

(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2009-512567

(P2009-512567A)

(43) 公表日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 B 29/24 (2006.01)</b>	B 2 3 B 29/24	C 3 C 0 4 6
<b>B 2 3 B 27/20 (2006.01)</b>	B 2 3 B 27/20	
<b>B 2 3 B 27/04 (2006.01)</b>	B 2 3 B 27/04	
<b>B 2 3 P 15/28 (2006.01)</b>	B 2 3 P 15/28	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

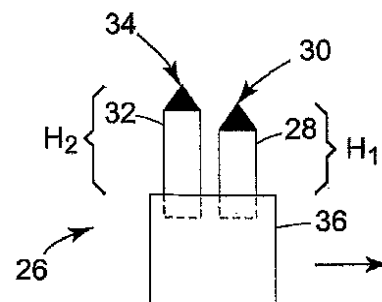
(21) 出願番号	特願2008-536715 (P2008-536715)	(71) 出願人	599056437
(86) (22) 出願日	平成18年10月13日 (2006.10.13)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85) 翻訳文提出日	平成20年4月17日 (2008.4.17)		ズ カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/040403		アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7
(87) 国際公開番号	W02007/047593		ミネソタ州, セント ポール, スリーエム
(87) 国際公開日	平成19年4月26日 (2007.4.26)		センター ポスト オフィス ボックス
(31) 優先権主張番号	11/253,496		3 3 4 2 7
(32) 優先日	平成17年10月19日 (2005.10.19)	(74) 代理人	100099759
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 微細複製工具を作製するための整列マルチダイヤモンド切削工具組立体

## (57) 【要約】

本開示は、微細複製工具に溝を作製する際に用いる切削工具組立体に関するものである。切削工具組立体には、取付け構造体及び10マイクロメートル未満の許容誤差で取付け構造体内で整列している複数のダイヤモンドチップが備わっている。例えば、第1及び第2のダイヤモンドチップを備えている第1及び第2の工具シャンクは、第1のダイヤモンドチップの切削位置と第2のダイヤモンドチップの切削位置が一致するように、取付け構造体内に位置決めすることができる。しかしながら、第2のダイヤモンドチップは、第1のダイヤモンドチップよりも、さらに取付け構造体から離れた既定の距離にしてよく、又は、第2のダイヤモンドには、第1のダイヤモンドチップとは異なる形状を持たせてよい。このようにして、第1のダイヤモンドチップによって、ワークピースに溝を切削してよく、第2のダイヤモンドチップによって、複数の機構を備えている溝を作製するために溝にサブ機構を切削してよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

取付け構造体

と、

該取付け構造体内に取付けられるとともに、1 mm未満の幅を有する第1のダイヤモンドチップを形成する第1の工具シャンクと、

前記取付け構造体内に取付けられるとともに、1 mm未満の幅を有する第2のダイヤモンドチップを形成する第2の工具シャンクと、

を備える切削工具組立体であって、

前記第1及び第2のダイヤモンドチップが、10マイクロメートル未満の許容誤差内で切削工具組立体の切削方向に整列されるように、前記第1及び第2の工具シャンクが、取付け構造体内で位置決めされている切削工具組立体。

10

**【請求項 2】**

前記第1のダイヤモンドチップが、ワークピース中に深さD1の溝を作製し、前記第2のダイヤモンドが、深さD2のより深い溝を作製する請求項1に記載の切削工具組立体。

**【請求項 3】**

前記第1のダイヤモンドチップが、ワークピース中に深さD1の溝を作製し、前記第2のダイヤモンドが、深さD2の溝内にサブ機構を作製する請求項1に記載の切削工具組立体。

**【請求項 4】**

前記深さD2が、深さD1未満であるか、深さD1と等しい請求項3に記載の切削工具組立体。

20

**【請求項 5】**

前記第1のダイヤモンドチップ及び前記第2のダイヤモンドチップのうちの少なくとも1つが、100マイクロメートル未満の幅を有する請求項1に記載の切削工具組立体。

**【請求項 6】**

前記第1のダイヤモンドチップの切削幅に対する前記第1のダイヤモンドチップの切削高さのアスペクト比が、1対1を超える請求項1に記載の切削工具組立体。

**【請求項 7】**

前記切削工具組立体が、前記第1及び第2のダイヤモンドチップの切削方向に対して垂直な軸を中心に回転するように構成されたフライカット組立体である請求項1に記載の切削工具組立体。

30

**【請求項 8】**

前記第1及び第2の工具シャンクが、前記第1及び第2のダイヤモンドチップの前記切削方向に対して前記垂直な軸と平行に伸びる請求項7に記載の切削工具組立体。

**【請求項 9】**

前記フライカット組立体が、複数のスロットを備え、該スロットが、前記第1及び第2の工具シャンクを受容する請求項7に記載の切削工具組立体。

**【請求項 10】**

取付け構造体内に、1 mm未満の幅を有する第1のダイヤモンドチップを形成する第1の工具シャンクを取付け構造体内に取付けるステップと、

40

前記取付け構造体内に、1 mm未満の幅を有する第2のダイヤモンドチップを有する第2の工具シャンクを取付けるステップと、

前記第1及び第2のダイヤモンドチップが、10マイクロメートル未満の許容誤差内で前記第1及び第2のダイヤモンドチップの切削方向に整列されるように、前記第1及び第2の工具シャンクを前記取付け構造体内で位置合わせするステップと、

を含む方法。

**【請求項 11】**

さらに、前記第1のダイヤモンドチップを前記取付け構造体の上方の高さH1に設置し、前記第2のダイヤモンドチップを前記取付け構造体の上方の高さH2に設置するステッ

50

ブを含む請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

高さ H1 と高さ H2 との差が、100 マイクロメートル未満である請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 1 のダイヤモンドチップが、ワークピース中に深さ D1 の溝を作製し、前記第 2 のダイヤモンドチップが、深さ D2 のより深い溝を作製する請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第 1 のダイヤモンドチップが、ワークピース中に深さ D1 の溝を作製し、前記第 2 のダイヤモンドチップが、深さ D2 の溝内にサブ機構を作製する請求項 10 に記載の方法。

10

【請求項 15】

前記取付け構造体が、前記第 1 及び第 2 のダイヤモンドチップの切削方向に対して垂直な軸を中心に回転するように構成されたフライカット組立体である請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

前記フライカット組立体の複数のスロットのうちの 1 つの中に、それぞれがダイヤモンドチップを形成する複数の工具シャンクをそれぞれ取付けるステップをさらに含む請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

20

工具顕微鏡の下で位置決めフィードバックに応じて、前記第 1 及び第 2 の工具シャンクの少なくとも 1 つの位置を他方に対して調節するステップをさらに含む請求項 10 に記載の方法。

【請求項 18】

前記取付け構造体に対して前記工具シャンクを角度を有して整列させるために、ゴニオメーターを使用して前記第 1 及び第 2 の工具シャンクの少なくとも 1 つを回転させるステップと、

前記取付け構造体に対して前記工具シャンクを位置決めするために、精密な屈曲ステージを用いて 1 つの平面中で前記第 1 及び第 2 の工具シャンクの少なくとも 1 つを移動させるステップとをさらに含む請求項 10 に記載の方法。

30

【請求項 19】

取付け構造体と、

該取付け構造体内に取付けられるとともに、1 mm 未満の幅を有する第 1 のダイヤモンドチップと、1 mm 未満の幅を有する前記第 2 のダイヤモンドチップを形成する工具シャンクと、

を備え、

前記第 1 及び第 2 のダイヤモンドチップが、前記切削工具組立体の切削方向に整列されている切削工具組立体。

【請求項 20】

前記第 1 のダイヤモンドチップは、ワークピース中に深さ D1 の溝を作製し、前記第 2 のダイヤモンドが、深さ D2 の溝内にサブ機構を作製する請求項 19 に記載の切削工具組立体。

40

【請求項 21】

前記第 1 のダイヤモンドチップ及び前記第 2 のダイヤモンドチップの少なくとも 1 つが、100 マイクロメートル未満の幅を有する請求項 19 に記載の切削工具組立体。

【請求項 22】

前記第 1 及び第 2 のダイヤモンドチップが、10 マイクロメートル未満の許容誤差内で整列されている請求項 19 に記載の切削工具組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、微細複製構造を作製する際に用いる微細複製工具のダイヤモンド加工に関するものである。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

微細複製工具などの多様なワークピースを作製するには、ダイヤモンド加工技術を用いることができる。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、キャストイ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、自己嚙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 1 0 0 0 マイクロメートル未満の寸法の微細複製機構を備える任意の成形又は押出し部品が搭載され得る。

10

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 3 】

微細複製工具としては、キャストイングベルト、キャストイングローラ、射出成形金型、押出又はエンボス加工具等が挙げられる。微細複製工具は、切削工具組立体を用いて微細複製工具に溝又はその他の機構を切削するダイヤモンド加工プロセスによって作製することができる。切削工具組立体を用いて微細複製工具を作製する方法は、コストが高く多大な時間を要する。

## 【 課題を解決するための手段 】

20

## 【 0 0 0 4 】

広くは、本発明は、切削方向に沿って配列されている多数のダイヤモンドを備えている切削工具組立体に関するものである。切削方向に沿って配列されている複数のダイヤモンドを備えている切削工具組立体は、微細複製工具又はその他のワークピースを作製する際に使用することができる。特に、切削工具組立体の複数のダイヤモンドを用いて、組立体の一回の切削動作の間に、微細複製工具内の複数の切削部、複数の機構を備えている溝、又はその他の機構を介して深溝を作製することができる。一回の切削動作で、複数の機構を備えている溝を形成することができる機能があるため、複数のダイヤモンドを備えている切削工具組立体は、製造時間を短縮し、及び / 又は、より複雑なパターンを作成することができる。

