

(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2009-515720

(P2009-515720A)

(43) 公表日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.
B23B 21/00 (2006.01)F1
B23B 21/00テーマコード (参考)
3C045

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-541193 (P2008-541193)
 (86) (22) 出願日 平成18年10月30日 (2006.10.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年5月14日 (2008.5.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/042171
 (87) 国際公開番号 W02007/058758
 (87) 国際公開日 平成19年5月24日 (2007.5.24)
 (31) 優先権主張番号 11/274, 723
 (32) 優先日 平成17年11月15日 (2005.11.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

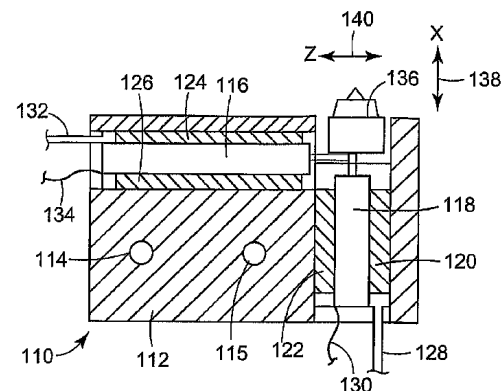
(71) 出願人 599056437
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国 55133-3427
 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム
 センター ポスト オフィス ボックス
 33427
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100112357
 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワークピースへの及びワークピースに沿って横方向のX方向及びZ方向に変動的かつ独立的な動作を有するマイクロ構造作製用切削ツール

(57) 【要約】

切削対象であるワークピースに沿って横移動することができるツールポストと、ツールチップを備えるアクチュエータを有する切削ツールアセンブリ。アクチュエータは、ワークピース内にマイクロ構造を作製する際に使えるように、ツールチップが、ワークピースの中までx方向に、及び、ワークピースに沿って横向きにz方向に動作するのを独立制御及び変動制御する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

切削ツールアセンブリであって、
ツールポストと、

前記ツールポストに取り付けられるとともに、コントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータと、

前記アクチュエータに取り付けられるとともに、切削対象のワークピースに対して動作するように搭載されているツールチップとを備え、

前記ワークピースを選択的に切削する際に使用するために、前記アクチュエータが、前記ワークピース内への前記ツールチップの x 方向の、及び前記ワークピースに沿って横向きの z 方向の動作を、独立制御及び変動制御する、切削ツールアセンブリ。

10

【請求項 2】

前記アクチュエータが、前記ツールチップに連結しているとともに、前記コントローラとの電気接続をもたらし、前記ツールチップの動作を制御する、一对の圧電スタックを含む、請求項 1 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 3】

前記一对の圧電スタックを前記ツールチップに連結させるためのパドルをさらに含む、請求項 2 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 4】

前記パドルがチタン材から成る、請求項 3 に記載の切削ツールアセンブリ。

20

【請求項 5】

前記アクチュエータが、前記アクチュエータを冷却する目的で前記アクチュエータを通して流体を送るポートを含む、請求項 1 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 6】

前記アクチュエータが、前記ツールチップの x 方向の動作を制御するための第 1 の増幅器と、前記ツールチップの z 方向の動作を制御するための第 2 の増幅器とを含む、請求項 1 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 7】

前記圧電スタックを事前装備する際に使用するために、前記圧電スタックに連結するワッシャをさらに含む、請求項 2 に記載の切削ツールアセンブリ。

30

【請求項 8】

前記ツールポストが、前記アクチュエータを実質的に一定の速度で前記ワークピースに沿って z 方向に移動させるように構成されている、請求項 1 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 9】

前記アクチュエータが、前記ツールポスト上のポストに取り外し可能に取り付けるために構成されている、請求項 1 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 10】

ワークピースを切削する方法であって、
ツールポストを用意することと、

40

前記ツールポストに取り付けられるとともに、コントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータを用意することと、

前記切削対象のワークピースに対して動作するように前記アクチュエータ内にツールチップを置くことと、

前記ワークピースを選択的に切削する際に使用するために、前記ワークピース内への前記ツールチップの x 方向の、及び前記ワークピースに沿って横向きの z 方向の動作を、独立制御及び変動制御するように前記アクチュエータを構成することを含む、方法。

【請求項 11】

前記アクチュエータを構成する工程が、1 対の圧電スタックを用いて前記ツールチップの動作を制御することを含む、請求項 10 に記載の方法。

50

【請求項 12】

パドルを用いて前記一对の圧電スタックを前記ツールチップに連結させることをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

流体を用いて前記アクチュエータを冷却することをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記アクチュエータを構成する工程が、前記ツールチップの x 方向の動作を制御するための第 1 の増幅器を用いることと、前記ツールチップの z 方向の動作を制御するための第 2 の増幅器を用いることとを含む、請求項 10 に記載の方法。

10

【請求項 15】

ワッシャを用いて前記圧電スタックをプリロードすることをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記ツールポストを用意する工程が、実質的に一定の速度で前記アクチュエータを前記ワークピースに沿って z 方向に動かすことを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 17】

前記ツールポスト上のポストに前記アクチュエータを取り外し可能に取り付けることをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 18】

20

切削ツールアセンブリであって、

切削対象のワークピースに沿って横方向に動作可能なツールポストと、

前記ツールポストに取り付けられるとともに、コントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータであって、圧電スタックを含むアクチュエータと、

前記アクチュエータ内の前記圧電スタックに取り付けられるとともに、前記切削対象のワークピースに対して動作するように搭載されているツールチップとを備え、

前記ワークピース内にマイクロ構造を作製する目的で前記ワークピースを選択的に切削する際に使用するために、前記アクチュエータが、前記ワークピース内への前記ツールチップの x 方向の、及び前記ワークピースに沿って横向きの z 方向の動作を、独立制御及び変動制御する、切削ツールアセンブリ。

30

【請求項 19】

前記アクチュエータが、前記アクチュエータを冷却する目的で前記アクチュエータを通して流体を送るポートを含む、請求項 18 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 20】

前記アクチュエータが、前記ツールポスト上のポストに取り外し可能に取り付けるために構成されている、請求項 18 に記載の切削ツールアセンブリ。

【請求項 21】

マイクロ構造物品を作製する方法であって、

加工済みワークピースを作製することが、

ツールポストを用意することと、

40

前記ツールポストに取り付けられるとともに、コントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータを用意することと、

