

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5426319号  
(P5426319)

(45) 発行日 平成26年2月26日 (2014. 2. 26)

(24) 登録日 平成25年12月6日 (2013.12.6)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 3 P 15/34 (2006.01)</b>	B 2 3 P 15/34
<b>B 2 3 C 5/10 (2006.01)</b>	B 2 3 C 5/10 B
<b>B 2 4 B 3/34 (2006.01)</b>	B 2 4 B 3/34
<b>B 2 4 B 1/00 (2006.01)</b>	B 2 4 B 1/00 B

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-245407 (P2009-245407)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成21年10月26日 (2009.10.26)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-88264 (P2011-88264A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成23年5月6日 (2011.5.6)	(73) 特許権者	500372717
審査請求日	平成24年10月25日 (2012.10.25)		学校法人福岡工業大学
			福岡県福岡市東区和白東3丁目30番1号
		(74) 代理人	100116713
			弁理士 酒井 正己
		(74) 代理人	100094709
			弁理士 加々美 紀雄
		(72) 発明者	山本 佳津子
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイヤモンド切削工具及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドを切れ刃とする切削工具を製造する方法であって、

ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドの切れ刃の外形をレーザ加工により形状作製した後、前記切れ刃を形成するすくい面及び逃げ面の仕上げ加工を金属バインダを含むダイヤモンド焼結体を研削盤として用いる研削加工により行なう工程を含み、

前記ダイヤモンド焼結体からなる研削盤は、前記仕上げ加工を行う加工機上で回転軸との垂直度と平坦度を出す成形加工をダイヤモンド電鍍工具を電極として用いる放電加工により行った後、更に当該ダイヤモンド電鍍工具を用いて、ダイヤモンドスラリを研削液として用いる湿式研削と乾式研削とを併せて行い面粗さを調節した研削盤である

ことを特徴とする多結晶ダイヤモンド切削工具の加工方法。

【請求項2】

前記のダイヤモンド焼結体からなる研削盤の回転軸に対する垂直度が1 / 1000°以下かつ平坦度が20nm/mm以下であることを特徴とする請求項1に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

【請求項3】

前記研削盤として使用するダイヤモンド焼結体の面粗さ(Rz:最大高さ粗さ)が30nm以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

## 【請求項 4】

前記ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドは、グラファイトを超高圧高温下で焼結助剤や触媒の添加無しに直接的にダイヤモンドに変換された多結晶ダイヤモンド焼結体であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法によって製造したことを特徴とする多結晶ダイヤモンド切削工具。

## 【請求項 6】

刃先のチップングが 50 nm 以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。 10

## 【請求項 7】

前記切れ刃を形成する逃げ面及びすくい面の被削材及び切り子が接触する領域の面粗さ (Rz : 最大高さ粗さ) が 10 nm 未満であることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、切削加工に利用されるダイヤモンド工具に関するものであり、主にアルミニウム合金、銅合金、無電解ニッケルメッキ、複合強化樹脂やガラス、カーボン、MMC、超硬などの硬質脆性材料や難削材料を精密加工するための精密切削工具及びその製造方法に関する。 20

## 【背景技術】

## 【0002】

市販されている切削工具用の多結晶ダイヤモンド工具は、焼結助剤あるいは結合材として 10 vol % 前後の Co、Ni などの鉄系金属や SiC などのセラミックスを含むために高精度な刃先や作用面が得られず精密加工用工具には適用されない。

これを解決する為に近年バインダや焼結助剤を含まないバインダレス多結晶ダイヤモンドが開発され、本用途への適用が検討されている (特許文献 1)。

特許文献 1 では、従来の多結晶ダイヤでは得られない高い刃先精度を持つ工具を作成し、アルミ合金やカーボンの切削に於いて精密切削に適用することができ、単結晶ダイヤバインダよりも高い耐摩耗性が確認された。 30

しかしながら、耐欠損性については当初期待された十分な効果が得られず、超硬合金やセラミックスなどの硬質脆性材料の加工は困難であった (非特許文献 1)。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特願 2009 - 523498 号 (未公開)

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献 1】バインダレス PCD 製マイクロボールエンドミル 精密工学会春季大会 学術講演論文集, 599 ~ 600 頁, 2009 年 40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明は、多結晶ダイヤモンド本来の耐欠損性を十分発揮し、硬質脆性材料や難削材料の精密加工に適用可能な工具及びその作製方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明者らは、ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドであっても刃先のチップング精 50