30

## 【 0 0 0 5 】

切削工具組立体には、取付け構造体内に取付けられている複数の工具シャンクを搭載してよい。各工具シャンクは、ダイヤモンドチップを切削工具組立体の切削チップとして有することができる。工具シャンクのダイヤモンド切削チップは、微細複製工具内に作製される溝のサブ機構に対応するように、正確に形成させてよい。さらに、工具シャンクは、それぞれの深さ又は機構を微細複製工具に切削できるように、取付け構造体の中に正確に配列させるとともに、異なる高さに位置決めしてよい。したがって、切削工具組立体のさまざまなダイヤモンドチップは、微細複製工具内に作製される異なる溝のサブ機構に対応させてよい。

## 【 0 0 0 6 】

40

1 つの実施形態では、本開示は、取付け構造体、前記取付け構造体内に取付けられている第 1 の工具シャンク、第 1 の工具シャンクを形成している、1 mm 未満の幅を有する第 1 のダイヤモンドチップ、及び、取付け構造体内に取付けられている第 2 の工具シャンク、前記第 2 の工具シャンクを形成する、1 mm 未満の幅を有する第 2 のダイヤモンドチップを備えている切削工具組立体であって、第 1 及び第 2 のダイヤモンドチップが 10 マイクロメートル未満の許容誤差内で切削工具組立体の切削方向に整列するように、第 1 及び第 2 の工具シャンクが取付け構造体内に位置決めされている切削工具組立体を提供する。

## 【 0 0 0 7 】

別の実施形態では、本開示は、取付け構造体内に、1 mm 未満の幅を有する第 1 のダイヤモンドチップを形成する第 1 の工具シャンクを取付け構造体内に取付けるステップと、

50

前記取付け構造体内に、1mm未満の幅を有する第2のダイヤモンドチップを有する第2の工具シャンクを取付けるステップと、前記第1及び第2のダイヤモンドチップが、10マイクロメートル未満の許容誤差内で前記第1及び第2のダイヤモンドチップの切削方向に整列されるように、前記第1及び第2の工具シャンクを前記取付け構造体内で位置合わせするステップと、を含む方法を提供する。

#### 【0008】

代替的な実施形態では、本開示は、取付け構造体と取付け構造体内に取付けられている工具シャンクとを備えている切削工具組立体であって、前記ツールシャンクが、1mm未満の幅を有する第1のダイヤモンドチップと1mm未満の幅を有する第2のダイヤモンドチップを形成し、第1及び第2のダイヤモンドチップが切削工具組立体の切削方向に整列している切削工具組立体を提供する。

10

#### 【0009】

同一の組立体中で整列しているダイヤモンド切削チップを複数使用することによって、微細複製工具の作製を改善又は単純化することができる。具体的に言うと、微細複製工具に深溝を切削する際に必要な、ダイヤモンドの切削工具組立体の切削動作数を減少可能で、それによって工作コストを削減することができる。例えば、切削工具組立体に2つのダイヤモンドが含まれている場合、第1のダイヤモンドが溝を作製し、第2のダイヤモンドがその溝を深くすることができる。微細複製工具内に深溝を切削するのに必要な動作回数を半分に削減することができる。

#### 【0010】

20

さらに、一部の実施形態では、異なるダイヤモンドチップが異なるサブ機構を有して、微細複製工具の複雑な溝を作製させることがある。このケースでは、溝の物理的に別個の機構を2つ以上作製するために、異なる切削工具組立体を使用することが回避され、代わりに、単一の組立体を用いて、微細複製工具中の溝の物理的に別個のサブ機構を2つ以上作製することができる。このような技術は微細複製工具の品質を向上させ、微細複製工具の作製に関わる時間とコストを削減させ、言い換えれば、微細複製構造体の最終的な作製に関わるコストを効果的に削減させることができる。1マイクロメートル未満の許容誤差で各ダイヤモンドチップを整列させることで、整列させたダイヤモンド切削チップによって、目だたばらつきなしに、複数の機構を備えている溝を作製させるのが可能になる。

#### 【0011】

30

上記及びその他の実施形態の更なる詳細は、添付の図面及び以下の説明に記載されている。他の特徴、目的及び利点は明細書及び図面により、並びに、請求の範囲により明らかになるであろう。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

図1は、取付け構造体20に取付けられている2つの工具シャンク12と16とを備えている切削工具組立体10の平面図である。切削工具組立体10はフライカットを行うように構成されており、フライカットの際には、組立体10は軸24を中心に回転する。例えば、組立体10は、組立体10を回転させる工作機械(図示なし)のモーターによって駆動可能なドライブシャフト22に取付け可能にしてよい。取付け構造体20には、ダイヤモンドチップ14を備えている工具シャンク12、及びダイヤモンドチップ18を備えている工具シャンク16を保持する構造が備わっている。シャンク12と16とは、金属物質又は複合物質から形成させてよく、ダイヤモンドは、実質的に永続的な固定メカニズムによってシャンク12に固定することができる。加えて、取付け構造体20には、ドライブシャフト22に取付け可能な機構を搭載してよい。

40

#### 【0013】

ダイヤモンドを工具シャフト12及び16に固定し、それによってダイヤモンドチップ14と18とを形成させるために、実質的に永続的な固定メカニズムは、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤等を使用することができる。続いて、ダイヤモンドチップ14と18とを備えている工具シャンク12と16とを1つ以上のボルト、クランプ又は止

50

めねじのような一時的な固定メカニズムを介して取付け構造体 20 に取付ける。あるいは、取付け構造体 20 内の工具シャンク 12 と 16 とを固定する際には、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤、又は、その他の永続的な固定メカニズムを用いてもよい。いかなる場合も、位置決め制御及び位置決めフィードバックを備えている工作用顕微鏡を用いることによって、ダイヤモンドチップ 14 と 18 とが、微細複製工具を効率的に製造するために必要な精度で他方に対して関連した高さに位置決めされるように、工具シャンク 12 と 16 とを取付け構造体 20 内に確実に位置決めするようにできる。一部のケースでは、整列させたチップ 14 と 18 とは、同じ高さに位置決めしてよい。チップ 14 と 18 との形状が異なるために、第 2 のチップ 18 はチップ 14 とは異なる機構を作製することがある。

10

#### 【0014】

取付け構造体 20 には、ダイヤモンド工作機械に挿入される工具組立体 10 を切削できるようにする形状を持たせてよい。さらに、ダイヤモンド工作機械は、ドライブシャフト 22 を介して軸を中心に切削工具組立体が回転するフライカットを行うように設計されているダイヤモンド回転機械であってよい。

#### 【0015】

工具シャンク 12 と 16 との各ダイヤモンドチップ 14 と 18 とはそれぞれ、作製させる微細複製工具などのワークピース内の溝の深さ又は溝の別個の機構の作製を定める別の切削メカニズムを定める。溝は、ワークピース上の同じ直線に位置決めされているチップ 14 と 18 とによって作製される機構のいずれかの組み合わせを示す。例えば、第 1 のダイヤモンドチップ 14 は溝を作製させ、続いて、ダイヤモンドチップ 18 が溝を深くするか、又は溝のサブ機構を作製させてもよい。ダイヤモンドチップ 18 の高さが高くなることで、ワークピースの表面に、より深い切削部又はサブ機構をさらに作製することが可能となる。作製された溝は、本明細書では、複数の機構を備えている溝と呼び、溝には 1 つ以上の機構を搭載してよい。1 つ以上のチップによって達成される深さを有する溝は、深溝という。一部のケースでは、1 つの溝は、より深い切削部とサブ機構の組み合わせにしてよい。別の実施形態では、ダイヤモンドチップ 18 に、ダイヤモンドチップ 14 によって形成される溝の上を覆うサブ機構を作製させてもよい。いずれのケースでも、複数の機構を備えている溝は、ワークピース内の一続きの縁から構成されなくてはならない。ワークピースは、銅、ニッケル、アルミニウム、アクリル樹脂のようなプラスチック、又は、加工可能な任意の物質によって作製してよい。

20

30

#### 【0016】

表 1 に示されている実施形態では、切削工具組立体 10 には、1 つのダイヤモンドチップ 14 を備えている工具シャンク 12 と 1 つのダイヤモンドチップ 16 を備えている工具シャンク 16 という 2 つの工具シャンクが備わっているが、本発明の原理に従って、ダイヤモンドチップを備えている追加の工具シャンクを用いてもよい。加えて、以下に記載する原理は、1 つのダイヤモンドで 1 つを超える切削チップを形成させるダイヤモンドの使用にまで拡大適用してよい。

#### 【0017】

図 1 に示すように、工具シャンク 12 と 16 とは、ダイヤモンドチップ 14 とダイヤモンドチップ 18 とが切削方向に平行な同一平面内で整列するように、取付け構造体 20 内に位置決めされている。この位置決めでは、チップ 14 とチップ 18 とは、ワークピースを通る連続的動作で、同一の溝をもたらす。

40

#### 【0018】

ダイヤモンドチップ 14 と 18 との垂直位置決めは、軸 24 に応じて異なってよい。取付け構造体 20 の表面よりも上にあるダイヤモンドチップ 14 の高さは  $H_1$  と定義し、取付け構造体の表面よりも上にあるダイヤモンドチップ 18 の高さは  $H_2$  と定義する。 $H_1$  と  $H_2$  との差は、ダイヤモンドチップ 14 の深さ  $D_1$  を超えて、ワークピース中をさらに深く切削するダイヤモンドチップ 18 の深さ  $D_2$  を示す。深さ  $D_2$  は、10 マイクロメートル未満であってよい。図 1 の実施形態では、 $H_2$  は  $H_1$  を上回っている。しかしながら