前記切削対象のワークピースに対して動作するように前記アクチュエータ内にツールチップを置くことと、

前記ワークピースを選択的に切削して前記加工済みワークピースを作る際に使用するために、前記ワークピース内への前記ツールチップの x 方向の、及び前記ワークピースに沿って横向きの z 方向の動作を、独立制御及び変動制御するように前記アクチュエータを構成することと、

ある物質が前記加工済みワークピースの表面に実質的に一致するように、前記物質を前記加工済みワークピースに適用することと、

50

前記物質を前記加工済みワークピースから取り外すことと、
を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、「同時に2つの独立した速度でワークピースの中までx方向に変動動作するマイクロ構造作製用切削ツール(Cutting Tool Having Variable Movement at Two Simultaneously Independent Speeds in an X-Direction Into a Work Piece for Making Microstructures)」という表題が付されたアラン・キャンベル(Alan Campbell)、デール・イーネス(Dale Ehnes)、及び、ダニエル・ワルツ(Daniel Wertz)の米国特許出願、「ワークピースに沿って横方向にz方向の変動動作を見せるマイクロ構造作製用切削ツール(Cutting Tool Having Variable Movement in a Z-Direction Laterally Along a Work Piece for Making Microstructures)」という表題が付されたデール・イーネス(Dale Ehnes)、アラン・キャンベル(Alan Campbell)、及び、ダニエル・ワルツ(Daniel Wertz)の米国特許出願、並びに、「ワークピースを横切る方向に、y方向を軸とする変動回転を見せるマイクロ構造作製用切削ツール(Cutting Tool Having Variable Rotation About a Y-Direction Transversely Across a Work Piece for Making Microstructures)」という表題が付されたデール・イーネス(Dale Ehnes)、アラン・キャンベル(Alan Campbell)、及び、ダニエル・ワルツ(Daniel Wertz)の米国特許出願(いずれも2005年11月15日申請)に関連するものある。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、マイクロ複製構造を作製する際に用いるマイクロ複製ツールのダイヤモンド機械切削に関するものである。

【背景技術】

【0003】

機械切削技法を用いて、マイクロ複製ツールなどの広範なワークピースを作製することができる。マイクロ複製ツールは、マイクロ複製構造を作製するための押出加工、射出加工、エンボス加工、鋳造加工などで広く用いられている。マイクロ複製構造には、光学フィルム、研磨フィルム、接着フィルム、自動的に噛み合う形状をしている機械的締結具、又は、寸法が比較的小さい、例えば寸法が約1000マイクロン未満であるマイクロ複製機構を備えているいずれかの成形若しくは押出パーツが備わっていると思われる。

【0004】

このマイクロ構造は、他のさまざまな方法によっても作製することができる。例えば、マスターツールから製造ツールに鋳造又は硬化加工することによって、マスターツールの構造を他の媒体、例えばポリマー物質のベルト又はウェブなどに移すことができ、続いて、この製造ツールを用いてマイクロ複製構造を作製する。電鋳法などの他の方法を用いて、マスターツールをコピーすることができる。導光フィルムを作製するための別の代替的な方法は、透明な物質を直接切断又は機械切削して適切な構造を形成させることである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

その他の技法としては、化学エッチング、ビードブラスト、又は、その他の確率的表面改質技法が挙げられる。ただし、これらの技法では典型的に、本発明の方法を用いた切削ツールによって実現する適切な光拡散特性を得るために求められる鋭敏かつ正確なマイクロ構造と機構の幅を形成させることができない。具体的に言うと、これらの方法では、化学エッチング、ビードブラスト、及び、その他の確率的表面改質技法に付き物である本質的な不正確さと非再現性が原因で、高精度の反復構造を作製できない。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

第 1 の切削ツールアセンブリには、ツールポストと、ツールポストに取り付けるとともにコントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータとが備わっている。アクチュエータに取り付けられているツールチップは、切削対象のワークピースに対して動作するように取り付けられている。アクチュエータは、ワークピースを選択的に切削する際に使えるように、ツールチップが、ワークピースの中まで x 方向に、及び、ワークピースに沿って横向きの z 方向に動作するのを独立制御及び変動制御する。

【 0 0 0 7 】

第 2 の切削ツールアセンブリには、切削対象のワークピースに沿って横方向に動作可能なツールポストと、ツールポストに取り付けるとともにコントローラと電気通信するために構成されているアクチュエータが備わっており、このアクチュエータとしては圧電スタックが挙げられる。圧電スタックに取り付けられているツールチップは、切削対象のワークピースに対して動作するように取り付けられている。アクチュエータは、ワークピースを選択的に切削する際に使えるように、ワークピース内にマイクロ構造を作製する目的で、ツールチップが、ワークピースの中まで x 方向に、及び、ワークピースに沿って横向きの z 方向に動作するのを独立制御及び変動制御する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 8 】

切削ツールシステム

公開済み P C T 出願 W O 0 0 / 4 8 0 3 7 号には一般的なダイヤモンド旋盤技法が記載されている。光学フィルム又はその他のフィルムを作製する方法で用いる装置としては、高速サーボツールを挙げることができる。W O 0 0 / 4 8 0 3 7 号に開示されているように、高速ツールサーボ (F T S) はソリッドステート圧電 (P Z T) デバイス (P Z T スタックと呼ばれている) であり、このデバイスは、 P Z T スタックに取り付けられている切削ツールの位置を速やかに調整する。以下でさらに詳しく説明するとおり、 F T S によって、切削ツールが座標系内の方向に高精度かつ高速で動作可能になる。

【 0 0 0 9 】

図 1 は、ワークピース内にマイクロ構造を作製するための切削ツールシステム 1 0 の図である。マイクロ構造としては、物品の表面上にあるか、表面の中に湾入しているか、表面から突出しているいずれかのタイプ、形、及び、寸法の構造を挙げることができる。例えば、本明細書に記載されているアクチュエータとシステムを用いて作製するマイクロ構造のピッチは 1 0 0 0 ミクロン、 1 0 0 ミクロン、 1 ミクロン、又さらには、 2 0 0 ナノメートル (n m) 前後という可視波長以下にすることができる。これらの寸法は、単に例示目的で提供しているものであり、本明細書に記載されているアクチュエータとシステムを用いて作製するマイクロ構造には、このシステムを用いて細工することができる範囲内のさまざまな寸法を持たせることができる。

