

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5296550号  
(P5296550)

(45) 発行日 平成25年9月25日(2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月21日(2013.6.21)

(51) Int.Cl.

**B23B 21/00** (2006.01)  
**B23B 5/36** (2006.01)

F 1

B 23 B 21/00  
B 23 B 5/36

C

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-548629 (P2008-548629)  
 (86) (22) 出願日 平成18年12月21日 (2006.12.21)  
 (65) 公表番号 特表2009-521337 (P2009-521337A)  
 (43) 公表日 平成21年6月4日 (2009.6.4)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/048806  
 (87) 國際公開番号 WO2007/075898  
 (87) 國際公開日 平成19年7月5日 (2007.7.5)  
 審査請求日 平成21年12月4日 (2009.12.4)  
 (31) 優先権主張番号 11/318,707  
 (32) 優先日 平成17年12月27日 (2005.12.27)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133  
 -3427, セントポール, ポストオ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100123582  
 弁理士 三橋 真二  
 (74) 代理人 100112357  
 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】断続切削高速工具サーボを使用する切削工具

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

円柱状の工作物を機械加工するためのシステムであって、  
 前記工作物を回転させる駆動装置と、  
 トランク上に配置され、前記工作物の被加工面に実質平行に移動するように構成された  
 ツールポストと、  
 前記ツールポストに取り付けられた作動装置と、  
 前記駆動装置及び前記作動装置に接続された制御装置と、を備え、  
 前記作動装置は、

開口部を有する本体と、  
 前記本体の開口部内に固定されかつ予め搭載された圧電スタックと、  
 前記圧電スタックに接続された工具チップキャリアと、  
 前記工具チップキャリアに取り付けられた工具チップと、を有し、  
 前記圧電スタックは、前記工作物の被加工面に実質垂直なX方向に前記工具チップを移  
 動させ、

前記制御装置は、前記駆動装置による前記工作物の前記工具チップに対する移動を制御  
 するとともに、前記圧電スタックによる前記工具チップの移動を制御し、

前記圧電スタックは加工中に、前記工具チップを前記工作物の被加工面の内外に移動さ  
 せ、前記工作物の被加工面に不連続な形状を形成し、

前記制御装置は、前記工作物の表面に対する前記工具チップの機械加工中の移動を、

10

20

(1) 前記工作物の表面内に入るときの前記工具チップのテーパイン角度が、前記工作物の表面から前記工具チップが離れるときのテーパアウト角度と実質等しくなる移動と、

(2) 前記工作物の表面内に入るときの前記工具チップのテーパイン角度が、前記工作物の表面から前記工具チップが離れるときのテーパアウト角度よりも小さくなる移動と、

(3) 前記工作物の表面内に入るときの前記工具チップのテーパイン角度が、前記工作物の表面から前記工具チップが離れるときのテーパアウト角度よりも大きくなる移動と、の間で変更可能に制御し、

前記不連続な形状は、35マイクロメートル以下の深さと、200マイクロメートル以下の長さとを有するミクロ構造である、システム。

【発明の詳細な説明】

10

【背景技術】

【0001】

機械加工技術は、微細複製工具のような幅広い工作物を作製するのに使用することができる。微細複製工具は、微細複製構造を作製するための押出成形プロセス、射出成形プロセス、エンボス加工プロセス、キャスティングプロセスなどで広く用いられている。微細複製構造には、光学フィルム、研磨フィルム、接着フィルム、自己噛合輪郭を備える機械的留め具、又は、比較的小さい寸法、例えば約1000ミクロン未満の寸法の微細複製構造を備える任意の成形又は押し出し部品などが含まれる。

【0002】

20

ミクロ構造は、他の様々な方法によっても作製することができる。例えば、マスター工具から製造物工具を形成するキャスト及び硬化プロセスによって、マスター工具の構造を高分子材料のベルト又はウェブのような他の媒体に転写することが可能であり、さらにこの製造工具を使用して微細複製構造が作成される。マスター工具を複写するために、電鋳法のような他の方法を使用することができる。光配向フィルムを作成する他の代替的な方法は、透明材料を直接切削又は機械加工して適切な構造を形成するというものである。他の技術には、化学的エッティング、ビードblast、又は他の確率的表面修正技術が挙げられる。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0003】

30

第1切削工具アセンブリは、ツールポスト及びこのツールポストに取り付けられ、コントローラと電気通信的に連結するように構成されている作動装置を備える。作動装置に取り付けられる工具チップは、切削すべき工作物に対して移動するように備え付けられる。作動装置は、工具チップを工作物内外へ×方向に移動させ、この工具チップは切削中工作物と不連続に接触する。

【0004】

40

第2切削工具アセンブリは、ツールポスト及びこのツールポストに取り付けられ、コントローラと電気通信的に連結するように設計されている作動装置を備える。作動装置に取り付けられる工具チップは、切削すべき工作物に対して移動するように備え付けられる。作動装置は、工具チップを工作物内外へ×方向に移動させる。工具チップは、切削中に工作物と不連続に接触し、アセンブリは切削中に工具チップが工作物に入るテーパイン角度と工作物から工具チップから出るテーパアウト角度を変更することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