50

、別の実施形態では、H 1 は H 2 と同じにしてよい。H 1 と H 2 が等しい場合、チップ 1 8 には、溝にサブ機構を作製するために、チップ 1 4 とは異なる形状を搭載してよい。あるいは、ダイヤモンドチップ 1 8 は、単にダイヤモンドチップ 1 4 の通り道をたどって、ダイヤモンドチップ 1 4 から出た任意の領域を清浄してもよい。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、プランジ切削又はねじ切り用に構成されているマルチダイヤモンド切削工具組立体の側面図である。プランジ切削では、様々な溝を切削するための別の位置にワークピースが移動する前の間、規定の位置で、動いているワークピースに切削工具組立体 2 6 を突き刺す。ねじ切りは、プランジ切削と同様である。しかしながら、ねじ切りでは、切削工具組立体 2 6 は、長いねじ付き溝を切削するための時間を長くするために、動いているワークピースの中に移動させる。切削工具組立体 2 6 はまた、スクライビング又はルーリングに使用してよく、この場合、切削工具組立体 2 6 はワークピース中に非常にゆっくりと移動させる。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 の組立体 1 0 と同様に、図 2 の切削工具組立体 2 6 には、取付け構造体 3 6 内に固定されている複数の工具シャンク 2 8 と 3 2 とが備わっている。ダイヤモンドを工具シャフト 2 8 と 3 2 とに固定し、それによってダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とを形成させるために、実質的に永続的な固定メカニズムは、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤等を使用することができる。続いて、ダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とを備えている工具シャンク 2 8 と 3 2 とを 1 つ以上のボルト、クランプ又は止めねじのような一時的な固定メカニズムを介して取付け構造体 3 6 に取付ける。あるいは、取付け構造体 3 6 内の工具シャンク 2 8 と 3 2 とを固定する際には、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤、又は他の永続的な固定メカニズムを用いてもよい。

20

【 0 0 2 1 】

位置決めフィードバックを備えている工作用顕微鏡を用いることによって、工具シャンク 2 8 と 3 2 とのダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とが、微細複製工具を効率的に作成するために必要な精度で取付け構造体 3 6 内に位置決めされるようにすることができる。取付け構造体 3 6 には、プランジ切削、ねじ切り、スクライビング又はルーリング用に構成されているダイヤモンド工作機械に切削工具組立体 2 6 を挿入できるようにする形状を持たせてよい。

30

【 0 0 2 2 】

図 1 と同様に、工具シャンク 2 8 と 3 2 との各ダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とはそれぞれ、作製される微細複製工具などのワークピース内の、より深い溝又は別個のサブ機構の作製を定める別の切削メカニズムを有する。溝は、ワークピース上の同じ直線に位置決めされているチップ 3 0 と 3 4 とによって作製される溝及びサブ機構のいずれかの組み合わせを示す。例えば、ダイヤモンドチップ 3 0 が溝を作製し、続いて、ダイヤモンドチップ 3 4 が、溝のサブ機構を作製するか、又は、単にチップ 3 0 の溝を深くする可能性がある。ダイヤモンドチップ 3 4 の高さが高くなることで、さらにワークピースの表面に溝又はサブ機構を作製することが可能となる。サブ機構を備えている溝は、本明細書では、機構を備えている溝と呼び、複数の深さから作製される溝は深溝である。別の実施形態では、ダイヤモンドチップ 3 4 は、ダイヤモンドチップ 3 0 によって形成される溝の上を覆うサブ機構を作製させる可能性がある。いずれのケースでも、複数の機構を備えている溝又は深溝は、溝の側面輪郭を作製させるワークピース内の一続きの縁から構成されなければならない。

40

【 0 0 2 3 】

表 2 に示されている実施形態では、切削工具組立体 2 6 には、1 つのダイヤモンドチップ 3 0 を備えている工具シャンク 2 8 と 1 つのダイヤモンドチップ 3 4 を備えている工具シャンク 3 2 という 2 つの工具シャンクが備わっているが、本発明の原理に従って、ダイヤモンドチップを備えている追加の工具シャンクを用いてもよい。加えて、以下に記載する原理は、1 つのダイヤモンドで 1 つ以上の切削チップを形成させるダイヤモンドの使用

50

にまで拡大適用してよい。

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、工具シャンク 2 8 と 3 2 とは、ダイヤモンドチップ 3 0 とダイヤモンドチップ 3 4 とが切削方向に平行な同一平面内で整列するように、取付け構造体 3 6 内に位置決めされている。この位置決めでは、チップ 3 0 とチップ 3 4 とは、ワークピースを通る連続的動作で、同一の溝をもたす。ワークピースは、銅、ニッケル、アルミニウム、アクリル樹脂のようなプラスチック、又は、加工可能な任意の物質によって作製してよい。

【 0 0 2 5 】

ダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 との垂直位置決めは、取付け構造体 3 6 の表面に応じて異なってよい。取付け構造体 3 6 の表面よりも上にあるダイヤモンドチップ 3 0 の高さは H 1 と定義し、取付け構造体の表面よりも上にあるダイヤモンドチップ 3 4 の高さは H 2 と定義する。H 1 と H 2 との差は、ダイヤモンドチップ 3 0 によって作製される深さ D 1 を超えて、ワークピース中をさらに深く切削するダイヤモンドチップ 3 4 の深さ D 2 を示す。深さ D 2 は、1 0 マイクロメートル未満であってよい。図 1 の実施形態では、H 2 は H 1 を上回っている。しかしながら、別の実施形態では、H 1 は H 2 と同じにしてよい。H 1 と H 2 が等しい場合、チップ 3 4 には、溝にサブ機構を作製するために、チップ 3 0 とは異なる形状を搭載してよい。あるいは、ダイヤモンドチップ 3 4 は、単にダイヤモンドチップ 3 0 の通り道をたどって、ダイヤモンドチップ 3 0 から出た任意の領域を清浄してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、フライカット用に構成されている切削工具組立体 1 0 のより詳しい上部断面図である。取付け構造体 2 0 には、対応する工具シャンク 1 2 と 1 6 とを受容する領域 3 8 と 4 0 とが備わっている。シャンクを定位置に固定させる前にダイヤモンドチップを適切に位置決めするために工具シャンクが領域内を移動できるように、領域 3 8 と 4 0 とは、対応する工具シャンク 1 2 と 1 6 よりわずかに大きい。一部の実施形態では、工具シャンク 1 2 と 1 6 とを正確に位置決めするために、1 つ以上のスペーサを領域 3 8 と 4 0 内に位置決めしてよい。

【 0 0 2 7 】

取付け構造体 2 0 内に工具シャンク 1 2 と 1 6 とを位置決めするために、工作用顕微鏡を使用することができる。顕微鏡は、工具シャンクを取付け構造体内に適切に位置決めさせるように、ダイヤモンドチップの位置決めを他方に対して識別及び測定する目的で使用する。位置決めフィードバックは、ダイヤモンドチップの位置決めを定量化するために、例えば、デジタル読み出し、アナログ読み出し、グラフィック表示等の形態で提供することができる。フィードバックは、取付け構造体内に、異なる工具シャンクを正確に位置決めする目的で使用する。例えば、ミネソタ州エディナのフライヤー社 (Fryer Company) から市販されているニコンツールメーカーマイクロスコープ (Nikon Tool Maker's Microscope) には、工具シャンクのダイヤモンド切削チップの互いの距離をマイクロ測定するための制御ダイヤルが備わっている。さらに、ダイヤモンドチップ 1 4 と 1 8 とを、微細複製工具を効果的に作製するのに必要な精度内で適切な高さに整列及び位置決めさせるように、位置決めフィードバックは、ニューハンプシャー州マンチェスターのメトロニクス社 (Metronics Inc.) から市販されているクアドラチェック (Quadra Chex) 2 0 0 0 というデジタル読み出し装置によって提供及び定量化することができる。ニコンツールメーカーマイクロスコープ (Nikon Tool Maker's Microscope) 及びクアドラチェック (Quadra Chex) 2 0 0 0 デジタル読み出し装置を使用することで、工具シャンクに付随するダイヤモンドチップが、約 0 . 5 マイクロメートルの許容誤差内で他方に対して位置決めされるように、取付け構造体内の工具シャンク 1 2 と 1 6 との正確な位置合わせを測定することができる。

【 0 0 2 8 】

特に、1 0 マイクロメートル未満、より好ましくは 1 マイクロメートル未満の許容誤差

10

20

30

40

50



でダイヤモンドチップを位置合わせすることは、光学フィルム、機械的留め具、接着フィルム等を作製する際に用いられる微細複製工具を効果的に作製するために望ましい。このミクロ位置決めは、1つの溝を作製するために、ダイヤモンドチップが他方に対して正確に整列するように横方向及び縦方向の双方で、及びそれぞれのチップにおいて所望の切削高でダイヤモンドチップが正確な溝の深さを作製できるようにする他方に対して縦方向で実現させることができる。横方向及び縦方向の双方における位置決めは、本明細書に記載の許容誤差内で実現させることができる。工具シャンク12と16とは、デジタル読み出しを使用する顕微鏡の下に適切に位置決めしたら、1つ以上のボルト、クランプ、又は止めねじを介して取付け構造体に固定する。あるいは、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤、又は他の固定メカニズムを使用することができる。

10

#### 【0029】

図4は、ブランチ切削又はねじ切り用に構成されている切削工具組立体26のより詳細な側面断面図である。取付け構造体36には、工具シャンク28と32とを受容する領域42が備わっている。シャンクを定位置に固定させる前にダイヤモンドチップを適切に位置決めするために工具シャンクが領域内を移動できるように、領域42は工具シャンク28と32よりわずかに大きい。工具シャンク12と16とを正確に位置決めするために、1つ以上のスペーサ44を領域42に位置決めしてもよい。

#### 【0030】

一部の実施形態では、取付け構造体36には、工具シャンクを受容するための1つを超える領域42を搭載してよい。例えば、各工具シャンクに付随する溝又はサブ機構を切削するために、各工具シャンクに対応する領域に位置決めするか、又は、任意の数の領域に複数の工具シャンクを受容させてよい。