【 0 0 1 0 】

システム 1 0 はコンピュータ 1 2 によって制御する。コンピュータ 1 2 には例えば、アプリケーション 1 6 を 1 つ以上格納するメモリ 1 4 、情報の不揮発性記憶を行う 2 次記憶装置 1 8 、情報又はコマンドを受信する入力デバイス 2 0 、メモリ 1 6 若しくは 2 次記憶装置 1 8 に格納されているか、又は、別のソースから受信したアプリケーションを実行させるプロセッサ 2 2 、情報の画像表示を出力するディスプレイデバイス 2 4 、別の形式で情報を出力する出力デバイス 2 6 (聴覚情報用のスピーカー、情報のハードコピー用プリンタなど) といったコンポーネントが備わっている。

【 0 0 1 1 】

ワークピース 5 4 の切削は、ツールチップ 4 4 によって行う。アクチュエータ 3 8 がツールチップ 4 4 の動作を制御し、駆動ユニット及びエンコーダ 5 6 (コンピュータ 1 2 によって制御する電動モータなど) によってワークピース 5 4 を回転させる。この実施例では、ワークピース 5 4 は、硬銅ロールなどのロール状のものとして図示されているが、平面状のものとして実現させるとともに、機械切削用として別の材料を用いることもできる

10

20

30

40

50

。例えば、代わりにアルミニウム、ニッケル、鋼、又は、プラスチック（例えばアクリル）を用いてワークピースをもたらすことができる。用いられる特定の材料は、例えば特定の所望の用途（機械切削済みのワークピースを用いて作製するさまざまなフィルムなど）によって決まると思われる。アクチュエータ 38 と、以下に示すアクチュエータとは、例えばステンレススチール、又は、その他の物質を用いて実現させることができる。

【0012】

アクチュエータ 38 は、取り外し可能な状態でツールポスト 36 に連結しており、それに対してツールポスト 36 はトラック 32 の上に配置されている。ツールポスト 36 とアクチュエータ 38 は、矢印 40 及び 42 で示されているように、x 方向、z 方向の双方に動くようにトラック 32 上で構成されている。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 及びアクチュエータ 38 と電気接続している。コンピュータ 12 は、コントローラとして機能する際には、アクチュエータ 38 を介して、ワークピース 54 の機械切削時に、ツールポスト 36 のトラック 32 に沿った動きとツールチップ 44 の動きを制御する。アクチュエータに複数の P Z T スタックがある場合には、このスタックに取り付けられているツールチップの動きを独立して制御する際に使えるように、別個の増幅器を用いて各 P Z T スタックを独立して制御することができる。コンピュータ 12 では、以下でさらに詳しく説明するとおり、ワークピース 54 内にさまざまなマイクロ構造を機械切削するためにアクチュエータ 38 に波形をもたらす目的で、ファンクションジェネレータ 28 を用いることができる。

10

【0013】

ワークピース 54 の機械切削は、さまざまなコンポーネントの協調動作によって実現する。具体的に言うと、このシステムは、コンピュータ 12 の制御下で、ワークピースの c 方向の動作とツールチップ 44 の x 方向、y 方向、及び、z 方向のうちの 1 つ以上の方向（これらの座標については以下で説明する）の動作に沿って、ツールポスト 36 の動作を介してアクチュエータ 38 の動作を調整及び制御することができる。このシステムは典型的に、ツールポスト 36 を一定の速度で z 方向に動かすが、変動速度を用いてもよい。ツールポスト 36 とツールチップ 44 の動作は典型的に、ワークピース 54 の c 方向の動作（線 53 によって示されているような回転運動）と一致している。これらの運動はすべて、例えば数値制御技法、又は、コンピュータ 12 内のソフトウェア、ファームウェア、若しくは、これらの組み合わせの中に実装されている数値制御素子（NC）を用いて制御することができる。

20

30

【0014】

ワークピース 54 は、機械切削後、対応するマイクロ構造を備えているとともにさまざまな用途に使われるフィルムを作製する目的で用いることができる。これらのフィルムの例としては、光学フィルム、摩擦制御フィルム、及び、マイクロファスナー、又は、その他の機械的なマイクロ構造コンポーネントが挙げられる。これらのフィルムは典型的にコーティング加工を用いて作製し、このコーティング加工では、粘稠状態の物質をワークピースに塗布して、少なくとも部分的に硬化させてから取り外してよい。硬化済み物質から成るフィルムには実質的に、ワークピース内の構造と対照的な構造が備わることになる。例えば、ワークピースの湾入部は、得られるフィルムの突出部をもたらす。

40

【0015】

冷却液 46 を用いて、配線 48 及び 50 経由でツールポスト 36 とアクチュエータ 38 の温度を制御する。冷却液 46 はツールポスト 36 とアクチュエータ 38 の中を循環するため、温度制御ユニット 52 によって、冷却液 46 の温度を実質的に一定に保つことができる。温度制御ユニット 52 は、液体の温度制御を行ういずれかのデバイスによって実現させることができる。冷却液は、油脂製品、例えば低粘性油によって実現させることができる。温度制御ユニット 52 と、冷却液 46 用のリザーバには、冷却液をツールポスト 36 とアクチュエータ 38 の中に循環させるためのポンプを搭載することができ、また、このユニットとこのリザーバには典型的に、冷却液を実質的に一定の温度に保つために冷却液から熱を除去する冷蔵システムも搭載されている。流体を循環させるとともに流体の温

50

度制御を行う冷蔵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。特定の実施形態では、ワークピース 54 内で機械切削する物質の表面温度を実質的に一定に保つ目的で、冷却液をワークピース 54 にも適用することができる。

【0016】

図 2 は、システム 10 のような切削ツールの座標系を示している図である。この座標系は、ワークピース 64 に対するツールチップ 62 の動作として示されている。ツールチップ 62 はツールチップ 44 と一致させてよく、また、ツールチップ 62 は典型的にはキャリア 60 に取り付けられており、キャリア 60 はアクチュエータに取り付けられている。この代表的な実施形態では、座標系には、x 方向 66、y 方向 68、及び、z 方向 70 が含まれている。x 方向 66 は、ワークピース 64 と実質的に垂直な方向の動作に対応している。y 方向 68 は、ワークピース 64 を横切る方向、例えばワークピース 64 の回転面と実質的に平行な方向の動作に対応している。z 方向 70 は、ワークピース 64 に沿って横向き方向、例えばワークピース 64 の回転面と実質的に垂直な方向の動作に対応している。ワークピースの回転は、図 1 にも示したように、c 方向とみなす。ワークピースを平面状で実現させる場合には、ロール状の場合とは対照的に、y 方向と z 方向は、x 方向と実質的に垂直方向を向いているワークピースに対して互いに直交する方向の動作に対応している。