度を50nm以下に抑制することで、硬質材料であっても切削中に工具刃先に微小欠損を生じることなく精密切削加工を行なうことができることを見出して本発明を完成した。

すなわち、本発明は以下に記載する通りのダイヤモンド切削工具及びその製造方法に係るものである。

【0007】

(1) ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドを切れ刃とする切削工具を製造する方法であって、ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドの切れ刃の外形をレーザ加工により形状作製した後、前記切れ刃を形成するすくい面及び逃げ面の仕上げ加工を金属バインダを含むダイヤモンド焼結体を研削盤として用いる研削加工により行なう工程を含み、前記ダイヤモンド焼結体からなる研削盤は、前記仕上げ加工を行う加工機上で回転軸との垂直度と平坦度を出す成形加工をダイヤモンド電鍍工具を電極として用いる放電加工により行った後、更に当該ダイヤモンド電鍍工具を用いて、ダイヤモンドスラリを研削液として用いる湿式研削と乾式研削とを併せて行い面粗さを調節した研削盤であることを特徴とする多結晶ダイヤモンド切削工具の加工方法。

10

(2) 前記のダイヤモンド焼結体からなる研削盤の回転軸に対する垂直度が $1/1000$ °以下かつ平坦度が $20\text{nm/mm}$ 以下であることを特徴とする(1)に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

(3) 前記研削盤として使用するダイヤモンド焼結体の面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)が $30\text{nm}$ 以下であることを特徴とする(1)又は(2)に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

20

(4) 前記ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドは、グラファイトを超高圧高温下で焼結助剤や触媒の添加無しに直接的にダイヤモンドに変換された多結晶ダイヤモンド焼結体であることを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法。

(5) (1)~(3)のいずれかに記載の方法によって製造したことを特徴とする多結晶ダイヤモンド切削工具。

(6) 刃先のチップングが $50\text{nm}$ 以下であることを特徴とする(5)に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

(7) 前記切れ刃を形成する逃げ面及びすくい面の被削材及び切り子が接触する領域の面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)が $10\text{nm}$ 未満であることを特徴とする(5)又は(6)に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明の多結晶ダイヤモンド切削工具の製造方法によれば、ダイヤモンド単相の多結晶体からなる刃先稜線のチップングを $50\text{nm}$ 以下とすることができ、また面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)を $10\text{nm}$ 以下と非常に小さくすることができる。

また、本発明の多結晶ダイヤモンド切削工具は刃先稜線のチップング及び面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)が非常に小さいため切削抵抗が低く、耐欠損性が高いため、従来の切削工具では加工できなかった硬質材料の切削が可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0009】

【図1】本発明の多結晶ダイヤモンド切削工具の刃先形状の一例を示す図である。

【図2】レーザ光を用いて多結晶ダイヤモンド切削工具の刃先の輪郭加工を行う装置を示す図である。

【図3】レーザ光によるミーリング加工によって工具の第2にげ面及びすくい面を成形する方法を示す図である。

【図4】レーザ光によって工具半径を調節しかつ第1にげ面を成形する方法を示す図である。

【図5】研削盤を用いて多結晶ダイヤモンド切削工具の刃先の仕上げ加工を行う装置を示す図である。

50

【図6】焼結ダイヤモンド製研削盤を成形する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

単結晶ダイヤモンド製の工具刃先の仕上げ研磨は、ダイヤモンド砥粒をオリーブオイルや機械油などでスラリー状にして塗布した鋳鉄製の研磨盤を高速回転させて、ダイヤモンドを押し付けて加工するスカイフ研磨と呼ばれる方法であり、研磨特性は結晶方位に大きく依存する。

【0011】

一般に、工具を加工する場合は、比較的研磨速度が速い結晶面を加工することで刃先が得られるような工具形状を設計して加工することが行われている。

ダイヤモンドは硬質脆性材料であるため、工具とした場合に刃先稜線にチップングが存在すると、微小チップングであっても切削時にチップング部に応力が集中して微小欠損が生じ、欠損や巨視的な摩耗の進行起点となってしまう。ダイヤモンド単相の多結晶ではチップングを起点とした欠損が伝播してしまい、従来の研磨技術では材質本来の高い耐欠損性を生かすことができなかった。