20

#### 【0031】

工具シャンク28と32とを取付け構造体36内に位置決めするために、図3の顕微鏡と同様の工作用顕微鏡を使用することができる。例えば、ミネソタ州エディナのフライヤー社(Fryer Company)から市販されているニコンツールメーカーマイクロスコープ(Nikon Tool Maker's Microscope)には、工具シャンクのダイヤモンド切削チップの互いの距離をミクロ測定するための制御ダイヤルが備わっている。さらに、ダイヤモンドチップ30と34とを、微細複製工具を効果的に作製するのに必要な精度内で適切な高さに整列及び位置決めさせるように、位置決めのフィードバックは、ニューハンプシャー州マンチェスターのメトロニクス社(Metronics Inc.)から市販されているクアドラチェック(Quadra Chex)2000というデジタル読み出し装置によって提供及び定量化することができる。ニコンツールメーカーマイクロスコープ(Nikon Tool Maker's Microscope)及びクアドラチェック(Quadra Chex)2000デジタル読み出し装置を使用することで、工具シャンクに付随するダイヤモンドチップが、約0.5マイクロメートルの許容誤差内で他方に対して位置決めされるように、取付け構造体内の工具シャンク28と32との正確な位置合わせを測定することができる。

30

#### 【0032】

特に、10マイクロメートル未満、より好ましくは1マイクロメートル未満の許容誤差でダイヤモンドチップを位置合わせすることは、光学フィルム、機械的留め具、接着フィルム等を作製する際に用いられる微細複製工具を効果的に作製するために望ましい。このミクロ位置決めは、1つの溝を作製するために、ダイヤモンドチップが他方に対して正確に整列するように横方向及び縦方向の双方で、及びそれぞれのチップにおいて所望の切削高でダイヤモンドチップが正確な溝の深さを作製できるようにする他方に対して縦方向で実現させることができる。横方向及び縦方向の双方における位置決めは、本明細書に記載の許容誤差内で実現させることができる。工具シャンク28と32とは、デジタル読み出しを使用する顕微鏡の下に適切に位置決めしたら、1つ以上のボルト、クランプ、又は止めねじを介して取付け構造体に固定する。あるいは、ろう付け、半田付け、エポキシなどの接着剤、又は他の固定メカニズムを使用することができる。

40

#### 【0033】

50

図 5 は、微細複製工具 4 6 の作製時に溝を切削するマルチダイヤモンドフライ切削工具組立体 1 0 の概念斜視図である。図 5 の例では、対応する微細複製工具 7 2 にはキャスティングロールが備わっているが、切削工具組立体 1 0 を使用して、キャスティングベルト、射出成形、押出成形、エンボス加工工具のような他の微細複製工具、又は他のワークピースを作製することもできる。切削工具組立体 1 0 は、軸 2 4 を中心に切削工具組立体 1 0 を回転させるモーター（図示なし）に取付けられているドライブシャフト 2 2 に固定してよい。切削工具組立体 1 0 はまた、横方向（水平矢印によって図示されている）で微細複製工具 4 6 に対して移動させてよい。同時に、微細複製工具 4 6 は軸 2 4 を中心に回転させてよい。切削工具組立体 1 0 が回転する際、ダイヤモンドチップ 1 4 と 1 8 とは、交互に微細複製工具 4 6 を切削する。したがって、溝は、微細複製工具 4 6 に沿って、切削工具組立体 1 0 の単一の切削動作で形成される。別の実施形態では、微細複製工具 4 6 は平面又は他の非円筒形ワークピースであってよい。加えて、微細複製工具 4 6 は、工具 4 6 のみ又は工具 4 6 及び切削工具組立体 1 0 の双方を移動させることによって作製してよい。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 3 4 】

切削工具組立体は複数の工具シャンク 1 2 と 1 6、つまり複数のダイヤモンドチップ 1 4 と 1 8 とを装備しているため、微細複製工具 4 6 上の溝を切削する際に必要な、切削工具組立体 1 0 の動作数が減る。溝は、深溝又は複数特徴溝であってよい。切削工具組立体 1 0 の一部の実施形態には、2 つ超の工具シャンク及び 2 つのダイヤモンドチップを搭載してよい。マルチプルダイヤモンドチップは、微細複製工具の作製に付随する製造コストを削減するとともに、製造サイクルを高速化する可能性がある。ワークピースの作製には、数日とまではいかなくても場合によっては時間がかかることがある。溝を切削するために、2 つ以上のダイヤモンド切削チップを切削工具組立体 1 0 に組み込むことで、製造サイクルの時間の一部を削減することができる。加えて、ワークピースを作製する際に複数のチップを使用することで、各チップの熱安定性に対する要件が緩和される。チップがワークピースを通過すると、チップは加熱され形状が変化する。これが起きると、後で切削した各チップの寸法が、先に切削したものとは異なるものとなる。複数のチップを備えていると、各チップは、温度が上昇したり、形状が変化したり、異なる寸法の溝を切削したりしないだろう。あるいは、チップの寸法によって形状が変化する時間を与えないように、複数のチップによって十分迅速に切削を行うことが可能になる。

#### 【 0 0 3 5 】

例えば、切削工具組立体に、それぞれがダイヤモンドチップを形成させる 2 つの工具シャンクが備わっている場合（図 5 に示されている）、微細複製工具 4 6 の溝を切削するのに必要な動作回数は、単一の工具シャンクを備えている組立体と比べて、半分まで削減することができる。工具シャンクを追加することで、同じように、さらなる利益が加わるだろう。また、複数のチップは 1 つのダイヤモンド又は双方のダイヤモンド上に形成させてよく、これによって、同様に製造上の利点が付加されるだろう。微細複製工具 4 6 の作製に付随するコストの削減は、同様に、微細複製構造の最終的作製に付随するコストを効果的に削減させるだろう。

#### 【 0 0 3 6 】

図 6 は、微細複製工具の作製時に、複数の機構を備えている溝を切削するマルチダイヤモンドブランジ切削又はねじ切り工具組立体 2 6 の概念斜視図である。図示するために、ダイヤモンドチップ 3 0 は微細複製工具 4 8 と接触しない状態で示してある。動作時は、ダイヤモンドチップ 3 0 とダイヤモンドチップ 3 4 とは、記載されているように、微細複製工具 4 8 と接触する。図 6 に示すように、切削工具組立体 2 6 は、微細複製工具 4 8 に対して切削工具組立体 2 6 を位置決めするダイヤモンド工作機械 5 0 に固定してよく、切削工具組立体 2 6 を、例えば、微細複製工具 4 8 に対して横方向（水平矢印で示されている）に移動させる。同時に、微細複製工具 4 8 は軸を中心に回転させてよい。ダイヤモンド工作機械 5 0 は、微細複製工具 4 8 に溝を切削するために、ブランジ切削又はねじ切りを介して、切削工具組立体 2 6 を、回転する微細複製工具 4 8 の中通すように構成させ

てよい。あるいは、ダイヤモンド工作機械 50 は、スクライビング又はルーリング用に構成させてよく、この場合、切削工具組立体 26 はワークピース中に非常にゆっくり移動させる。いずれのケースでも、深溝又は複数の機構を備えている溝を切削し、ワークピース上に突出部を形成させることができる。別の実施形態では、微細複製工具 48 は平面又は他の非円筒形ワークピースであってよい。加えて、微細複製工具 48 は、工具 48 のみ又は工具 48 及び切削工具組立体 26 の双方を移動させることによって作製してよい。

#### 【0037】

溝及び突出部は、例えば押出成形プロセス中に微細複製工具 32 を用いて作製した微細複製構造の最終形状を形成してよい。あるいは、形成された溝及び突出部は、微細複製工具以外のワークピース内の材料の移動によって他の機構を形成させてもよい。加えて、切削工具組立体 26 と切削工具組立体を受容する工作機械 50 の間に高速工具サーボの使用を採用することができる。例えば、高速工具サーボは、微細複製工具 48 内に特定のミクロ構造を作製するために切削工具組立体 26 を振動させることができる。

#### 【0038】

図 6 に示すように、切削工具組立体は複数の工具シャンク 28 と 32、つまり複数のダイヤモンドチップ 30 と 34 とを装備しているため、微細複製工具 48 内の深溝又は複数の機構を備えている溝を切削するために必要な、切削工具組立体 26 の動作数が減少する。切削工具組立体 26 の一部の実施形態には、2 つ超の工具シャンク及び 2 つのダイヤモンドチップを搭載してよい。マルチプルダイヤモンドチップは、微細複製工具の作製に付随する製造コストを削減するとともに、製造サイクルを高速化するだろう。ワークピースの製作には、場合によっては数日とまではいかなくても時間がかかることがある。溝を切削するために、2 つ以上のダイヤモンド切削チップを切削工具組立体 26 に組み込むことで、製造サイクルの時間の一部を削減することができる。加えて、ワークピースを作製する際に複数のチップを使用することで、各チップの熱安定性に対する要件が緩和される。チップがワークピースを通過すると、チップは加熱され形状が変化する。これが起きると、後で切削した各チップの寸法が、先に切削したものとは異なるものとなる。複数のチップを備えていると、各チップは、温度が上昇したり、形状が変化したり、異なる寸法の溝を切削したりしないだろう。あるいは、複数のチップのおかげで、チップの寸法によって形状が変化する時間を与えないように、十分迅速に切削を行うことが可能になる。

#### 【0039】

例えば、切削工具組立体に、それぞれがダイヤモンドチップを形成させる 2 つの工具シャンクが備わっている場合（図 6 に示されている）、微細複製工具 48 の溝を切削するのに必要な動作回数は、単一の工具シャンクを備えている組立体と比べて、半分まで削減することができる。工具シャンクを追加することで、同じように、さらなる利点が加わるだろう。また、複数のチップは 1 つのダイヤモンド又は双方のダイヤモンド上に形成させてよく、これにより、同様に製造上の利点が加わるだろう（図 8 A 及び 8 B を参照のこと）。微細複製工具 48 の作製に付随するコストの削減は、同様に、微細複製構造の最終的作製に付随するコストを効果的に削減させるだろう。