切削工具システム

一般的なダイヤモンド旋盤技術は、PCT公開出願WO00/48037号に記載されている。種々の方法に使用される装置、及び光学フィルム又は他のフィルムを作成するための装置は、高速サーボ工具を備えることができる。WO00/48037号に開示されているように、高速工具サーボ(FTS)は、ソリッドステート圧電(PZT)素子であって、PZTスタックと称され、PZTスタックに取り付けられる切削工具の位置を迅速

50

に調節する。FTSは、さらに以下に記載されるように、座標系内の方向に切削工具を非常に正確に且つ高速で移動することを可能とする。

#### 【0006】

図1は、工作物内にミクロ構造を作成する切削工具システム10の図である。ミクロ構造には、任意の種類、形状、及び寸法の、物品の表面上、物品の表面へのインデント、又は物品の表面からの隆起が含まれる。例えば、本明細書に記載の作動装置及びシステムを使用して作製されるミクロ構造は、1000ミクロンピッチ、100ミクロンピッチ、1ミクロンピッチ、又はさらには200ナノメートル付近のサブ光波長ピッチを有することができます。あるいは、他の実施形態において、ミクロ構造におけるピッチは、切削方法に関わらず1000ミクロンを超えることができる。これらの寸法は例示することだけを目的し、本明細書に記載の作動装置及びシステムを使用して作成されるミクロ構造は、システムを使用して加工可能な範囲内で任意の寸法を有することができる。

10

#### 【0007】

システム10は、コンピュータ12によって制御される。コンピュータ12は、例えば構成要素として、1つ以上のアプリケーション16を記憶するメモリ14、情報の不揮発性記憶装置を提供する二次記憶装置18、情報又はコマンドを受信する入力デバイス20；メモリ16又は二次記憶装置内に記憶されるか、他のソースから受信されるアプリケーションを実行する処理装置22、情報の視覚的表示を出力する表示装置24、及び聴覚情報におけるスピーカー又は情報のハードコピーにおけるプリンタのように他の形態で情報を出力する出力デバイス26、を有する。

20

#### 【0008】

工作物54の切削は工作チップ44によって実行される。作動装置38は、コンピュータ12によって制御される電動モータのような駆動装置及びエンコーダ56によって、工作物54が回転する際の工具チップ44の運動を制御する。本実施例においては、工作物54はロール状であるが、平面状で実行することも可能である。任意の機械加工可能な材料を使用することができ、例えば工作物は、アルミニウム、ニッケル、銅、黄銅、又はプラスチック（例えばアクリル）で構成することが可能である。使用される特定の材料は、例えば、機械加工された工作物を使用して作成され様々なフィルムのような特定の望ましい用途によって決めることができる。作動装置38、及び以下に記載される作動装置は、例えばステンレス鋼、又は他の材料で構成することができる。

30

#### 【0009】

作動装置38は、ツールポスト36を取り外し可能に連結され、さらにツールポスト36はトランク32上に配置される。ツールポスト36及び作動装置38は、トランク32上を矢印40及び42が示すx方向及びz方向の双方に移動するように構成される。コンピュータ12は、1つ以上の増幅器30を介してツールポスト36及び作動装置38と電気的に接続される。制御装置として機能する場合、コンピュータ12は工作物54を機械加工のために、作動装置38を介して、トランク32に沿ったツールポスト36の移動及び工具チップ44の移動を制御する。作動装置が複数のPZTスタックを有する場合、スタックに取り付けられる工具チップの移動を独立して制御するのに使用される各PZTスタックを独立して制御するために、個別に増幅器を使用することができる。コンピュータ12は、以下でさらに説明するように、工作物54中に様々なミクロ構造を機械加工するために、作動装置38に波形を提供する関数発生器28を使用することができる。

40

#### 【0010】

工作物54の機械加工は、様々な構成要素の運動を調整することで達成される。特に、コンピュータ12の制御下において、システムは、ツールポスト36の移動を介して、c方向での工作物の移動並びにx方向、y方向、及びz方向（これらの座標は以下で説明される）のうちの1つ以上での工具チップ44の移動に伴った作動装置38の移動を調整及び制御することができる。システムは、典型的に、ツールポスト36をz方向に定速で移動させるが、变速も使用してよい。ツールポスト36及び工具チップ44の移動は、典型的にc方向での工作物54の移動（線53で表されるような回転運動）と同期化されてい

50

る。これらの全移動は、例えば、ソフトウェア、ファームウェア、又はコンピュータ1内の組み合わせで実行される数値制御技術又は数値制御装置(NC)を使用して制御できる。

#### 【0011】

工作物の切削は、連続的及び不連続的な切削運動を含むことができる。ロール状の工作物において、ヘリックス型切削(ねじ切りと称されることもある)又はロール周り若しくはロールに対して独立した軌道を切削に含めることができる。平面状の工作物において、らせん型切削又は工作物上若しくは工作物に対して独立した軌道を切削に含めることができる。X切削も使用することが可能であり、この場合は切削形式はほぼ直線であり、ダイヤモンド工具チップは工作物の内外を移動するが、ツールポストの総体的運動は直線状である。切削には、これらの種類の運動の組み合わせを含めることができる。10