【0012】

また、多結晶ダイヤモンドは、耐摩耗性が高く研磨速度が遅い結晶面方位も多く現れる為、研削抵抗が安定せず微小チップングが発生してしまい、50nm以下の刃先稜線精度を達成することができなかった。特に曲面を有する刃先の研削には、回転砥石面に工具を押し付けながら所望の形状になるように工具を回転させるため、一定荷重での研削が困難で、刃先稜線精度は0.2μm以下程度に留まっていた。

【0013】

上記スカイフ研磨以外に、多結晶ダイヤモンドの研削加工には比較的粒度の高い砥粒を用いた砥石による加工が一般的に行なわれている。しかしながら、硬質材料をボンドに用いた砥石でも工具刃先など高精度の形状加工の場合には加工時間が長くなり、このために砥粒の脱落や加工中の砥石面の変形が起こりやすくなる。これらは研削抵抗の増加を招いてしまう為、刃先稜線に微小チップングを生じてしまう。

【0014】

また刃先加工に際しては、刃先加工時に刃先に導入される欠陥などの機械的ダメージを抑制することが重要である。仕上げの研磨加工に至る前段階となる形状成形加工において、粗粒の砥石で加工するなどして、欠陥などの加工機械的ダメージを残すと、工具刃先に大きな欠損を生じやすくなる。

【0015】

本発明の製造方法におけるように、工具切れ刃の外形をレーザ加工により形状作製した後、前記切れ刃を形成するすくい面及び、逃げ面の仕上げ加工を金属バインダでダイヤモンド砥粒を焼結させて得られるダイヤモンド焼結体を研削盤として用い、研削加工を行なうことで、刃先のチップング精度を向上させることが可能となった。

【0016】

上記研削盤に用いられるダイヤモンド焼結体はダイヤモンド含有量が90%以上と通常の砥石に比べて非常に高く、研削盤とした場合に盤面の変形量が少ない。ダイヤモンド同士が結合し一体化している為、砥粒の脱粒も殆ど生じない。このため高精度の研削盤として適している。

【0017】

本発明の研削加工において、チップング抑制に重要となるのは、研削盤の研削回転軸との垂直度、平坦度及び、面粗さ(Rz:最大高さ粗さ)であり、切削工具の仕上げ研削を行う加工機上で回転軸との垂直度と平坦度を出す成形加工をダイヤモンド電鍍工具を電極として用いる放電加工により行うことで軸との垂直度を高め、更にダイヤモンド電鍍工具を用いてダイヤモンドスラリーを研削液とした湿式研削と乾式研削を併せて行い、所定の面粗さの研削盤として使用することで、研削抵抗一定で工具刃先の仕上げ研削に適用することができ、チップングの極めて少ない工具の作製が可能である。

10

20

30

40

50

## 【0018】

前記研削盤として使用するダイヤモンド焼結体の回転軸に対する垂直度が $1/1000^\circ$ 以下、平坦度が $20\text{nm/mm}$ 以下かつ、面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)が $30\text{nm}$ 以下であることが好ましい。このような精度に焼結ダイヤモンド製研削盤を仕上げることで研削盤の面ブレを抑制し、刃先稜線精度 $50\text{nm}$ 以下、逃げ面及びすくい面の面粗さが $10\text{nm}$ 以下の高精度工具を作製することが可能となる。

## 【0019】

逃げ面及びすくい面の面粗さ( $R_z$ :最大高さ粗さ)が大きいと被削材が刃先に溶着し、寿命が低下することは一般的に知られている。

硬質材料を切削する際には工具逃げ面及びすくい面の面粗さは切削抵抗に緊密に係る。面粗さが $10\text{nm}$ よりも大きいと切削抵抗が増し、硬質材料の切削面の性状が劣り、精密仕上げとならない。

10

## 【0020】

さらに工具刃先として使用される多結晶ダイヤモンドは、グラファイトを超高圧高温下で焼結助剤や触媒の添加無しに直接的にダイヤモンドに変換された多結晶ダイヤモンド焼結体であることが好ましい。前記の多結晶ダイヤモンドは結晶異方性がなく、劈開による欠損が生じない上、多結晶であるために耐摩耗性が高く、硬質材料の切削に適している。このほか、ダイヤモンド単相の多結晶ダイヤモンドとしてはCVD法により合成されたダイヤモンドなどがあり、このような多結晶ダイヤモンドも本発明の工具に適用できる。