【0017】

システム 10 は、高精度かつ高速の機械切削で用いることができる。このタイプの機械切削では、さまざまなパラメータ（コンポーネントとワークピース材の調整速度など）を明らかにしなければならない。この機械切削では典型的に、例えばワークピース材の熱安定度及び熱特性と併せて、機械切削対象である所定容量の金属の比エネルギーを考慮しなければならない。機械切削に関する切削パラメータは、「機械切削データハンドブック（Machining Data Handbook）」（米国議会図書館（Library of Congress）カタログカード番号 66 - 660051、第 2 版（1972 年））、エドワード・トレント（Edward Trent）及びポール・ライト（Paul Wright）著「金属切削（Metal Cutting）」（第 4 版、バタワース・ハイネマン（Butterworth-Heinemann）、ISBN 0 - 7506 - 7069 - X（2000 年））、チャン・ジン・ファ（Zhang Jin-Hua）著「精密切削の理論と技法（Theory and Technique of Precision Cutting）」（ペルガモンプレス（Pergamon Press）、ISBN 0 - 08 - 035891 - 8（1991 年））、M. K. クルーガー（K. rueger）ら著「研削性能を 10 倍向上させる金属加工油及び砥石車の新技術（New Technology in Metalworking Fluids and Grinding Wheels Achieves Tenfold Improvement in Grinding Performance）」（金属切削及び研削用冷却剤／潤滑剤会議（Coolant / Lubricants for Metal Cutting and Grinding Conference）、米国イリノイ州シカゴ、2000 年 6 月 7 日）といった参考文献に記載されている。

【0018】

PZT スタック、ツールチップキャリア、及び、ツールチップ

図 3 は、切削ツール内で用いる代表的な PZT スタック 72 の図である。PZT スタックは、PZT スタックに連結しているツールチップの動作をもたらす目的で用いるとともに、当該技術分野において既知の PZT 効果に従って動作する。PZT 効果に従って、特定のタイプの物質に電界を印加すると、その物質がある 1 つの軸に沿って膨張するとともに、別の軸に沿って収縮する。PZT スタックには典型的に、ケーシング 84 の中に封入されているとともにベースプレート 86 の上に取り付けられている複数の物質 74、76、及び、78 が含まれている。この代表的な実施形態における物質は、PZT 効果の影響を受けるセラミック物質によって実現されている。3 つのディスク 74、76、及び、78 は例示目的で示してあるに過ぎず、例えば特定の実施形態の要件に基づき、いずれの数のディスク又はその他の材料、並びに、いずれのタイプの形のディスク又はその他の材料も用いることができる。ポスト 88 はディスクに固着しているとともに、ケーシング 84 から突出している。ディスクは、いずれかの PZT 材（例えばチタン酸バリウム又はチタン酸鉛を混合、圧縮、基材化、及び、焼結した物質など）によって実現させることができ

る。このような P Z T 材の 1 つは、米国 9 4 5 4 5 カリフォルニア州ハイワード、インダストリアルブルーバード 2 6 2 4 0 のキネティックセラミクス社 (Kinetic Ceramics, Inc.) から入手可能である。ディスクは例えば磁歪材によって実現させることもできる。

【 0 0 1 9 】

ディスク 7 4、7 6、及び、7 8 への電気接続によって、線 8 0 及び 8 2 で示されているように、ポスト 8 8 の動作をもたらす目的で、これらのディスクに電界を印加する。P Z T 効果を背景に、及び、印加した電界のタイプに基づき、ポスト 8 8 の正確かつ微小な動作、例えば数ミクロン以内の動作を実現させることができる。さらには、ポスト 8 8 を備えている P Z T スタック 7 2 の末端部は、P Z T スタックの事前装備を行うためのベルビルワッシャと接するように取り付けることができる。ベルビルワッシャには多少の可撓性が備わっており、ポスト 8 8 と、ポスト 8 8 に取り付けられているツールチップの動作を可能にする。以下に記載されているアクチュエータ内の各 P Z T スタックにも、事前装備用のベルビルワッシャを組み込むことができ、又は、その代わりに、P Z T スタックの事前装備用として、各 P Z T スタックに接するように取り付けられているいずれかのデバイスを組み込むことができる。

【 0 0 2 0 】

図 4 A ~ 4 D は、代表的なツールチップキャリア 9 0 の図であり、ツールチップキャリア 9 0 は、以下で説明するとおり、アクチュエータによって制御するために、P Z T スタックのポスト 8 8 に取り付けることになると思われる。図 4 A はツールチップキャリア 9 0 の斜視図である。図 4 B はツールチップキャリア 9 0 の正面図である。図 4 C はツールチップキャリア 9 0 の側面図である。図 4 D はツールチップキャリア 9 0 の上面図である。

【 0 0 2 1 】

図 4 A ~ 4 D に示されているように、ツールチップキャリア 9 0 には、平坦な背面 9 2、先細の前面 9 4、及び、傾斜状又は先細の側面を備えている突出面 9 8 が備わっている。開口部 9 6 は、P Z T スタックのポストの上にツールチップキャリア 9 0 を取り付けできるようにする。先細面 9 8 は、ワークピースを機械切削するツールチップを取り付ける際に用いられるであろう。この代表的な実施形態では、ツールチップキャリア 9 0 には、P Z T スタックに取り付けた場合の接触表面積を増大させることによってツールチップキャリアの取り付け状態の安定性を向上させる平坦面が備わっていると同時に、ツールチップキャリアの質量を低減させる先細の前面が備わっている。ツールチップキャリア 9 0 は、接着剤、ろう付け、はんだ付け、ボルトなどの締結具を用いるか、又は、その他の方法で、P Z T スタックのポスト 8 8 に取り付けることになると思われる。