#### 【0012】

機械加工後の工作物54は、様々な用途での使用に応じたミクロ構造を有するフィルムを作成するのに使用できる。これらのフィルムの例としては、光学フィルム、摩擦抑制フィルム、及びミクロ締結具又は他の機械的ミクロ構造化構成要素が挙げられる。フィルムは、典型的には、粘稠な状態のポリマー材料を工作物に塗布するコーティング工程を使用して作成され、少なくとも部分的に硬化させた後に取り除かれる。硬化したポリマー材料から構成されるフィルムは、実質的に工作物と逆の構造を有する。例えば、工作物に圧痕があれば、生じるフィルムには突出が生じる。機械加工後の工作物54は、工具が有する構造に対応する別個の要素又はミクロ構造を有する他の物品の作成にも使用することができる。20

#### 【0013】

冷却流体46は、線48及び50を介してツールポスト36及び作動装置38の温度を制御するのに使用される。温度制御装置52は、ツールポスト36及び作動装置38を循環する冷却流体の温度を実質一定に維持することができる。温度制御装置52は、流体の温度制御を提供するため、任意のデバイスで実装できる。冷却流体は、例えば低粘度油のような油製品で構成することができる。温度制御装置52及び冷却流体46のリザーバは、ツールポスト36及び作動装置38中に流体を循環させるポンプを備え、典型的には、実質定温で維持するために流体からの熱を取り除く冷凍システムも備える。流体を循環させ、温度制御を提供する冷凍及びポンプシステムは当該技術分野において既知である。特定の実施形態において、工作物の機械加工される材料の表面温度を実質一定に維持するために、冷却流体を工作物54に適用することも可能である。30

#### 【0014】

図2は、システム10のような切削工具における座標系を示す図である。座標系は、工作物64に対する工具チップ62の移動として示されている。工具チップ62は工具チップ44と一致してよく、作動装置に取り付けられるキャリア60に典型的に取り付けられる。この代表的な実施形態において、座標系には、x方向66、y方向68、及びz方向70が含まれる。x方向66は、工作物64に対して実質的に垂直な方向への移動を指す。y方向68は、工作物64の回転面に対して実質平行な方向のような、工作物64を横切る方向への移動を指す。z方向70は、工作物64の回転軸に対して実質平行な方向のような、工作物64の横に沿った方向への運動を指す。工作物の回転は、図1にも示されるように、c方向と称される。工作物が平面状に構成される際、ロール状とは対照的にy方向及びz方向は、x方向に対して実質垂直な方向で工作物を互いに直交する方向での運動を指す。平面状の工作物には、例えば、回転ディスク又は任意の平面材料の他の構成が挙げられる。40

#### 【0015】

システム10は、高精度且つ高速の機械加工に使用することができる。この種類の機械加工では、構成要素と工作物材料の協調速度のような様々なパラメーターを考慮すべきである。典型的には、例えば、工作物材料の熱安定性及び特性とともに、機械加工すべき金属の所定体積の比エネルギーを考慮すべきである。機械加工に関する切削パラメーターは50

、以下の参考文献に記載されている。「機械加工データハンドブック (Machining Data Handbook)」(米国議会図書館カタログカード番号 66-60051 (Library of Congress Catalog Card No. 66-60051) 第2版 (1972年)、エドワードトrent (Edward Trent) 及びポールライト (Paul Wright) による「金属切削 (Metal Cutting)」(第4版バターワースハイネマン (Butterworth-Heinemann) ISBN 0-7506-7069-X (2000年)、ジャンジン - ホワン (Zhang Jin-Hua) による「精密切削の理論及び技術 (Theory and Technique of Precision Cutting)」(ペルガモンプレス (Pergamon Press) ISBN 0-08-035891-8 (1991年)、及びクルーガー (Krueger) 他による「金属加工油における新技術及び10倍の切削性能向上を達成する切削ホール (New Technology in Metalworking Fluids and Grinding Wheels Achieves Tenfold Improvement in Grinding Performance)」(金属切削及び研削におけるクーラント / 潤滑剤協議会 (Coolant/Lubricants for Metal Cutting and Grinding Conference) 2000年6月7日米国イリノイ州)。

#### 【0016】

P Z T スタック、工具チップキャリア、及び工具チップ

図3は、切削工具に使用する代表的なP Z T スタック72の図である。P Z T スタックは連結される工具チップを移動させるのに使用され、当該技術分野において既知であるP Z T 効果に従って作動する。P Z T 効果によると、特定の種類の材料に適用される電界によって、その材料は1つの軸に沿って膨張し、他の軸に沿って収縮する。P Z T スタックは、典型的に、ケーシング84に内包され、ベースプレート86上に備え付けられる複数の材料74、76、及び78を備える。この代表的な実施形態において、材料は、P Z T 効果の対象となるセラミック材料で構成される。例示のみを目的として、3つのディスク74、76、及び78が示されているが、例えば特定の実施形態における必要性に基づいて、任意数のディスク又は他の材料、若しくは任意の種類の形状を使用することができる。ポスト88はディスクに付着し、ケーシング84から突出している。ディスクは、例えば、チタン酸バリウム、ジルコン酸鉛、又はチタン酸鉛材料を混合、圧縮、主材料とし、焼結したような任意のP Z T 材料で構成することができる。かかるP Z T 材料の1つは、米国カリフォルニア州ヘイワード (Hayward) (CA 94545) 産業通り (Industrial Blvd.) 26240のキネティックセラミックス (Kinetic Ceramics) 社から市販されている。ディスクは、例えば、磁歪材料で構成することもできる。