#### 【0040】

図 7 は、マルチダイヤモンドブランチ切削又はねじ切り工具組立体の別の側面図である。工具シャンク 28 と 32、ダイヤモンドチップ 30 と 34 とに関して記載されている寸法は、工具シャンク 12 と 16、ダイヤモンドチップ 14 と 18 に関する組立体 10 の説明の範囲内で切削工具組立体 10 に使用してよい。図 7 の例では、工具シャンク 28 と 32 のダイヤモンドチップ 30 と 34 とには、さまざまな寸法を持たせてもよい。チップの寸法は、図 7 に示すように、切削高（H）、切削幅（W）、及び高差（D）などの 1 つ以上の変数によって定めてよい。切削高（H）は、ダイヤモンドがワークピースを切削できる最大深さを定義し、切削深さとも呼んでもよい。切削幅（W）は、平均切削幅として定義するか、又は、図 7 に示されているように、チップの最大切削幅として定義してよい。変数（D）は、ダイヤモンドチップ 34 によって切削される次の機構の深さを表す。切削チップの寸法を定める際に用いることができる他の数量はアスペクト比と呼ばれている。

アスペクト比は幅（W）対高さ（H）の比である。集束イオンビームミリングプロセスによって作製したダイヤモンドチップは、さまざまな高さ、幅、ピッチ、及びアスペクト比を実現させることができる。

#### 【0041】

例えば高さ（H）及び／又は幅（W）は、約1000マイクロメートル未満、約500マイクロメートル未満、約200マイクロメートル未満、約100マイクロメートル未満、約50マイクロメートル未満、10マイクロメートル未満、約1.0マイクロメートル未満、又は約0.1マイクロメートル未満に形成することが可能である。加えて、変数（D）は、約1000マイクロメートル未満、約500マイクロメートル未満、約200マイクロメートル未満、約100マイクロメートル未満、約50マイクロメートル未満、10マイクロメートル未満、約5未満、約1.0マイクロメートル未満と定義して良く、又は、0.5マイクロメートルの許容誤差に近づけてよい。一部のケースでは、距離（D）はダイヤモンドチップの高さ（H）より小さくしてよい。

#### 【0042】

アスペクト比は、約1：5超、約1：2超、約1：1超、約2：1超、又は約5：1超になるように定めてよい。アスペクト比の増大又は減少も、集束イオンビームミリングを使用して実現させてよい。これらの異なる形状及び大きさは様々な用途にとって有利である。

#### 【0043】

集束イオンビームミリングは、ガリウムイオンなどのイオンをダイヤモンドの方に加速させてダイヤモンドの原子を粉砕除去する（アブレーションという場合もある）プロセスを指す。ガリウムイオンの加速により、ダイヤモンドから原子が原子ごとに除去されるだろう。水蒸気を用いる蒸気強化技術を用いて、集束イオンビームミリングプロセスを向上させてもよい。1つの好適な集束イオンビームミリング機は、オレゴン州、ポートランドのF E I イン社（FEI Inc.）から入手可能なミクリオン（Micrion）モデル9500である。一般的に、集束イオンビームミリングは、作製させる深さ又は機構に対応する正確なチップ状ダイヤモンドを作製する目的で行うことができる。イオンビームミリングしたダイヤモンドを1つ以上作製するのに利用し得る集束イオンビームミリングサービスの1つの代表的な供給会社は、ノースカロライナ州、ローリーのマテリアルズ・アナリティカル・サービス（Materials Analytical Services）である。

#### 【0044】

集束イオンビームミリングは一般に非常に高価である。したがって、マルチチップダイヤモンドの作製に付随するコストを削減するために、集束イオンビームミリングにかける前に、イオンビームミリングするダイヤモンドチップに初期処理を施すことが望ましい。例えばラッピング又はグラインディングなどの安価な技術を用いてダイヤモンドチップを除去してよい。集束イオンビームミリングプロセスは、上に列記した寸法又は特徴のうちの1つ以上を実現させるようにする。さらに、集束イオンビームミリングの前にダイヤモンドに初期処理を施すことにより、イオンビームミリングした最終的なダイヤモンドチップを作製するのに必要な集束イオンビームミリング時間の量を削減することができる。ラッピングは遊離砥粒を用いてダイヤモンドから材料を除去するプロセスを指し、一方グライ

#### 【0045】

図8A及び8Bは、マルチチップの単一ダイヤモンド切削工具組立体の代替的な実施形態である。図8Aの例では、切削工具組立体52は切削工具組立体26と実質的に同じである。しかしながら、切削工具組立体では、2つの工具シャンクと2つの単一チップダイヤモンドとの代わりに、マルチチップダイヤモンド56と工具シャンク54とを使用する。工具シャンク54は、本明細書に記載の技術を用いて取付け構造体60に取り付けられている。切削工具組立体52は、矢印の方向に移動することで、ワークピース内に、複数の機構を備えている溝を作製する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

マルチチップダイヤモンド 5 6 には、2つの機構を作製する目的で、平坦な第 1 のチップとそれより高い第 2 のチップとが備わっている。第 1 のチップと第 2 のチップとの間に空隙はない。ダイヤモンド 5 6 は、2つの個別のダイヤモンドチップに関して本明細書に記載されているように、異なる形状及び寸法で形成してよい。

## 【 0 0 4 7 】

代替的なマルチチップダイヤモンドが図 8 B に示されている。切削工具組立体 6 2 には、取付け構造体 7 0 と工具シャンク 6 4 とマルチチップダイヤモンド 6 6 とが備わっている。ダイヤモンド 6 6 には、第 1 の低チップと第 2 の高チップとが備わっており、その中間には空隙がある。中間の空隙は、ダイヤモンドの熱を減少させ、又は、材料が第 1 の低チップを清浄できるようにするのに有益である。ダイヤモンド 6 6 の他の形状は、本発明の範囲内にある。

## 【 0 0 4 8 】

マルチチップダイヤモンド 5 6 (図 8 A) 又は 6 6 (図 8 B) のようなマルチチップダイヤモンドは、深溝又は複数の機構を備えている溝の作製に有益である。工具シャンクの削減は、複数のダイヤモンドチップを保持するために必要であり、これによって微細複製工具の作製における時間、コスト、及び位置決めの誤りがなくなるだろう。加えて、チップは、組立体の組み立ての際に人的ミスの影響を受けることなく、非常に低い許容誤差で整列することができる。特定の微細複製構造で必要な、複数の機構を備えている正確な溝では、マルチチップダイヤモンドは、整列している個別のダイヤモンドチップ上にあることが望ましい場合もある。

## 【 0 0 4 9 】

マルチチップダイヤモンド 5 6 と 6 6 との製造は、本明細書に記載の技術によって実現させてよい。この技術としては、集束イオンビームミリング、ラッピング又はグライデイングが挙げられるが、これらに限らない。別の実施形態では、複数の個別のダイヤモンドに関して記載されているように、溝を作製する際に、2つ超のチップ、わずかにずれたチップ、及び不規則な形状のチップ備えているマルチチップダイヤモンドを用いてよい。

## 【 0 0 5 0 】

図 9 A 及び 9 B は、ワークピースに溝を切削している、2つの異なるマルチダイヤモンド切削工具組立体、及び、前記ワークピース内に形成させることができる、得られた溝を示している様々な断面側面図である。図 9 A は、微細複製工具 7 2 に深溝 7 1 を切削するためのダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とを使用する切削工具組立体 2 6 を示している。ダイヤモンドチップ 3 0 と 3 4 とは、微細複製工具を矢印の方向に移動させ、溝 7 1 は最終深さ D に形成される。深さ D は、微細複製工具 7 2 から除去される材料の累積深さである。溝 7 1 はまた、複数の機構を備えている溝であってよい。

## 【 0 0 5 1 】

切削工具組立体 1 0 をフライカットプロセスで使用する場合、同様の溝を作製してよい。組立体 1 0 がワークピースに接触しながら回転する際、ダイヤモンドチップ 1 4 はダイヤモンドチップ 3 0 と同様の機能を果たし、ダイヤモンドチップ 1 8 はダイヤモンドチップ 3 4 と同様の機能を果たす。図 9 B の溝のように、多くの機構を備えている溝を作製する際に、多くのチップを用いてよい。

## 【 0 0 5 2 】

図 9 B は、微細複製工具 9 2 の深溝 9 1 を作製するプロセスを示している。切削工具組立体 7 3 には、整列しているダイヤモンドチップ 7 6 を備えている工具シャンク 7 4、整列しているダイヤモンドチップ 8 0 を備えている工具シャンク 7 8、整列しているダイヤモンドチップ 8 4 工具シャンク 8 2 及び整列しているダイヤモンドチップ 8 8 を備えている工具シャンク 8 6 がある。各工具シャンク 7 4、7 8、8 2 及び 8 6 は、組立体 1 0 又は 2 6 と同様の取付け構造体 9 0 に取付けられている。組立体 7 3 は、切削中、矢印の方向に移動する。切削工具組立体 7 3 は、最終深さが D である 4 つの機構を備えている溝 9 1 を作製させる。一定程度に整列しているダイヤモンドチップを用いて、微細複製工具 9

10

20

30

40

50

2 に一定程度の機構を製造してよい。別の実施形態では、組立体 7 3 で、異なる形状のダイヤモンドチップが使用するか、又は 1 つ以上のマルチチップダイヤモンドを使用してよい。溝 9 1 は、複数の機構を備えている溝であってよい。

【0053】

図 10 は、ワークピースに溝を切削しているマルチダイヤモンド切削工具組立体、及びワークピースに形成される溝及び突出部を示す断面平面図である。図 10 は、フライカット、プランジ切削又はねじ切りなどの任意の技術によって作製した、複数の機構を備えている溝の典型としてよい。図 10 の視点は、微細複製工具 9 6 に対する切削工具組立体 9 4 の切削方向に直交する代表図を示している。