【 0 0 2 2 】

例えば特定の実施形態の要件に基づき、その他の構造のツールチップキャリアが可能である。「ツールチップキャリア」という用語には、ワークピースを機械切削するためのツールチップを保持する目的で用いられるいずれのタイプの構造体も含まれるものと意図している。ツールチップキャリア 9 0 は、例えば、焼結炭化物、窒化ケイ素、炭化ケイ素、鋼、又は、チタンという材料のうちの 1 つ以上によって実現させることができる。ツールチップキャリア 9 0 の材料は強く、質量が小さいのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

図 5 A ~ 5 D は、代表的なツールチップ 1 0 0 の図であり、ツールチップ 1 0 0 は、接着剤、ろう付け、はんだ付けを用いるか、又は、その他の方法などによって、ツールチップキャリア 9 0 の表面 9 8 に固定することになると思われる。図 5 A はツールチップ 1 0 0 の斜視図である。図 5 B はツールチップ 1 0 0 の正面図である。図 5 C はツールチップ 1 0 0 の底面図である。図 5 D はツールチップ 1 0 0 の側面図である。図 5 A ~ 5 D に示されているように、ツールチップ 1 0 0 には、側面 1 0 4、先細かつ傾斜状の前面 1 0 6、ツールチップキャリア 9 0 の表面 9 8 にツールチップ 1 0 0 を固定するための底面 1 0 2 が備わっている。ツールチップ 1 0 0 の前部 1 0 5 は、アクチュエータの制御下でワークピースを機械切削する際に使用する。ツールチップ 9 0 は、例えばダイヤモンドスラブ

によって実現させることができる。

【 0 0 2 4 】

X - Z アクチュエータ

図 6 A ~ 6 H は、代表的な X - Z アクチュエータ 1 1 0 の図である。「X - Z アクチュエータ」という用語は、ワークピースの機械切削で用いるために、ツールチップを実質的に x 方向、z 方向の双方向に動作させるいずれかのタイプのアクチュエータ又はその他のデバイスを指す。図 6 A は X - Z アクチュエータ 1 1 0 の上面断面図である。図 6 B は、X - Z アクチュエータ 1 1 0 内における P Z T スタックの配置を示している側面断面図である。図 6 C は X - Z アクチュエータ 1 1 0 の正面図である。図 6 D は X - Z アクチュエータ 1 1 0 の背面図である。図 6 E は X - Z アクチュエータ 1 1 0 の上面図である。図 6 F 及び 6 G は、X - Z アクチュエータ 1 1 0 の側面図である。図 6 H は X - Z アクチュエータ 1 1 0 の斜視図である。分かりやすくするために、図 6 C ~ 6 H では X - Z アクチュエータ 1 1 0 の詳細の一部が削除されている。

10

【 0 0 2 5 】

図 6 A ~ 6 H に示されているように、X - Z アクチュエータ 1 1 0 には、x 方向 P Z T スタック 1 1 8 と z 方向 P Z T スタック 1 1 6 を保持することができる本体 1 1 2 が備わっている。P Z T スタック 1 1 8 は、矢印 1 3 8 で示されているように、ツールチップを x 方向に移動させる際に用いる目的で、また、P Z T スタック 1 1 6 は、矢印 1 1 4 0 で示されているように、ツールチップを z 方向に移動させる際に用いる目的で、ツールチップ 1 3 6 を備えているツールチップキャリア 1 1 3 に取り付けられている。P Z T スタック 1 1 8 及び 1 1 6 は、図 3 に示した代表的な P Z T スタック 7 2 によって実現させることができる。キャリア 1 3 6 上のツールチップは、図 4 A ~ 4 D に示したツールチップキャリアと図 5 A ~ 5 D に示したツールチップによって実現させることができる。本体 1 1 2 には、コンピュータ 1 2 の制御下でワークピース 5 4 を機械切削するためにボルトなどを介してツールポスト 3 6 に本体 1 1 2 を取り付けの際に用いる目的で、2 つの開口部 1 1 4 及び 1 1 5 も備わっている。

20

【 0 0 2 6 】

P Z T スタック 1 1 8 及び 1 1 6 は、ツールチップ 1 3 6 の精密な制御動作に必要な安定性をもたらすために、本体 1 1 2 内にしっかり取り付けられている。P Z T スタック 1 1 8 は、レール（レール 1 2 0 及び 1 2 2 など）によって本体 1 1 2 内に固定されており、P Z T スタック 1 1 6 は、レール（レール 1 2 4 及び 1 2 6 など）によって本体 1 1 2 内に固定されている。P Z T スタック 1 1 8 及び 1 1 6 は、レールに沿ってスライドさせることによって本体 1 1 2 から取り外せるのが好ましく、また、ボルト又はその他の締結具によって本体 1 1 2 内の所定の位置に固定することができる。P Z T スタック 1 1 8 には電気接続部 1 3 0 が、P Z T スタック 1 1 6 には電気接続部 1 3 4 が備わっており、これらの接続部はコンピュータ 1 2 から信号を受信するためのものである。リザーバ 4 6 から冷却液（油など）を受領したり、冷却液を P Z T スタックの周りに循環させたり、油の温度制御を維持させるために油をリザーバ 4 6 に戻したりする目的で、P Z T スタック 1 1 8 のエンドキャップにはポート 1 2 8 が、P Z T スタック 1 1 6 のエンドキャップにはポート 1 3 2 が備わっている。本体 1 1 2 には、冷却液を P Z T スタック 1 1 8 及び 1 1 6 の周りに導くための適切な流路を搭載することができ、また、冷却液は、温度制御ユニット 5 2 内のポンプ又はその他のデバイスによって循環させることができる。

30

40

【 0 0 2 7 】

図 6 B は、本体 1 1 2 内の P Z T スタック 1 1 8 の配置を示している側面断面図であり、ここでは、P Z T スタック 1 1 8 のエンドキャップは示されていない。本体 1 1 2 では、P Z T スタックを所定の位置にしっかり保持させる目的で、各開口部内に複数のレールを搭載することができる。例えば、本体 1 1 2 内に取り付けした場合に所定の位置に P Z T スタック 1 1 8 をしっかり保持させる目的で、P Z T スタック 1 1 8 はレール 1 2 0、1 2 2、1 4 2、及び、1 4 4 に囲まれている。P Z T スタック 1 1 8 に取り付けられているエンドキャップには、レール 1 2 0、1 2 2、1 4 2、及び、1 4 4 のうちの 1 つ以上