#### 【0017】

線80及び82で表されるように、ディスク74、76、及び78への電気的接続によって、ポスト88が移動するための電場が生成される。P Z T 効果及び適用される電場の種類によって、数ミクロン以内の移動のようにポスト88の正確且つ僅かな移動を達成できる。また、ポスト88を有するP Z T スタック72の末端部は、P Z T スタックの予め搭載できる1つ以上のベルビルワッシャに備え付けることが可能である。ベルビルワッシャは、ポスト88及びそれに取り付けられる工具チップを移動させるために若干の可撓性を有する。

#### 【0018】

図4A～4Dは、代表的な工具チップキャリア90の図であり、これは以下で説明するように、作動装置による制御のためにP Z T スタックのポスト88に備え付けられ得る。図4Aは、工具チップキャリア90の斜視図である。図4Bは、工具チップキャリア90の正面図である。図4Cは、工具チップキャリア90の側面図である。図4Dは、工具チップキャリア90の平面図である。

#### 【0019】

図4A～4Dに示すように、工具チップキャリア90は、平面裏面92、テーパー前面94、及び角度が付けられるか又はテーパー化された側面を有する隆起表面98を備える。開口部96は、キャリア90のP Z T スタックのポスト上への工具ツールの実装に対応する。テーパー表面98は、工作物の機械加工において工具チップの実装に使用され得る。この代表的な実施形態において、工具チップキャリア90は、P Z T スタックに備え付

けられる際により多くの表面積が接触することで備え付けの安定性を向上する平面を備え、質量を削減するためにテープ状前面を備える。工具チップキャリア90は、接着剤、ろう付け、はんだ付け、ボルトのような締結具、又は他の方法によってPZTスタックのポスト88に備え付けられ得る。

#### 【0020】

例えば、特定の実施形態における必要性に応じて、工具チップの他の構成が可能である。用語「工具チップキャリア」は、工作物を機械加工する工具チップを保持するのに使用する任意の種類の構造を含んでいる。工具チップキャリア90は、例えば、以下の材料、焼結炭化物、窒化ケイ素、炭化ケイ素、鋼、チタン、ダイヤモンド、又は合成ダイヤモンド材料、の1つ以上で構成することができる。工具チップキャリア90における材料は、剛性があり低質量であることが好ましい。10

#### 【0021】

図5A～5Dは代表的な工具チップ100の図であり、これは、接着剤、ろう付け、はんだ付け、又は他の方法などを使用して工具チップキャリア90の表面98に固定され得る。図5Aは、工具チップ100の斜視図である。図5Bは、工具チップ100の正面図である。図5Cは、工具チップ100の底面図である。図5Dは、工具チップ100の側面図である。図5Aから5Dに示すように、工具チップ100は側面104、テープ状且つ角度が付けられた前面106、及び工具チップキャリア90の表面98に固定するための底面102を備える。工具チップ100の前側部分105は、作動装置の制御下で工作物を機械加工するのに使用される。工具チップ90は、例えば、ダイヤモンドスラブで構成することができる。20

#### 【0022】

##### 断続切削FTS作動装置

断続切削FTS作動装置は、切削中に工具チップが工作物と不連続に接触し、近接しないミクロ構造を作製するため、小型マイクロ構造の作成に使用することができる。これらの形状は、導光フィルム、ミクロ流体構造、セグメント化接着剤、研磨材物品、光学ディフューザー、高コントラスト光学スクリーン、光リダイレクトフィルム、抗反射構造、光混合、及び装飾フィルムを作成するのに使用することができる。

#### 【0023】

作動装置は他の利点を提供できる。例えば、上記の形状は、肉眼で見えないほど小さく作成することが可能である。この種類の形状により、例えば、液晶ディスプレイにおいて光抽出機能を非表示とする拡散シートの必要性が低くなる。光ガイド上におけるBEFフィルムの交差によって、これらの小さな形状の結合によって、拡散層が不要になる。他の利点は、抽出形状を線状又は円状にできることである。線状の場合、抽出を例えれば従来の冷陰極蛍光ランプ(CCL)光源に使用することができる。円状の場合、形状は通常はLEDが配置されるであろう場所に配置される点を中心とする円弧上に作成することができる。全ての形状を連続的な溝と同様に単線に沿って配置する必要がない場合、さらにプログラミング及び構造レイアウトに関連する利点がある。光抽出機能の面密度は、形状に沿って間隔を配列し、形状に直交するように間隔を空け、深さによって確定的に調整することができる。さらには、光抽出角は、切削面の角度及び半角度を選択することで優先することができる。30