【0054】

切削工具組立体 9 4 が微細複製工具 9 6 を通過すると、深溝 9 8 が組立体の 1 つの経路に形成される。溝 9 8 は、溝 9 8 の各深さの尺度を表示しないが、第 1 のダイヤモンドチップが微細複製工具 9 6 を切削した後の溝の形状を点線で示す。

【0055】

一部の実施形態では、組立体 9 4 のチップは同じ形状ではない。例えば、第 2 のチップは溝 9 8 の片側のみを変化させるサブ機構を切削してよい。この場合、溝 9 8 の片側はすでに第 1 のチップから形成されているだろうが、溝 9 8 のもう一方の側は第 2 のチップに付随するサブ機構に合うように変化するであろう。点線の少なくともある部分は、1 つの溝 9 8 の縁部を構成するであろう。図 11 に示すように、より多くの機構を作製させてもよい。

【0056】

図 11 は、マルチダイヤモンド切削工具組立体によってワークピースに形成されている溝 102 と 104、及び突出部を示す断面平面図である。複数特徴溝 102 と 104 の双方は、微細複製工具 100 に切削されている。溝 102 は、点線で描かれているチップに対応する各深さを示している。点線は、当該切削工具組立体の 1 回の動作で、4 つのダイヤモンドチップが作製させた溝 102 を示している。溝 104 はまた、溝 102 と同様に作製されており、溝の各機構を示すために、点線を用いずに最終溝を示している。程度に差はあるが、ダイヤモンドチップは、溝を作製する際に用いるダイヤモンドチップに応じて異なる深さ及び形状の溝を作製することができる。

【0057】

図 12 は、工具シャンクに固定してから、切削工具組立体で用いることができるダイヤモンド 106 の斜視図である。ダイヤモンド 106 は、上述したように、ダイヤモンドチップ 14、18、30 又は 34 のいずれかに対応させてよい。図 12 に示すように、ダイヤモンド 106 は、少なくとも 3 つの表面 (S1 ~ S3) によって定められている切削チップ 108 を有してもよい。表面 S1、S2 及び S3 はグラインディング又はラッピング技術により作製してよく、集束イオンビームミリング技術によって行ってもよい。

【0058】

図 13 ~ 20 は、本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の平面図である。図 13、15、17 及び 19 は、プランジ切削、ねじ切り、スクライピング又はルーリング用に構成されている組立体を示している一方、図 14、16、18 及び 20 はフライカット用に構成されている組立体を示している。図 13 ~ 20 の実施形態によって評価されているように、当該工具シャンクのダイヤモンドのチップは、幅広い形状及び寸法のうちのいずれかを備えるように形成させてよい。

【0059】

例えば、図 13 及び 14 に示されているように、工具シャンク 110、114、120 及び 124 のダイヤモンドチップ 112、116、122 及び 126 は、実質的に矩形状を形成させてよい。チップ 112 と 122 とは D1 の深さまで溝を切削し、チップ 116 と 126 とはそれぞれ、続けて D2 の深さまで溝を深める。図 15 及び 16 に示すように、工具シャンク 150、154、160 及び 164 のダイヤモンドチップ 152、156、162 及び 166 は、複雑な溝又は複数の機構を備えている溝を作製するために異

10

20

30

40

50

なるチップ形状を形成させている。チップ 152 と 162 とは深さ D1 の正方形溝を作製し、チップ 156 と 166 とは続いて深さ D2 の溝に逆円錐形状のサブ機構を作製する。上述のように、サブ機構の深さ D2 は、深さ D1 と等しいか D1 未満にしてよい。他の形状によって、複数の機構を備えている溝を作製してもよい。例えば、チップ 156 と 166 とでは、最初の正方形溝の 1 つの側面にサブ機構を作製するために、1 つの側面に鈍角を持たせてよい。

#### 【0060】

図 17 及び 18 に示すように、工具シャンク 170 と 174 (図 17)、及び 180 と 184 (図 18) の異なるダイヤモンドチップ 172、176、182 及び 186 は、異なる形状及び寸法を形成させてよい。換言すれば、第 1 の工具シャンク 170 と 180 とによって形成される第 1 のダイヤモンドチップ 172 と 182 とのそれぞれの形状は、第 2 の工具シャンク 174 と 184 とによって形成される第 2 のダイヤモンドチップ 176 と 186 とのそれぞれと実質的に異なってよい。このような構成は、光学フィルムの作製において特に有用だろう。このケースでは、微細複製工具で得られる、複数の機構を備えている溝は、光学フィルムで作製される複雑な機構を有する光学特性を形成できる。様々な他の形状を呈する追加のダイヤモンドによって、同様の効果が加わるだろう。例えば、第 1 のダイヤモンドチップは、微細複製工具の所望の溝を仕上げるサブ機構を作製するために、第 2 のダイヤモンドチップが進入できるようにする溝を切削してもよい。チップ 172 と 182 とは、斜めの側壁を備えている溝を切削し、チップ 176 と 186 とは、斜めの側壁の中に段差のサブ機構を切削する。

#### 【0061】

図 19 及び図 20 は、マルチダイヤモンドフライカットローターの概念斜視図である。図 19 の例では、フライカットシステム 190 には、微細複製工具を作製するための機械装置が備わっている。底部 206 は、移動ステージ 198、モーター 192 及びフライカットローター 200 を支持する。工具シャンク 202 には、微細複製工具を切削するためのダイヤモンドチップが備わっている。顕微鏡 194 には、工具シャンク 202 を正確に取付け、ローター 200 に加えられる別の工具シャンクと正確に整列させるための対物レンズが備わっている。ローター 200 は、ローターの中心を通る軸を中心に回転する。

#### 【0062】

ローター 200 及び軸 204 の中心は、ローター 200 に取付けられていれる位置決め球体 (図示なし) によって底部 206 に対して保持されている。位置決め球体は、ローター 200 に取付けられている工具シャンクの切削を操作するために、ユーザーが底部 204 上の軸 204 の位置決めを定められるようにする。顕微鏡を調節せずに、工具シャンクをゆっくりと顕微鏡の視野内に移動させることで、ローター 200 上で精密な回転調節が実現する。ゴニオメーターステージを用いて、各工具シャンクをローター 200 に対して正確な角度位置まで回転させる。加えて、ローター 200 に各工具シャンクを正確に位置決めするために、1 つの X-Y 平面において、2 つの自由度を有する各工具シャンクを移動させるために精密屈曲ステージを実施させてよい。このプロセスは、移動ステージ 198 の移動なしに、各工具シャンク 202 をローターに位置決めできるようにするだろう。

#### 【0063】

位置決めが完了すると、顕微鏡 194 はローター 200 の順路から取り外してよい。一部の実施形態では、工具シャンク 202 はローター 200 に直交するか、又は軸 204 に平行であるように取付けてよい。各工具シャンクは、接着剤、止めねじ、又は他の固定方法でローター 200 に取付けてよい。平面上の各工具シャンクを保持するために、安全ピン (図 20 に示されている) を搭載してもよい。

#### 【0064】

所望の数の工具シャンクをローター 200 に取付けたら、高速で回転するローターのバランスをとるために、さらに粗調整及び微調整釣り合い重りをローターに追加してよい。6 個未満の工具シャンクが必要な際は、工具シャンク 202 の代わりにダミーの重りを搭載してよい。ダミーの重りは、精密なバランス調整も提供するだろう。続いて、微細複製工

10

20

30

40

50

具を作製するために、ローターを適切に位置決めしてよい。工具シャンク 202 には、本明細書に記載の任意のダイヤモンドシャンク又はマルチダイヤモンドチップを搭載してよい。

【0065】

図 20 に示すように、ローター 200 には 6 個の工具シャンクカートリッジ 206 が備わっている。ローター 200 は、切削工具組立体 10 と概念的に同様である。各工具シャンクカートリッジには、工具シャンク 208、ダイヤモンドチップ 210、後側支持体 212、前側支持体 214、及び安全ピン 216 が備わっている。ねじ 218 は、ローター 200 をモーター 192 に取付ける (図 19)。

【0066】

後側支持体 212 と前側支持体 214 とは、ねじによって所定の場所に保持されているが、いかなる固定デバイスであっても適合できる。安全ピン 216 は、作動中にローター 200 の工具シャンク 208 への固定を維持させる目的で、工具シャンク 208 の凹部内にある。後側支持体 212 は、切削中に屈曲する工具シャンク 208 を支持するために、工具シャンク 208 のより大きい領域と接触することが示されている。ダイヤモンドチップ 210 は、ローターの他の全てのダイヤモンドチップと同じに見えるが、各ダイヤモンドの形状は異なっていてよい。加えて、ローター 200 の中心からのダイヤモンドチップの高さは、微細複製工具上の溝に異なる機構を切削する目的で、異なっていてよい。

【0067】

別の実施形態では、図 20 に記載されているように、ローター 200 には、1 つのみのマルチチップダイヤモンド又は 6 個超の整列しているダイヤモンドチップが備わっている。ローター 200 は、微細複製工具を作製するために、必要に応じて、より多くの又はより少ない工具シャンクカートリッジを保持可能である。あるいは、ローター 200 は、工具シャンクを備えている各箇所を埋めることなく使用してよい。この場合、空のカートリッジを用いて、ローター 200 のバランスを取ってよい。奇数又は偶数の工具シャンク数の任意の組み合わせを使用してよい。一部の実施形態では、ある工具シャンクに、1 つのダイヤモンドチップを搭載してよい一方で、同じローター上の他の工具シャンクにマルチチップダイヤモンドを搭載してよい。バランスの取れたローター回転をもたらすために、釣り合い重りねじをローター 200 に追加するか、ローター 200 から取り除くかしてよい。