50

に P Z T スタックを固定するためのボルト又はその他の締結具を収容することができ、また、冷却液を P Z T スタック 1 1 8 の周りに循環させる際に用いるために、エンドキャップによって、P Z T スタック 1 1 8 を本体 1 1 2 内に密封できるようにすることができる。P Z T スタック 1 1 6 も同様の形で取り付けることができる。P Z T スタック 1 1 6 及び 1 1 8 にはいずれも、P Z T スタックの事前装備用に、P Z T スタックとツールチップキャリア 1 3 6 との間に配置されているベルビルワッシャを 1 つ以上搭載することができる。

【0028】

図 7 A ~ 7 D には、アクチュエータ 1 1 6 及び 1 1 8 をツールチップキャリア 1 3 6 に固定する際に用いるパドル 1 5 0 が示されている。図 7 A はパドル 1 5 0 の斜視図である。図 7 A はパドル 1 5 0 の上面図である。図 7 C はパドル 1 5 0 の正面図である。図 7 D はパドル 1 5 0 の側面図である。図 7 E は、パドル 1 5 0 に 2 つの P Z T スタックを取り付けているのを示している斜視図である。図 7 A ~ 7 D に示されているように、パドル 1 5 0 には、z 方向制御用の P Z T スタック 1 1 6 を固定するための表面を備えているリング部 1 5 6 と、x 方向制御用の P Z T スタック 1 1 8 を固定するための表面を備えているリング部 1 5 2 がある。この実施形態では、リング部 1 5 2 には開口部 1 5 4 が、リング部 1 5 6 には開口部 1 5 8 が備わっている。例えば締結具を用いて P Z T スタック 1 8 8 とツールチップキャリア 1 3 6 の双方にパドル 1 5 0 を固定する際に開口部 1 5 4 を用いることができる。パドル 1 5 0 は、チタンから作製するのが好ましく、また、その代わりに別の物質から作製することもできる。例えば、パドル 1 5 0 はチタンの代わりにアルミニウムによって実現させることができる。パドル 1 5 0 を作製するための物質の要因としては、例えば物質の重量比強度を挙げることができる。図 7 E に示されているように、接着剤、ろう付け、はんだ付けを用いるか、又は、その他の方法によって、アクチュエータ 1 1 6 及び 1 1 8 をパドル 1 5 0 に固定することができる。

【0029】

図 8 は、X - Z アクチュエータを備えている切削ツールシステムを用いて作製することができるマイクロ構造を概念的に示している図である。図 8 に示されているように、物品 1 6 0 には、上面 1 6 2 と底面 1 6 4 が備わっている。上面 1 6 2 には、線 1 6 6 で示されているようにマイクロ構造を備え、これらのマイクロ構造は、上記アクチュエータを用いてワークピースを機械切削してから、そのワークピースを用いてコーティング技法を利用してフィルム又は物品を作製することによって作製することができる。

【0030】

代表的な実施形態と関連させながら本発明を説明してきたが、当業者であれば多くの修正を容易に理解できるとともに、本出願はあらゆる適合物又は変形物を網羅していることが分かるであろう。例えば、本発明の範囲から逸脱しない範囲で、ツールポスト、アクチュエータ、及び、ツールチップ用のさまざまなタイプの材料、並びに、これらコンポーネントのさまざまなタイプの構造を用いてよい。本発明は、特許請求の範囲及びその等価物によってのみ限定される。

【0031】

添付図面は本明細書に組み込まれるとともに、本明細書の一部を構成するものであり、説明部分とともに本発明の利点と原理を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】ワークピース内にマイクロ構造を作製するための切削ツールシステムの図。