## 【0021】

20

切削工具は金属製、超合金製又は、セラミックス製の台金及びシャンクに接合された多結晶ダイヤモンドからなり、多結晶ダイヤモンドは粉末X線回折による組成同定では、ダイヤモンド以外の相は確認されないものを使用する。

予め、台金及びシャンクに接合した状態とした多結晶ダイヤモンドを作製する工具の粗形状にレーザ加工により形状を整え、超精密立型マシニングセンタの主軸にセットし、 $20\text{mm}$ 程度に切断して金属シャンクに接合した研削盤として使用する金属バインダで焼結させたダイヤモンド多結晶を超精密立型マシニングセンタ内に回転軸、X軸、Y軸、

軸を組み合わせた4軸ステージを設けてセットし、 $2000\sim 3000\text{rpm}$ で高速回転させて工具逃げ面及びすくい面に押し当てて研磨する。

## 【0022】

30

この研削盤として使用する多結晶ダイヤモンドは、超精密立型マシニングセンタの主軸にダイヤモンド電鍍工具をセットして、研削盤として使用する多結晶ダイヤモンド板と電鍍工具の双方を自転させながら擦り合わせて放電加工を行ない、超精密立型マシニングセンタの主軸に対して平坦度と垂直度を出す加工を行なった後に、ダイヤモンド電鍍工具を用いて、 $0\sim 1/2\mu\text{m}$ の粒度のダイヤモンドパウダーを切削油に分散させたスラリーを塗布して高速回転させて湿式研・乾式研削を併せて行い、所定の面粗さに整えたものを用いる。

## 【0023】

工具刃先として用いる多結晶ダイヤモンドにグラファイトを超高圧高温下で焼結助剤や触媒の添加無しに直接的にダイヤモンドに変換された多結晶ダイヤモンド焼結体を用いると、より効果的であるが、CVD法により合成されたダイヤモンド単相の多結晶など適用できる。

40

## 【実施例】

## 【0024】

## [実施例1]

## &lt;工具形状&gt;

マイクロボールエンドミルの形状とした。

## &lt;工具材質&gt;

高純度グラファイトを $15\text{GPa}-2300$ にて直接変換焼結させた多結晶ダイヤモンドを用いた。この多結晶ダイヤモンドはCu-K線による粉末X線回折法によりダイ

50

ヤモンド単相であることを確認した。

< 工具の刃先形状 >

図 1 に示す通りの形状とした。

【 0 0 2 5 】

< 工具作製方法 >

( 粗形状加工 - レーザ粗形状加工 )

粗形状加工をレーザ加工によって行った。

レーザとしては、波長が 1 0 6 1 n m、周波数が 8 0 K H z、出力が 6 W のパルスファイバーレーザを使用した。

図 2 に示した装置を用いて、Y 軸と工具軸とを一致させた後、自転運動している工具に対してレーザ光を X - Y 平面内で円弧と直線の軌跡に沿って走査させ、多結晶ダイヤモンドに対する刃先の輪郭加工を行った。Y 軸方向に切り込みを与えた後、レーザ光を同じ軌跡に沿って往復運動させるといった方式で輪郭加工を繰り返して行い、工具の先端を半径が 4 0 μ m の半球状に成形した。

【 0 0 2 6 】

半球成形の後、図 3 に示したようにレーザ光を X - Y 平面内で直線の軌跡に沿って走査させ、ミリング加工を行うことによってすくい面や第 2 逃げ面を成形した。第 2 逃げ面の成形時には、Y 軸の回りに工具を 2 5 度公転させた上で工具を自転させ、3 方向から第 2 逃げ面を成形した。すくい面の成形時には、5 μ m 前後の仕上げ代を残して成形した。

【 0 0 2 7 】

次に、図 4 に示すように工具を自転運動させないでレーザビームを走査させて輪郭加工を行うことにより、工具半径を 4 5 μ m に成形すると同時に第 1 逃げ面を成形した。また、切れ刃と反対側の円弧を X - Y 平面で 4 5 度傾斜した平面でカットすることにより、工具の回転中心を除去した。