【0068】

ローター 200 は、様々な材料から構成させてよい。材料は、高剛性及び高疲労抵抗のものにできるようにすべきである。このような材料としては、アルミニウム、鋼、ステンレス鋼、チタン、又はローター 200 が記載するような機能を果たすことが可能であり得る任意の合金が挙げられるが、これらに限らない。代替的な実施形態では、高密度プラスチック又は合成物もローター 200 の構造内に用いてよい。工具シャンク 208、後側支持体 212 及び前側支持体 214 のようなローター 200 で用いられる構成要素も、ローター 200 と同様の材料で構成させてよい。

【0069】

図 21 は、フライカット工具 220 の代替的な実施形態の平面図である。図 1 の切削工具組立体 10 と同様に、図 21 の切削工具組立体 220 には、例えば、工具シャンク 222 と 226 とのそれぞれのダイヤモンドチップ 224 と 228 のようなダイヤモンドチップが少なくとも 2 つ備わっている。工具シャンク 222 と 226 とは、軸 232 に対して平行か、又は取付け表面 230 に対して直交するように取付けられている。加えて、ダイヤモンドチップ 224 と 228 とは、各ダイヤモンドチップが軸 232 の回転と共に同じ放射状経路に続くように放射状に整列している。得られた深溝又は複数の機構を備えている溝は、微細複製工具中で環状であってよい。

【0070】

ダイヤモンドチップ 224 と 228 とは、深溝を作製するために異なる高さで取付けてよく、複数の機構を備えている溝を作製するために異なる形状を持たせてもよい。得られ

10

20

30

40

50



た環状溝は、任意のワークピース内に作製してよい。一部の実施形態では、各工具シャンク 2 2 2 と 2 2 6 とは、深溝又は複数の機構を備えている溝を作製するために、ダイヤモンド内に 2 つ以上のチップを形成させてよい。フライカット工具 2 2 0 には、本明細書に記載されている任意の他の機構を搭載してよい。

【 0 0 7 1 】

多くの実施形態を説明してきた。例えば、整列しているマルチダイヤモンド切削工具組立体をダイヤモンド工作機械に用いることを説明してきた。それにもかかわらず、以下の請求項の範囲から逸脱することなく様々な変更を上述の実施形態に対して行うことが可能である。例えば切削工具組立体は、例えば微細複製工具以外のワークピースのような他の型のワークピースに溝又は他の機構を切削するのに使用してよい。したがって他の実施及び実施形態は、特許請求の範囲内にある。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 2 】

【図 1】フライカット用に構成されているマルチダイヤモンド切削工具組立体の平面図。

【図 2】ブランチ切削又はねじ切り用に構成されているマルチダイヤモンド切削工具組立体の側面図。

【図 3】フライカット用に構成されているマルチダイヤモンド切削工具の 1 つの実施形態のさらに詳細な上部断面図。

【図 4】ブランチ切削又はねじ切り用に構成されているマルチダイヤモンド切削工具の 1 つの実施形態のさらに詳細な側面断面図。

【図 5】微細複製工具の作製時に 1 つの溝を切削するマルチダイヤモンドフライ切削工具組立体の概念斜視図。

【図 6】微細複製工具の作製時に 1 つの溝を切削するマルチダイヤモンドブランチ切削又はねじ切り工具組立体の概念斜視図。

【図 7】マルチダイヤモンドブランチ切削又はねじ切り工具組立体の他の側面図。

【図 8 A】マルチチップの単一ダイヤモンド切削工具組立体の代替的な実施形態である。

【図 8 B】マルチチップの単一ダイヤモンド切削工具組立体の代替的な実施形態である。

【図 9 A】ワークピースに深溝を切削している 2 つの異なるマルチダイヤモンド切削工具組立体、及びそのワークピースに形成することができる得られた溝を示す様々な断面側面図。

【図 9 B】ワークピースに深溝を切削している 2 つの異なるマルチダイヤモンド切削工具組立体、及びそのワークピースに形成することができる得られた溝を示す様々な断面側面図。