【図 2】切削ツールの座標系を示している図。

【図 3】切削ツール内で用いる代表的な P Z T スタックの図。

【図 4 A】ツールチップキャリアの斜視図。

【図 4 B】ツールチップを保持するツールチップキャリアの正面図。

【図 4 C】ツールチップキャリアの側面図。

【図 4 D】ツールチップキャリアの上面図。

【図 5 A】ツールチップの斜視図。

【図 5 B】ツールチップの正面図。

【図 5 C】ツールチップの底面図。

【図 5 D】ツールチップの側面図。

【図 6 A】切削ツール内で用いる X - Z アクチュエータの上面断面図。

【図 6 B】X - Z アクチュエータ内における P Z T スタックの配置を示している側面断面図。

【図 6 C】X - Z アクチュエータの正面図。

【図 6 D】X - Z アクチュエータの背面図。

【図 6 E】X - Z アクチュエータの上面図。

【図 6 F】X - Z アクチュエータの側面図。

【図 6 G】X - Z アクチュエータの側面図。

【図 6 H】X - Z アクチュエータの斜視図。

【図 7 A】X - Z アクチュエータに合わせて 2 つの P Z T スタックを取り付けるためのパドルの斜視図。

【図 7 B】X - Z アクチュエータに合わせて 2 つの P Z T スタックを取り付けるためのパドルの上面図。

【図 7 C】X - Z アクチュエータに合わせて 2 つの P Z T スタックを取り付けるためのパドルの正面図。

【図 7 D】X - Z アクチュエータに合わせて 2 つの P Z T スタックを取り付けるためのパドルの側面図。

【図 7 E】X - Z アクチュエータに合わせて 2 つの P Z T スタックをパドルに取り付けているのを示している斜視図。

【図 8】X - Z アクチュエータを備えている切削ツールシステムを用いて作製することができるマイクロ構造を概念的に示している図。

【図 1】

【図 2】

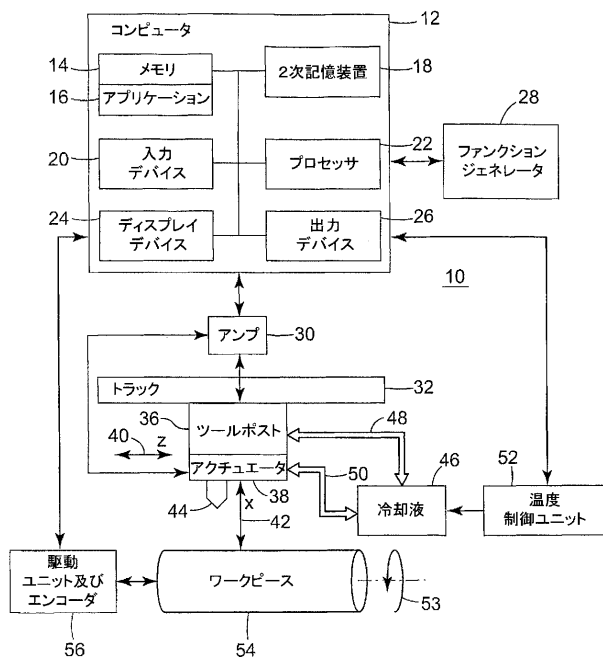


FIG. 1

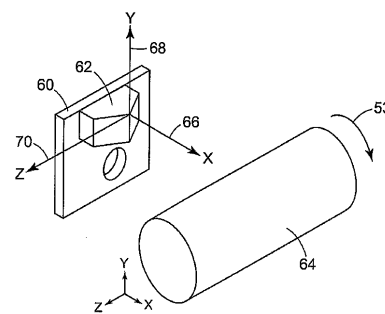


FIG. 2

【 図 3 】

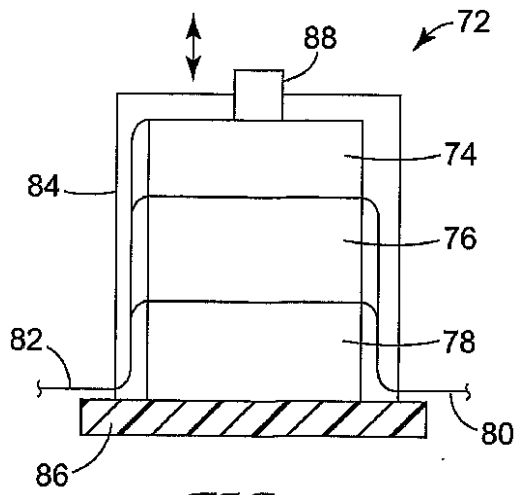


FIG. 3

【 図 4 A 】

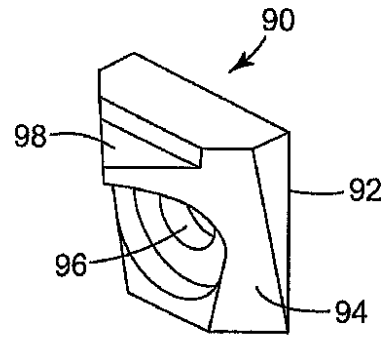


FIG. 4A

【 図 4 B 】

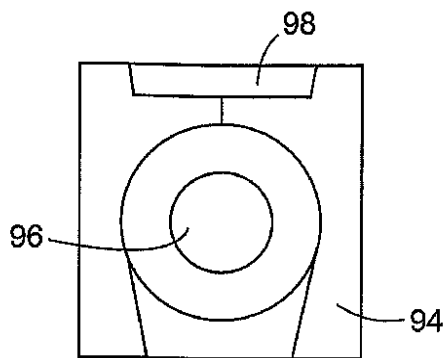


FIG. 4B

【 図 4 C 】

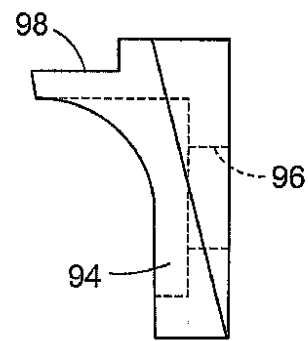


FIG. 4C

【 図 4 D 】

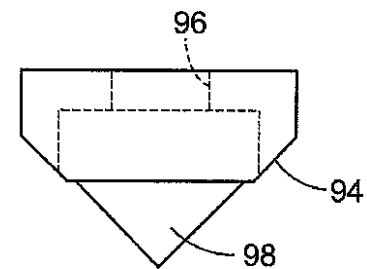


FIG. 4D

【図 5 A】

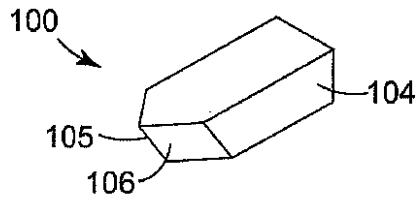


FIG. 5A

【図 5 B】

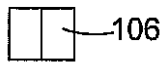


FIG. 5B

【図 5 C】

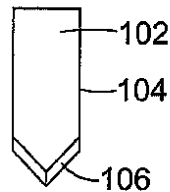


FIG. 5C

【図 5 D】

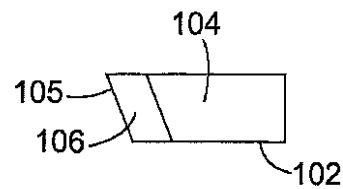


FIG. 5D

【図 6 A】

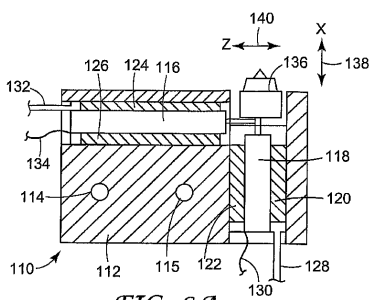


FIG. 6A

【図 6 B】

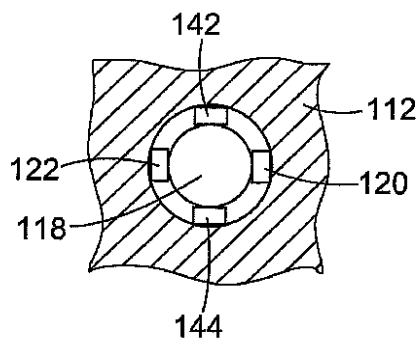


FIG. 6B

【図 6 C】

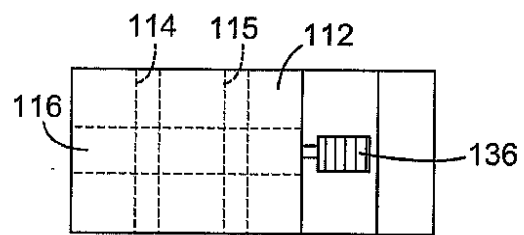


FIG. 6C

【図 6 D】

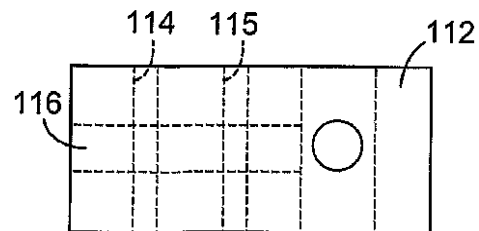
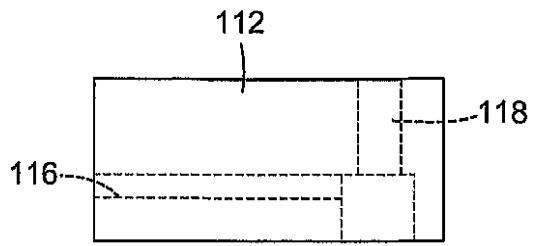
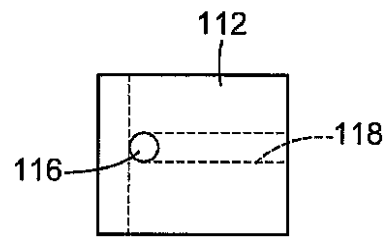