#### 【0024】

形状の深さは、0～35ミクロン、例えば、より典型的には0～15ミクロンの範囲であり得る。ロール状の工作物において、任意の個別の形状の長さは、回転する工作物の毎分回転数によって管理される。形状の長さは、例えば、1～200ミクロンに管理することができる。ヘリックス型切削において、溝(ピッチ)に対して直交する空隙も1～100ミクロンにプログラムすることができる。以下に示すように、形状を作成する工具チップは材料にテーパイン及びテーパアウトし、それによって構造、RPMによって制御される形状、FTSの応答時間、スピンドルエンコーダの分解能、及びダイヤモンド工具チップの逃げ角度(例えば、最大で45°)が決まる。逃げ角度は、工具チップのすくい角4050

度を含んでもよい。形状は、例えば、左右対称、左右非対称、略半球状、プリズム型、及び略楕円体のような三次元形状の任意の型であってよい。

#### 【0025】

図6A～6Hは、断続切削微細構造システム及びプロセスを実行するのに使用する代表的な作動装置110の図である。用語「作動装置」は、工作物の機械加工に用いる、工具チップを実質的にx方向に移動させる任意の種類の作動装置又は他のデバイスを指す。図6Aは、作動装置110の上部断面図である。図6Bは、作動装置110におけるPZTスタックの配置を示す正面断面図である。図6Cは、作動装置110の正面図である。図6Dは、作動装置110の背面図である。図6Eは、作動装置110の平面図である。図6F及び6Gは、作動装置110の側面図である。図6Hは、作動装置110の斜視図である。図6C～6Hにおける作動装置110の詳細の一部は、明確にするために取り除かれている。10

#### 【0026】

図6A～6Hに示すように、作動装置110は、x方向にPZTスタック118を保持することができる本体112を備える。PZTスタック118は、矢印138に示すように、x方向に工具チップを移動するのに使用する工具チップ136を有する工具チップキャリアに取り付けられる。PZTスタック118は、図3に示すように、複数のPZTスタック72で実装することができる。キャリア136上の工具チップは、図4A～4Dに示される工具チップキャリア及び図5A～5Dに示される工具チップで構成することができる。本体112は、コンピュータ12の制御下で工作物54を機械加工するために、ボルトなどによりツールポスト36に取り外し可能に備え付けるのに使用する2つの開口部114及び115も備える。20

#### 【0027】

PZTスタック118は、工具チップ136を正確に制御して移動させるのに必要とされる安定性のため、本体112に強固に備え付けられる。本実施例において、工具チップ136上のダイヤモンドは、垂直面に対してダイヤモンドが45度のオフセット型であるが、他の種類のダイヤモンドが使用され得る。例えば、工具チップはV型（対称又は非対称）、円頭型、平型、又は曲面型の工具であってよい。不連続（非隣接）な形状は、ダイヤモンド旋盤で切削して線状又は円状にすることができる。さらに形状は連続していないため、単一の線又は円に沿って配置される必要がない。特徴的形状は、擬似ランダム的に散在してよい。30

#### 【0028】

PZTスタック118は、レール120及び122のようなレールによって本体112に固定される。PZTスタック118は、好ましくはレールに沿ってスライドされることで本体から取り外され、ボルト又は他の締結具によって本体112内の所定の場所に固定することが可能である。PZTスタック118は、コンピュータ12から信号を受信する電気的接続130を備える。PZTスタック118のエンドキャップは、ポート132を介して、温度制御を維持するために、リザーバ46からの油のような冷却流体を受け入れ、PZTスタック周囲に循環し、油をリザーバ46に戻すためのポート128を備える。本体112は、冷却流体をPZTスタック118の周囲に向ける適切なチャネルを備え、冷却流体はポンプ又は他のデバイスによって温度制御装置52内を循環することが可能である。40

#### 【0029】

図6Bは、PZTスタック118のエンドキャップ（図示せず）を備える本体112中のPZTスタック118の配置を示す正面断面図である。本体112は、所定の位置での固定を保持するために、PZTスタックにおける各開口部に複数のレールを備えることができる。例えば、PZTスタック118は、本体112中に取り付けられる際、所定の場所での固定を保持するために、レール120、122、142及び144に囲まれている。PZTスタック118に取り付けられるエンドキャップは、レール120、122、142及び144のうちの1つ以上にPZTスタックを固定するボルト又は他の締結具に適50

合することができ、エンドキャップにまた、冷却流体に周囲を循環させるのに使用する本体 112 内に P Z T スタック 118 を封入することも可能である。P Z T スタック 118 は、スタックと工具チップキャリア 136 を予め搭載するためにその間に配置する 1 つ以上のベルビルワッシャを備える。

#### 【 0 0 3 0 】

図 7 A ~ 7 C は、上述の代表的な作動装置及びシステムを使用する工作物の断続切削機械加工を示す。特に、図 7 A ~ 7 C は、工具チップの可変テーパイン角度及び可変テーパアウト角度を使用を示し、これらの角度は、例えば上記に示すパラメーターを使用して制御することが可能である。図 7 A ~ 7 C の各々は、変動するテーパイン角度及びテーパアウト角度で切削される前後の工作物の例を示している。テーパイン角度は  $\text{I}_{\text{N}}$ 、テーパアウト角度は  $\text{o}_{\text{U}}_{\text{T}}$  としてある。用語「テーパイン角度」「テーパアウト角度」は、それぞれ、機械加工中に工具チップが工作物に挿入され、工作物から離れる角度を意味する。テーパイン角度及びテーパアウト角度は、工作物内を移動する工具チップの角度に必ずしも対応せず、むしろ工具チップが工作物に接触し、離れる角度を指す。図 7 A ~ 7 C において、工具チップ及び工作物は、例えば上述のシステム及び構成要素で構成することができる。

