するように湾曲させることを更に備える、方法。

【請求項 4 9】

請求項 4 7 の方法において、第 2 面を第 2 穴の側壁の湾曲に相応するように湾曲させることを更に備える、方法。

【請求項 5 0】

請求項 4 7 の方法において、穿孔ツールを物品に向けて前進させることを更に備え、前記押し付けることが該前進させる間に行われる、方法。

【請求項 5 1】

物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステムにおいて、
穿孔ツールであって、結合部材及び該穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダを有し、前記ツールホルダが前記結合部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが穴の側壁の湾曲に相応する湾曲形状とされた第 1 面を有する、前記穿孔ツールと、
物品を取り付けるテーブルを有するコンピュータ制御式工作装置であって、前記結合部材を受け入れ且つ軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有し、これにより、前記工作装置が穿孔する間、前記穿孔ツールを軸に対して平行な方向に移動させる前記コンピュータ制御式工作装置と、
穿孔するときの少なくとも一部分の間、第 1 面と接触した第 2 面を有する静止部材であって、前記工作装置、前記テーブル又は物品の 1 つに固定状態に取り付けられる前記静止部材とを備え、
前記ツールホルダが、第 1 面と第 2 面とが接触する結果として、前記結合部材に対して摺動する、物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステム。

【請求項 5 2】

請求項 5 1 のシステムにおいて、前記静止部材が前記穿孔ツールと接触した摩擦防止ベアリング要素を有する、システム。

【請求項 5 3】

請求項 5 1 のシステムにおいて、第 1 面の湾曲が穴の円錐形側壁に相応する、システム。

【請求項 5 4】

請求項 5 1 のシステムにおいて、前記切削ツールホルダと前記結合部材との間にて可変の摩擦力を自動的に作動させる手段を更に備える、システム。

【請求項 5 5】

物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステムにおいて、

穿孔ツールであって、結合部材及び該穿孔ツールに摺動可能に結合された切削ツールホルダを有し、前記ツールホルダが前記結合部材に対して摺動可能であり、前記ツールホルダが第 1 外面を有する、前記穿孔ツールと、

物品を取り付けるテーブルを有するコンピュータ制御式工作装置であって、前記結合部材を受け入れ且つ軸の周りで回転可能な回転駆動部材を有し、これにより、前記工作装置が穿孔する間、前記穿孔ツールを軸に対して平行な方向に移動させる前記コンピュータ制御式工作装置と、

穴の側壁の湾曲に相応する湾曲形状とされた第 2 面を有する静止部材であって、前記工作装置、前記テーブル又は被加工物の 1 つに固定状態に取り付けられる前記静止部材と、を備え、

第 2 面が穿孔の少なくとも一部分の間、第 1 面と接触しており、前記ツールホルダが、第 1 面と第 2 面とが接触する結果として、前記結合部材に対して摺動する、物品に湾曲した側壁を有する穴を穿孔するシステム。

【請求項 56】

請求項 55 のシステムにおいて、静止部材が前記穿孔ツールの一部分を取り巻くリング形状部分を有する、システム。

【請求項 57】

請求項 55 のシステムにおいて、前記ツールホルダが前記静止部材と接触した摩擦防止ベアリング要素を有する、システム。

【請求項 58】

請求項 55 のシステムにおいて、第 2 面の湾曲が穴の円錐形側壁に相応する、システム。

【請求項 59】

請求項 55 のシステムにおいて、前記切削ツールホルダと前記結合部材との間の可変の摩擦力を自動的に作動させる手段を更に備える、システム。

【請求項 60】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、

接触面及び交換可能な切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、

ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが前記結合要素に対してある方向に摺動可能であり、前記ツールホルダがある位置範囲に相応する寸法範囲内で穴を工作すべく前記結合要素に対する方向に位置範囲にわたって調節可能である、前記結合要素と、

前記ツールホルダが摺動方向に向けて前記結合要素に対して動かないように拘束する接触面における摩擦力を増し得るように接触面に対して力を付与する偏倚部材とを備える、穿孔機械により作用部を工作する装置。

【請求項 61】

請求項 60 の装置において、接触面が第 1 接触面であり、第 2 接触面を有する可動部材を更に備え、前記偏倚部材が第 1 接触面を第 2 接触面に対して付勢する、装置。

【請求項 62】

請求項 61 の装置において、第 1 接触面又は第 2 接触面の少なくとも一方が第 1 接触面と第 2 接触面との間の摩擦を制御する被覆を有する、装置。

【請求項 63】

請求項 60 の装置において、前記偏倚部材がある長さを有するばねであり、前記結合部材が該ばねを保持する空所を画成し、該空所がある深さを有し、該長さが該深さ以上である、装置。

【請求項 64】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、

接触面及び切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、

ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内で作用部を工作すべく前記結合要素に対して第 1 方向に向けてある位置範囲内にわたって調節可能である、前記結合要素と、