【 0 0 2 8 】

Y - Z 平面内で 5 度傾斜させたツールアを Y 軸の回りに公転運動させ、円弧状の切れ刃に対する刃直角逃げ角が 5 度の第 1 逃げ面を成形した。

輪郭加工時にはファイバーレーザを 1 0 倍の対物レンズで集光させて 2 ~ 5 m m / m i n の速度で走査させ、ミリング加工時には x 2 0 倍の対物レンズを集光させて 2 0 m m / m i n の速度で走査させた。

【 0 0 2 9 】

( 研削盤の成形加工 )

工具刃先を研削加工するための研削盤には、直径が 1 5 m m で焼結前のダイヤモンドの一次粒子径が 1 μ m の焼結ダイヤモンドを使用した。

焼結ダイヤモンド製研削盤を成形する方法を図 6 に示す。

ツールアの面ぶれを除去するため、メッシュサイズが # 6 0 0 のダイヤモンド電鍍工具を陰極に、ツールアを陽極にそれぞれ接続して、放電エネルギー 5 μ J、1 0 0 0 p F、1 0 0 V とし機上放電を行った。

そこで、ツールアの砥石作用面を平坦化するため、陰極に使用したメッシュサイズが # 6 0 0 のダイヤモンド電着工具を用いてツールアに対する湿式研削及び、乾式研削を行なった。湿式研削時には、サイズが 0 - 1 / 2 μ m と 0 - 1 / 5 μ m のダイヤモンドスラリを研削液として使用する。湿式研削を行った後、乾式研削を行った。

このようにして成形した研削盤のマシニングセンタ主軸に対する平坦度、垂直度、及び面粗さ ( R z ) を測定した結果を以下に示す。

平坦度 : 2 0 n m / m m

垂直度 : 1 / 1 0 0 0 °

面粗さ : 2 0 n m

【 0 0 3 0 】

( 仕上げ研削 )

工具は真鍮製の芯ぶれ防止治具を介してブラシレスモータ、ブラシレスモータはくさび

10

20

30

40

50

角が5度のスペーサとX-Yテーブルを介して回転テーブルに取付けた。

Y-Z平面内で5度傾斜したツールをY軸の回りに公転運動させることにより、円弧状の切れ刃に対する刃直角逃げ角が5度の第1逃げ面を仕上げ成形した。すくい面や第2逃げ面の成形時には、図5に示した装置からくさび状のスペーサを取外し、工具を装着しているマシニングセンタ主軸の自転角と研削盤の公転角を制御することにより、これらの面を研削加工した。

すくい面や第2逃げ面の成形時には、図5に示した装置からくさび状のスペーサを除去し、工具を装着しているマシニングセンタ主軸の自転角  $\alpha$  と研削盤の公転角  $\beta$  を制御することにより、これらの面を研削加工した。

【0031】

<評価>

(工具精度評価)

このようにして得られた多結晶ダイヤモンド製の工具(マイクロボールエンドミル)の形状精度を高倍率のSEM観察し、エッジの欠損サイズを確認した。また、すくい面の面粗さをSPM(走査型プローブ顕微鏡)にて測定した。

(切削性能評価)

作製した工具の性能を硬さが13.5GPaHvの超硬合金に対する断続切削により評価した。被削材の超硬合金は立て型マシニングセンタのテーブルに対して45度傾斜させて保持し、半径方向切込み量切を0.5 $\mu$ m、送り速度を0.5 $\mu$ m/rev、ならびに横送り量を1 $\mu$ m、実切削距離を1mに設定した。

切削後の工具刃先を高倍率SEM観察し、刃先欠損状況を確認、加工後の被削材表面状態は、SPMにより評価した。

評価結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

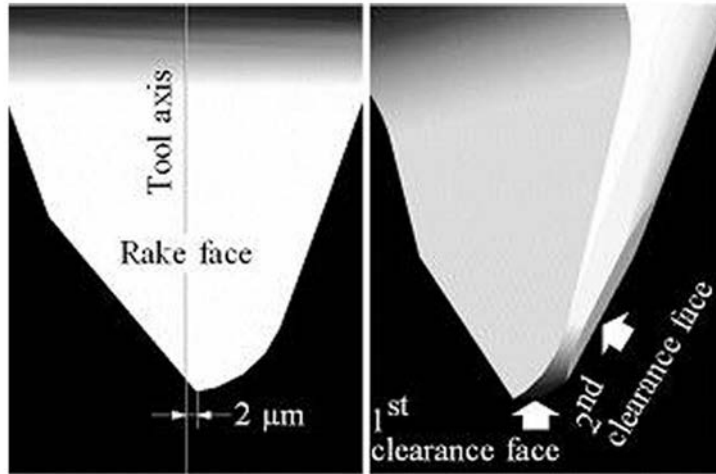
評価項目	試作工具精度	稜線チップング		<15nm
		面粗さ		8nm
	切削性能	被削材切削面精度	面状態	良好
			Rz	20nm
		工具欠損	無し	