#### 【 0 0 3 1 】

図 7 A は、工作物 153 の内外のテーパイン及びテーパアウト角度が実質的に等しい断続切削 150 を示す図である。図 7 A に示すように、工作物 153 に入る工具チップ 151 のテーパイン角度 152 は、テーパアウト角度 154 ( $\text{I}_{\text{N}} = \text{o}_{\text{U}}_{\text{T}}$ ) と実質的に等しい。工作物 153 内に工具チップ 151 が留まる時間によって、生じるミクロ構造の長さ L (156) が決まる。実質等しいテーパイン及びテーパアウト角度を使用し、工具チップによって工作物から材料を取り除くことで実質左右対称なミクロ構造が作製される。このプロセスは、距離 D (162) によって分離されるミクロ構造 160 のような付加的なミクロ構造を作成するために繰り返すことが可能である。

#### 【 0 0 3 2 】

図 7 B は、工作物 167 の内外においてテーパイン角度がテーパアウト角度より小さい断続切削を示す図である。図 7 B に示すように、工作物 167 に入る工具チップ 165 のテーパイン角度 166 は、テーパアウト角度 168 ( $\text{I}_{\text{N}} < \text{o}_{\text{U}}_{\text{T}}$ ) 未満である。工作物 167 内に工具チップ 165 が留まる時間によって、生じるミクロ構造の長さ 170 が決まる。テーパアウト角度より小さいテーパイン角度を使用し、工具チップによって工作物から材料を取り除くことで、例えばミクロ構造 172 のような左右非対称のミクロ構造が作製される。このプロセスは、距離 176 によって分離されるミクロ構造 174 のような付加的なミクロ構造を作成するために繰り返すことが可能である。

#### 【 0 0 3 3 】

図 7 C は、工作物 181 の内外においてテーパイン角度がテーパアウト角度より大きい断続切削を示す図である。図 7 C に示すように、工作物 181 に入る工具チップ 179 のテーパイン角度 180 は、テーパアウト角度 182 より大きい。工作物 181 内に工具チップ 17 が留まる時間によって、生じるミクロ構造の長さ 184 が決まる。テーパアウト角度より大きいテーパイン角度を使用し、工具チップによって工作物から材料を取り除くことで、例えばミクロ構造 186 のように左右非対称のミクロ構造が作製される。このプロセスは、距離 190 によって分離されるミクロ構造 188 のような付加的なミクロ構造を作成するために繰り返すことが可能である。

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 A ~ 7 C において、テーパイン角度及びテーパアウト角度に対する破線 (152、154、166、168、180、182) は、工具チップが工作物を出入りする角度の例を概念的に示すことを意図している。工作物を切削する間、工具チップは、例えば、線形経路、湾曲経路、線形及び湾曲運動の組み合わせを含む経路、又は特別な機能によって確定される経路等の任意決まった種類の経路を移動することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

図8は、機械加工された工作物を作成するための断続切削FTS作動装置を有し、工作物が構造化フィルムを作成するために使用する切削工具システムを使用して作成できるミクロ構造を概念的に示す図である。図8に示すように、物品200は、上面202及び下面204を備える。上面202は、構造206、208、及び210のような断続切削隆起ミクロ構造を備え、これらのミクロ構造は工作物を機械加工するために上述の作動装置及びシステムを使用して作成することが可能であり、さらにコーティング技術を使用してこの工作物からフィルム又は物品を作成するのに使用される。本実施形態において、各ミクロ構造は長さLを有し、連続切削ミクロ構造は距離Dによって分離され、隣接したミクロ構造はピッチPによって分離される。これらのパラメーターの実行における実施形態は上述したとおりである。

10

#### 【0036】

例示的な実施形態に関して記載されており、多くの変形が当業者にとって明らかであり、本出願はあるる調整又は変更を含み得ることを理解されたい。例えば、ツールポスト、作動装置、及び工具チップにおいて様々な種類の材料及びそれらの構成要素の配置が発明の範囲を逸脱することなく使用され得る。本発明は、特許請求の範囲及びその等価物にのみ限定される。