【図 1 0】ワークピースに溝を切削しているマルチダイヤモンド切削工具組立体、及びワークピースに形成される得られた溝及び突出部を示す断面平面図。

【図 1 1】マルチダイヤモンド切削工具組立体によってワークピースに形成される得られた溝及び突出部を示す断面平面図。

【図 1 2】マルチダイヤモンド切削工具組立体に使用され得るダイヤモンドの斜視図。

【図 1 3】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

【図 1 4】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

【図 1 5】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

【図 1 6】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

【図 1 7】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

【図 1 8】本発明の様々な実施形態によるマルチダイヤモンド切削工具組立体を示す追加の断面平面図。

10

20

30

40

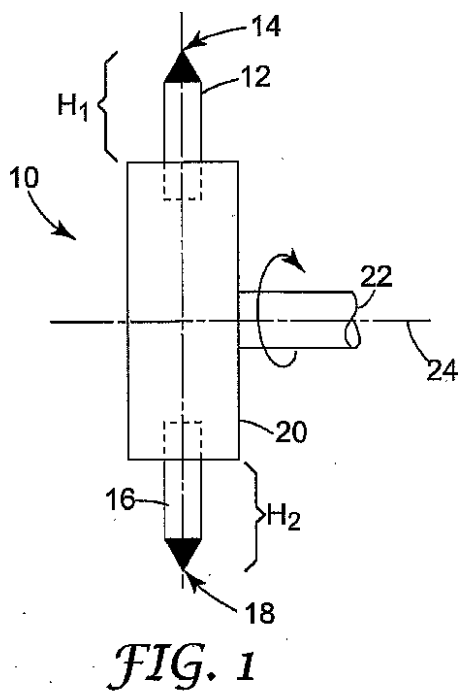
50

【図 19】マルチダイヤモンドフライカットローターの概念斜視図。

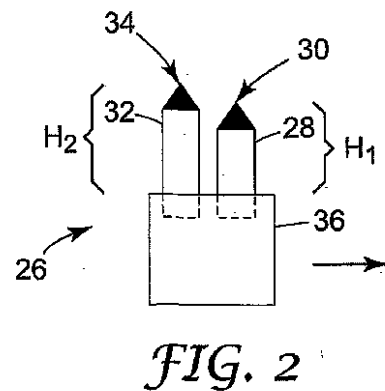
【図 20】マルチダイヤモンドフライカットローターの概念斜視図。

【図 21】回転軸に対して平行に取付けられている工具シャンクを備えているフライカット用に構成されているマルチダイヤモンドカッティング工具組立体の平面図。

【図 1】



【図 2】



【 図 3 】

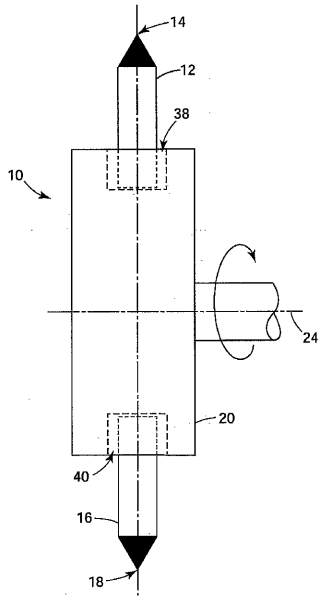


FIG. 3

【 図 4 】

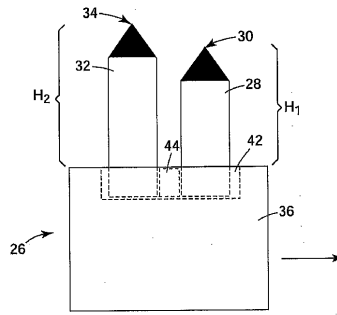


FIG. 4

【 図 5 】

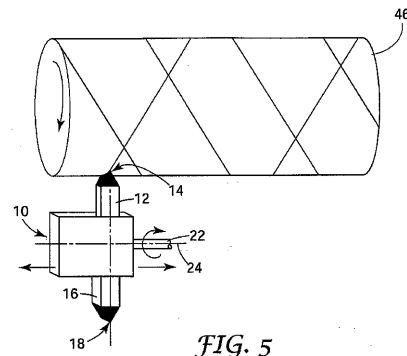


FIG. 5

【 図 6 】

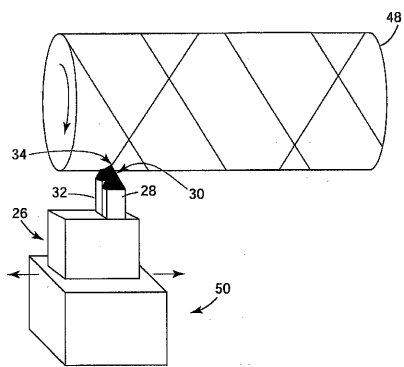


FIG. 6

【 図 7 】

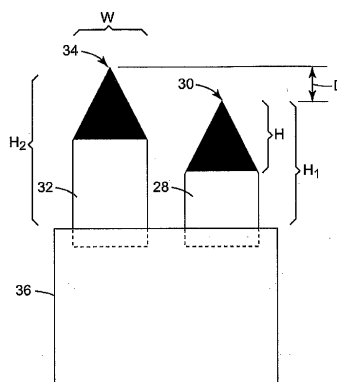


FIG. 7

【図 8 A】

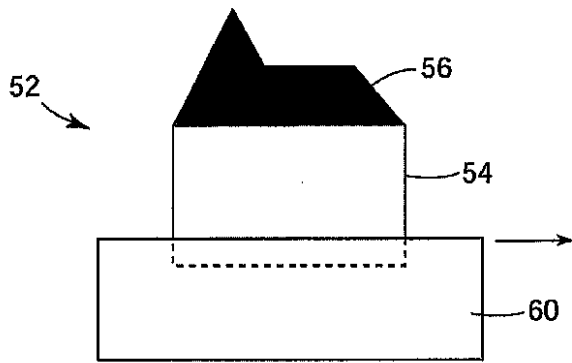


FIG. 8A

【図 8 B】

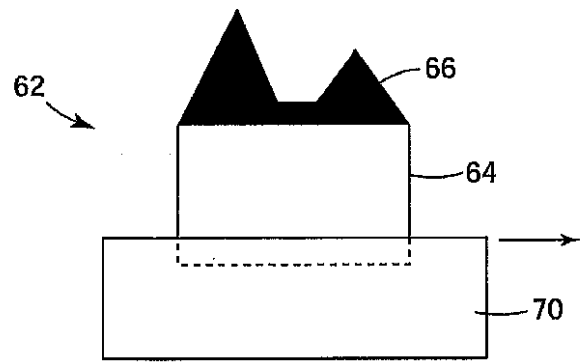


FIG. 8B

【図 9 A】

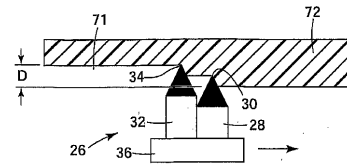


FIG. 9A

【図 9 B】

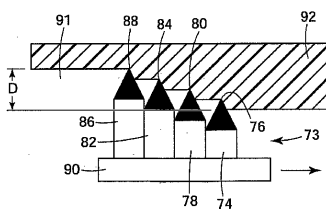


FIG. 9B

【図 1 0】

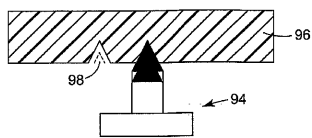


FIG. 10

【図 1 1】

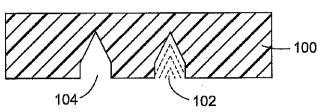


FIG. 11

【図 1 2】

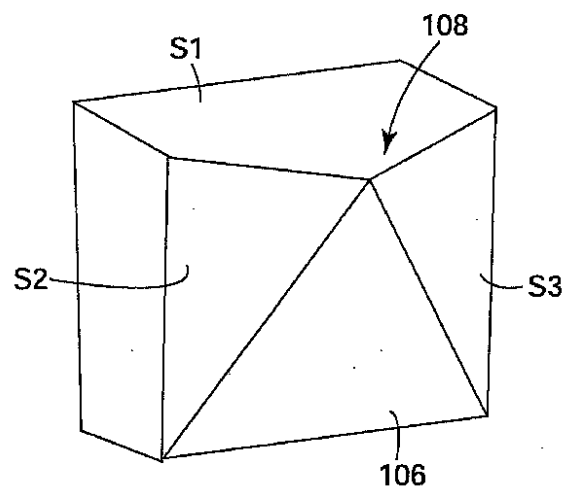


FIG. 12

【図 13】

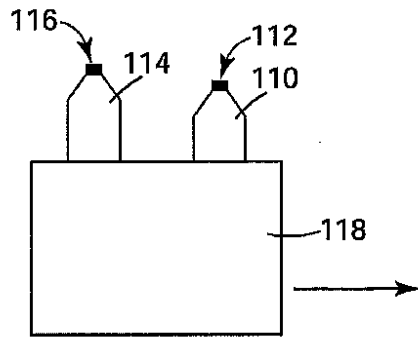


FIG. 13

【図 14】

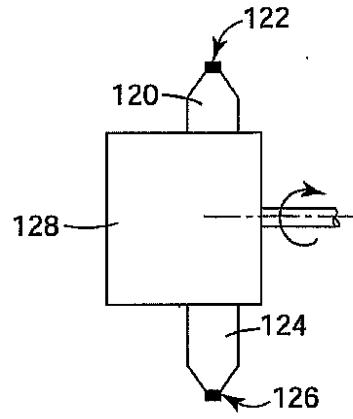


FIG. 14

【図 15】

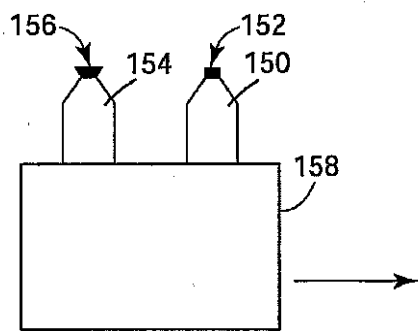


FIG. 15

【図 16】

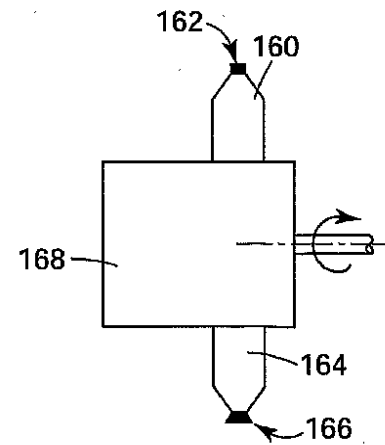


FIG. 16

【図 17】

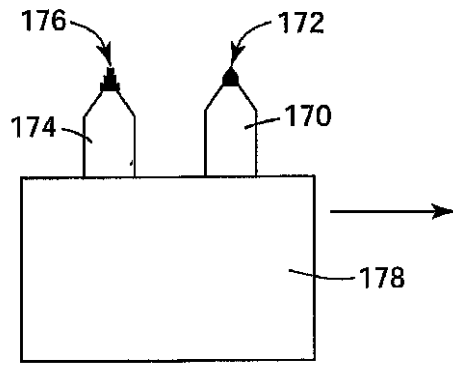


FIG. 17

【図 18】

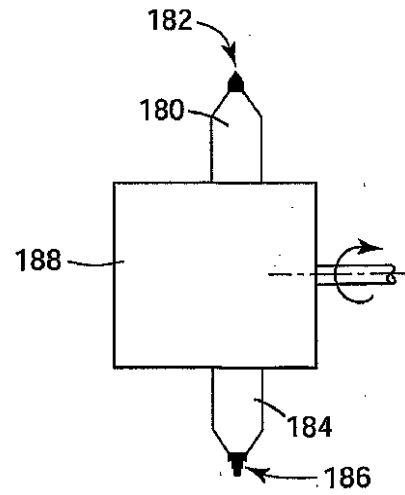


FIG. 18

【図 19】

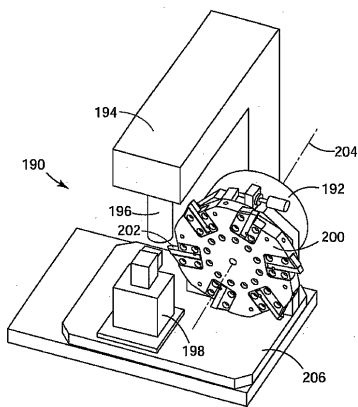


FIG. 19

【図 20】

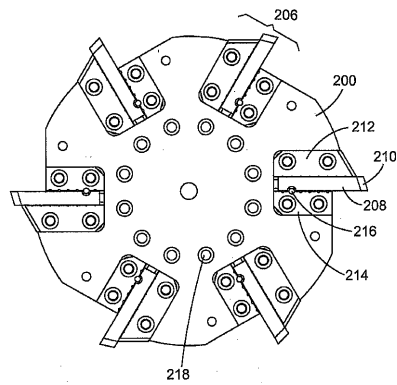
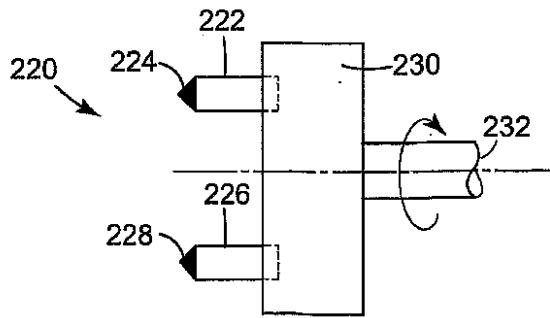




FIG. 20

【 図 2 1 】

*FIG. 21*

## 【 国 際 調 査 報 告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/US2006/040403
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B23B 27/14(2006.01)i, B23B 27/20(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC8 B23B 5/48, 27/00, 27/20; B24B 3/34, 5/00		
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) e-KIPASS (KIPO internal) & keywords : diamond, cutting, tool, tip, shank, edge		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-307210 A (TOYODA VAN MOPPE LTD.) 23 OCTOBER 2002. See abstract (in English), paragraphs 14-18 and figures 1 & 2.	1-22
A	JP 2004-42188 A (CANON INC) 12 FEBRUARY 2004. See abstract (in English), paragraphs 13-22 and figures 1 & 4.	1-22
A	US 6,599,178 A (PETER GLUCHE et al.) 29 JULY 2003. See column 2, line 27 - column 3, line 9 and figures 2 & 3.	1-22
A	US 5,316,416 A (SOO K. KIM) 31 MAY 1994. See column 3, lines 7-62 and figures 2 & 3.	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 26 FEBRUARY 2007 (26.02.2007)		Date of mailing of the international search report <b>26 FEBRUARY 2007 (26.02.2007)</b>
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 KIM, Byung Nam Telephone No. 82-42-481-5423 



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2006/040403

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002-307210 A	23.10.2002	NONE	
JP 2004-42188 A	12.02.2004	NONE	
US 6,599,178 A	29.07.2003	AU 199932512 A1	09.08.1999
		AU 3251299 A1	09.08.1999
		BR 9907277 A	24.10.2000
		CN 1294542 A	09.05.2001
		DE 19859905 A1	09.09.1999
		DE 19859905 C2	23.05.2002
		EP 1087857 A1	04.04.2001
		IL 137360 A0	24.07.2001
		JP 2002500963 T2	15.01.2002
		WO 9937437 A1	29.07.1999
US 5,316,416 A	31.05.1994	US 5,392,759 A	28.02.1995

## 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, 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 トリス, ジェニファー エル.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 デボア, チャールズ エヌ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, 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 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 エネス, デール エル.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

Fターム(参考) 3C046 AA08 HH00 NN06 NN07 PP02