前記結合要素内にあり、前記第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に可動である可動部材であって、第 1 方向に動かないように実質的に拘束される前記可動部材と、
少なくとも部分的に第 2 方向に向けて前記可動部材に対して力を付与する偏倚部材とを備える、作用部を工作する装置。

【請求項 65】

穿孔機械により作用部を工作する装置において、
接触面及び切削ツールを有する位置調節可能なツールホルダと、
ツールホルダを穿孔機械に結合する結合要素であって、前記ツールホルダが相応する寸法範囲内で作用部を工作すべく前記結合要素に対して第 1 方向に向けてある位置範囲内にわたって調節可能である、前記結合要素と、
前記結合要素内で案内され且つ前記結合要素内で可動である可動部材と、
該可動部材に対して力を付与する偏倚部材とを備え、
前記偏倚部材及び前記可動部材が、前記偏倚部材からの力が前記可動部材を第 1 方向に付勢し且つ前記可動部材を第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に向けて付勢するようにされ且つそのような形態とされる、穿孔機械により作用部を工作する装置。

【請求項 66】

穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法において、
切削ツールと、第 1 方向に摺動可能に調節可能な切削ツールホルダと、第 1 方向に対し少なくとも部分的に直交する第 2 方向に向けて可動の可動部材とを設けることと、
第 2 方向に沿ったツールホルダの移動を拘束することと、
ツールホルダを第 2 方向に沿って偏倚させることと、
第 1 方向に沿った可動部材の動作を拘束することと、
可動部材を第 1 方向に沿って偏倚させることとを備える、穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法。

【請求項 67】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが電磁ソレノイドによって行われる、装置。

【請求項 68】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが液圧ピストンによって行われる、装置。

【請求項 69】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが少なくとも 1 つの液圧又は空気圧作動によって行われる、装置。

【請求項 70】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが電氣的作動によって行われる、装置。

【請求項 71】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることがばねによって行われる、装置。

【請求項 72】

請求項 66 の装置において、前記ツールホルダを偏倚させることが遠心力の作動によって行われる、装置。

【請求項 73】

穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法において、
第 1 方向に沿って摺動可能であり且つ第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って移動しないよう少なくとも部分的に拘束される切削ツール及びツールホルダを設けることと、
第 2 方向に沿って可動であり且つ第 1 方向に沿って移動しないよう少なくとも部分的に拘束される可動部材を設けることと、
ツールホルダ及び可動部材を第 2 方向に沿って偏倚させることと、

穿孔ツールと可動部材との間の摩擦によって第 1 方向に沿ったツールホルダの移動を拘束することとを備える、穴を穿孔すべく切削ツールを拘束する方法。

【請求項 7 4】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが電磁ソレノイドによって行われる、装置。

【請求項 7 5】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが液圧ピストンによって行われる、装置。

【請求項 7 6】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが液圧又は空気圧作動の少なくとも一方により行われる、装置。

【請求項 7 7】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが電氣的作動によって行われる、装置。

【請求項 7 8】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることがばねによって行われる、装置。

【請求項 7 9】

請求項 7 3 の装置において、前記ツールホルダ及び可動部材を偏倚させることが遠心力作動によって行われる、装置。特許請求の範囲を補正する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US01/49082
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : B23B 1/00 US CL : 82/1.11 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 82/1.11, 1.2, 1.4, 19, 11.3, 11.4, 12, 13, 48, 118 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US 4,612,831 A (LEHMKUHL) 23 September 1986 (23.09.1986), see fig. 5.	1-22, 24, 25, 27, 30, 31, 33-35, 37, 38, 40, 42, 43, 45-66, 68, 69, 71, 73-76, 78 ----- 23, 26, 28, 29, 32, 36, 39, 41, 44, 67, 70, 72, 77, 79
Y	US 2,441,158 A (KRASNOW) 11 May 1948 (11.05.1948), see fig. 1.	23, 36, 44, 67
Y	US 4,773,290 A (IWATA et al) 27 September 1988 (27.09.1988), see fig. 7.	26, 28, 29, 32, 39, 41, 70, 72, 77, 79
A	US 3,795,160 A (JANISZEWSKI) 05 May 1974 (05.05.1974), see fig. 3.	1-79
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 April 2002 (16.04.2002)		Date of mailing of the international search report 14 MAY 2002
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer Henry W.H. Tsai Telephone No. (703) 308-1148 <i>Shelia V. Jones</i> Paralegal Specialist Technology Center 3700

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(72)発明者 カーデモン, リチャード・エイ

アメリカ合衆国インディアナ州 4 7 3 0 4 , マンシー, ジョンソン・サークル 3 5 6 4

(72)発明者 ベイカー, ジョセフ

アメリカ合衆国インディアナ州 4 7 3 4 0 , ファームランド, プラム・ストリート 4 1 3