#### 【0037】

添付図面は本明細書の一部に組み込まれ、構成するものであって、該明細書の記載と共に本明細書の利点と原則を説明する。

#### 【図面の簡単な説明】

20

#### 【0038】

【図1】工作物内にミクロ構造を作成する切削工具システムの図。

【図2】切削工具における座標系を示す図。

【図3】切削工具に使用する代表的なPZTスタックの図。

【図4A】工具チップキャリアの斜視図。

【図4B】工具チップを保持する工具チップキャリアの正面図。

【図4C】工具チップキャリアの側面図。

【図4D】工具チップキャリアの平面図。

【図5A】工具チップの斜視図。

30

【図5B】工具チップの正面図。

【図5C】工具チップの底面図。

【図5D】工具チップの側面図。

【図6A】断続切削FTS作動装置の上部断面図。

【図6B】作動装置におけるPZTスタックの配置を示す正面断面図。

【図6C】作動装置の正面図。

【図6D】作動装置の背面図。

【図6E】作動装置の平面図。

【図6F】作動装置の側面図。

【図6G】作動装置の側面図。

【図6H】作動装置の斜視図。

40

【図7A】工作物の内外のテーパイン及びテーパアウト角度が実質的に等しい断続切削を示す図。

【図7B】工作物の内外においてテーパイン角度がテーパアウト角度より小さい断続切削を示す図。

【図7C】工作物の内外においてテーパイン角度がテーパアウト角度より大きい断続切削を示す図。

【図8】断続切削FTS作動装置を有する切削工具システムを使用して作成することができるミクロ構造を概念的に示す図。

【図1】

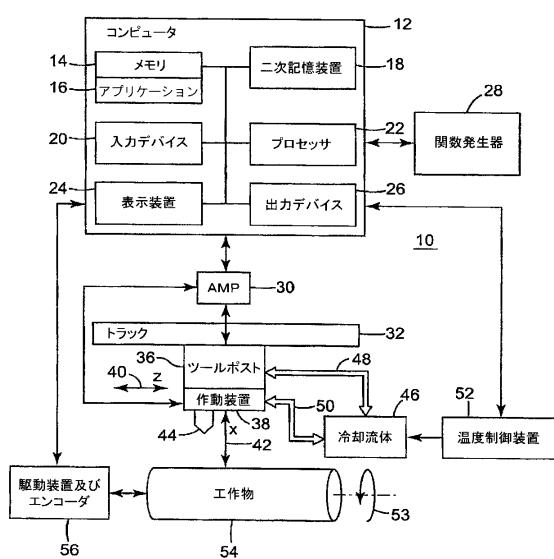


FIG. 1

【図2】

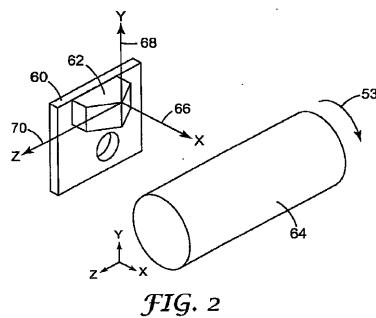


FIG. 2

【図3】

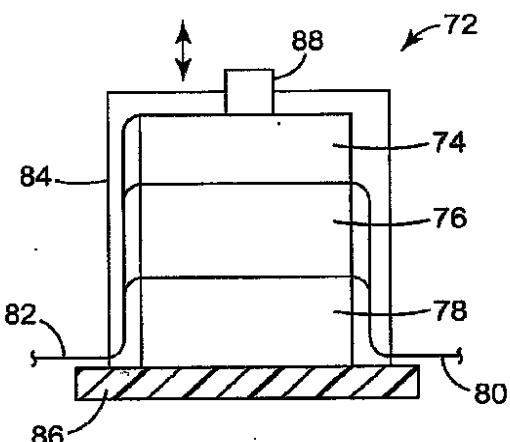


FIG. 3

【図4A】

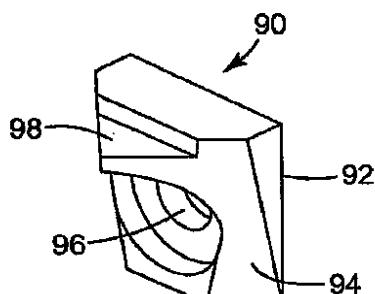


FIG. 4A

【図4C】

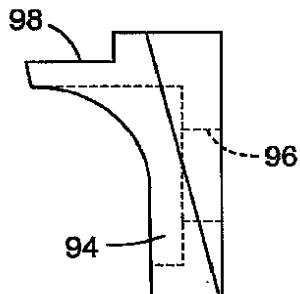


FIG. 4C

【図4B】

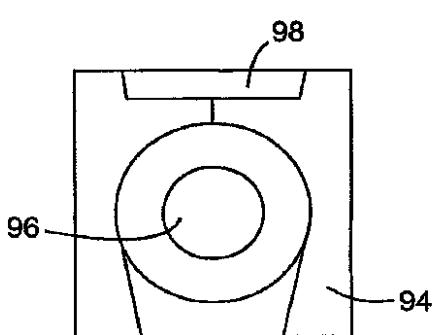


FIG. 4B

【図4D】

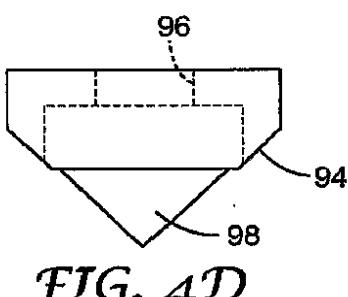


FIG. 4D

【図 5 A】

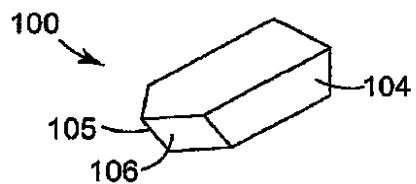


FIG. 5A

【図 5 B】



FIG. 5B

【図 5 C】

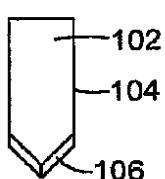


FIG. 5C

【図 5 D】

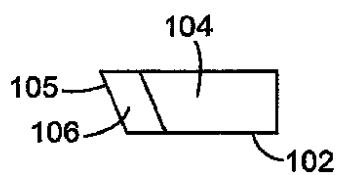