FIG. 6D

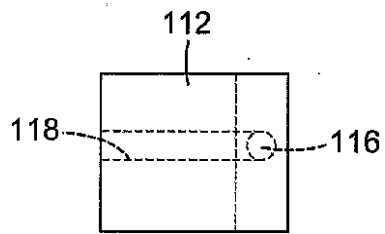
【図 6 E】

*FIG. 6E*

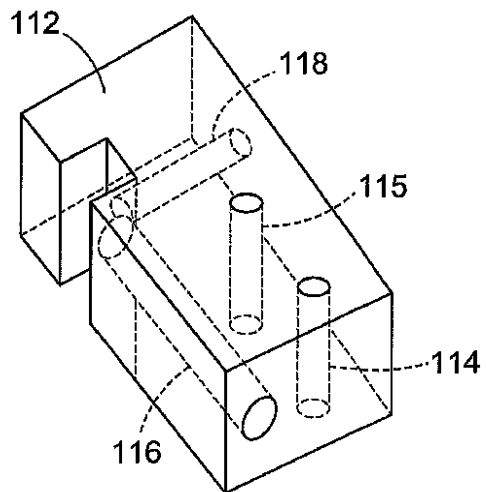
【図 6 G】

*FIG. 6G*

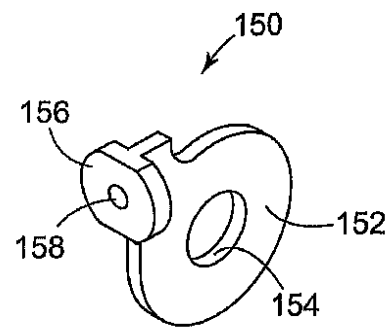
【図 6 F】

*FIG. 6F*

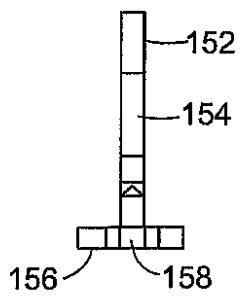
【図 6 H】

*FIG. 6H*

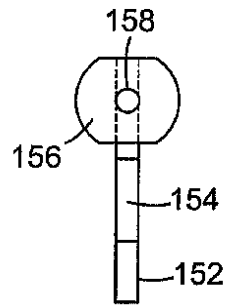
【図 7 A】

*FIG. 7A*

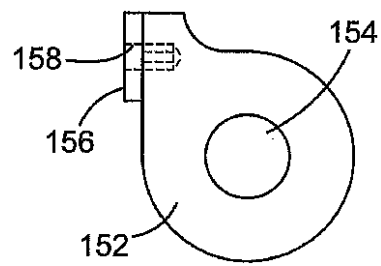
【図 7 B】

*FIG. 7B*

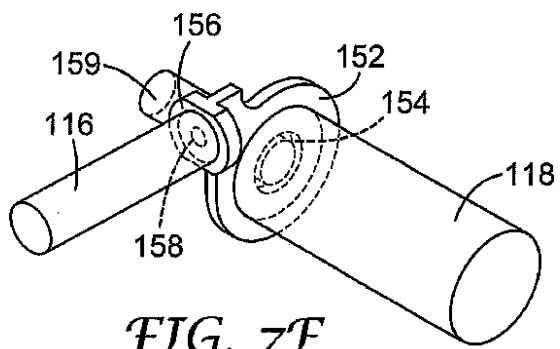
【図 7 C】

*FIG. 7C*

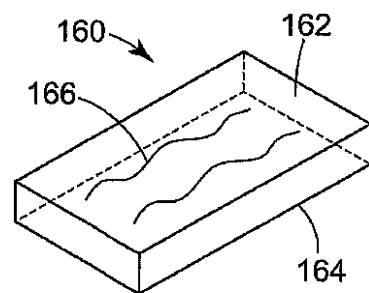
【図 7 D】

*FIG. 7D*



【図 7 E】

*FIG. 7E*

【図 8】

*FIG. 8*

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2006/042171
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B23Q 15/013(2006.01)i, B23Q 15/14(2006.01)i, B23Q 16/00(2006.01)i</i>		
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) IPC 8 : B23Q 15/00, 15/02, 15/013		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched None		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS (KIPO internal) & Keywords: "actuator", "tool", "cut", "piezoelectric"		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-014169 A (CANON INC.) 20 January 2005 See paragraphs [0022]-[0028] and figures 1-3.	1, 6, 8, 10, 14, 16 2, 3, 11, 12, 18 4,5,7,9,13,15,17,19-21
Y A	JP 10-118811 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 12 May 1998 See paragraphs [0007], [0020]-[0024], [0033], [0034] and figures 1, 4, 7.	2, 3, 11, 12, 18 1, 4-10, 13-17, 19-21
A	JP 01-281848 A (KOBE STEEL LTD.) 13 November 1989 See pages 2-3 and figures 1, 2.	1-20
A	JP 63-306854 A (HITACHI LTD.) 14 December 1988 See pages 2-3 and figures 1, 2.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 but 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 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 30 MARCH 2007 (30.03.2007)		Date of mailing of the international search report 30 MARCH 2007 (30.03.2007)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer SHIN, DONG HYUK Telephone No. 82-42-481-8417 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2006/042171

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2005-014169 A	20.01.2005	NONE	
JP 10-118811 A	12.05.1998	NONE	
JP 01-281848 A	13.11.1989	NONE	
JP 63-306854 A	14.12.1988	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100140028

弁理士 水本 義光

(74)代理人 100147599

弁理士 丹羽 匡孝

(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, デイル 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

Fターム(参考) 3C045 FE16 GA03