FIG. 5D

【図 6 A】

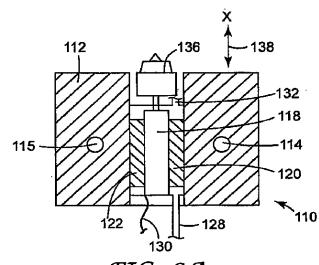


FIG. 6A

【図 6 B】

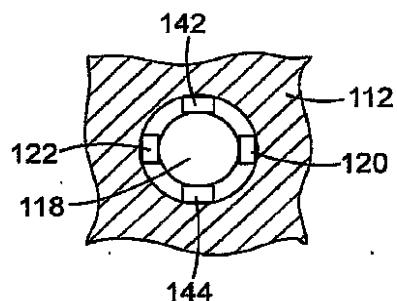


FIG. 6B

【図 6 D】

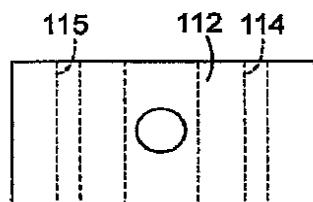


FIG. 6D

【図 6 C】

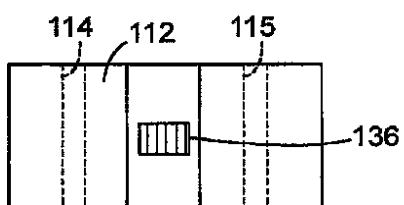


FIG. 6C

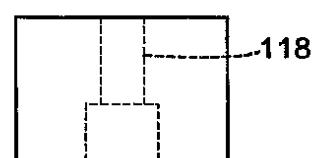


FIG. 6E

【図 6 F】

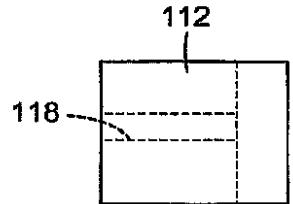


FIG. 6F

【図 6 H】

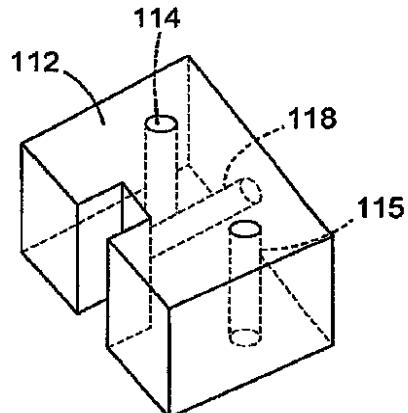


FIG. 6H

【図 6 G】

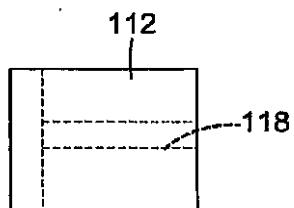


FIG. 6G

【図 7 A】

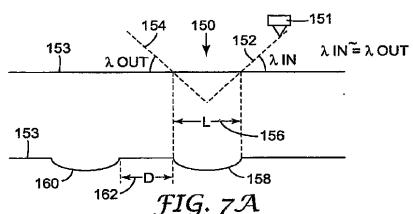


FIG. 7A

【図 7 B】

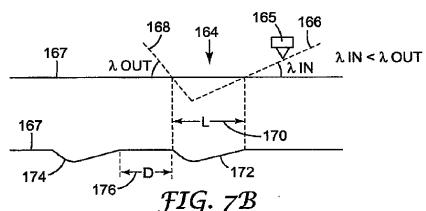


FIG. 7B

【図 7 C】

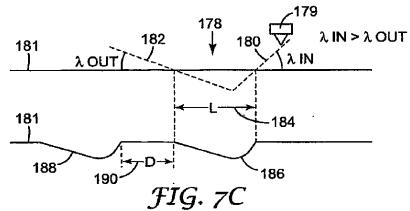


FIG. 7C

【図 8】

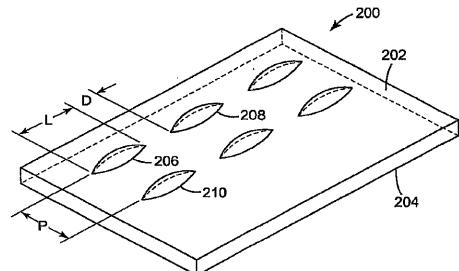


FIG. 8

---

フロントページの続き

(74)代理人 100157211  
弁理士 前島 一夫

(74)代理人 100159684  
弁理士 田原 正宏

(72)発明者 ガーディナー, マーク イー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 キャンベル, アラン ビー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 エーネス, デール エル.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ウェルツ, ダニエル エス.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

審査官 小川 真

(56)参考文献 特開平10-328902(JP, A)  
特開平8-153909(JP, A)  
特開2003-120832(JP, A)  
特開平9-269489(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 23 B	21 / 00
B 23 B	5 / 36
B 23 D	1 / 00
B 23 D	5 / 00