【産業上の利用可能性】

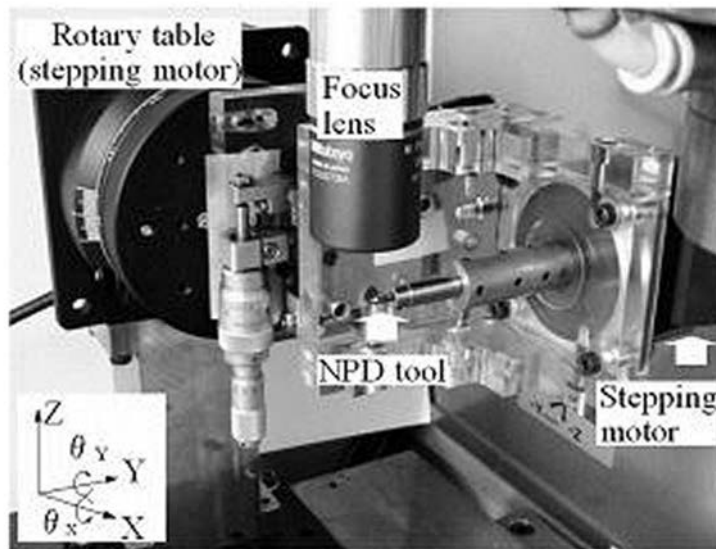
【0033】

本発明の多結晶ダイヤモンド切削工具は、ダイヤモンド単相の多結晶体からなる刃先稜線の微小チップングが50nm以下と極めて小さく、面粗さ(Rz:最大高さ粗さ)も10nm以下と非常に精密な面を有する為に切削抵抗が低く、耐欠損性が高いため、アルミニウム合金、銅合金、無電解ニッケルメッキ、複合強化樹脂やガラス、カーボン、MMC、超硬などの硬質脆性材料や難削材料を精密加工するための精密切削工具として好適に使用することができる。

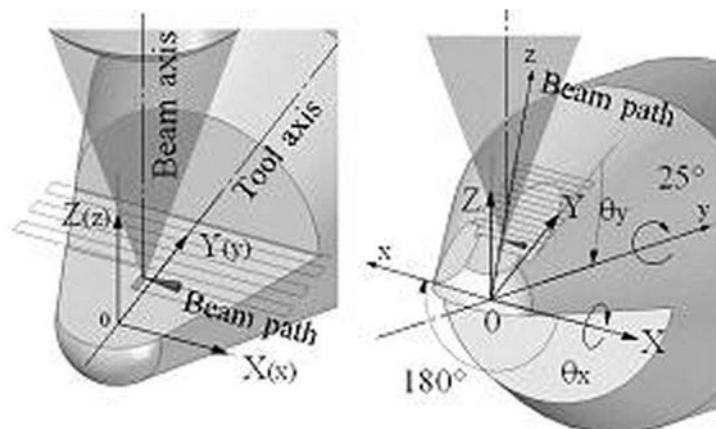
【 図 1 】



【 図 2 】

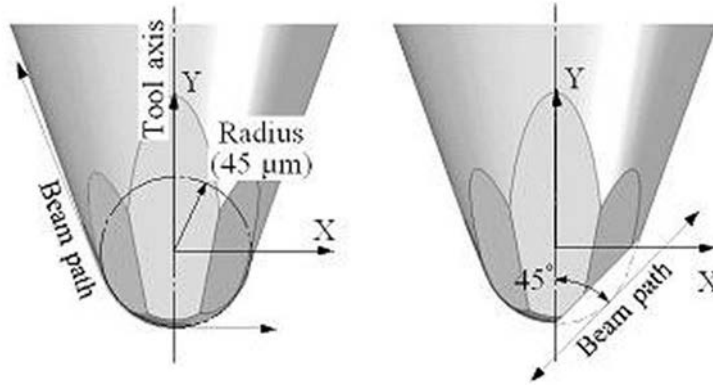


【 図 3 】

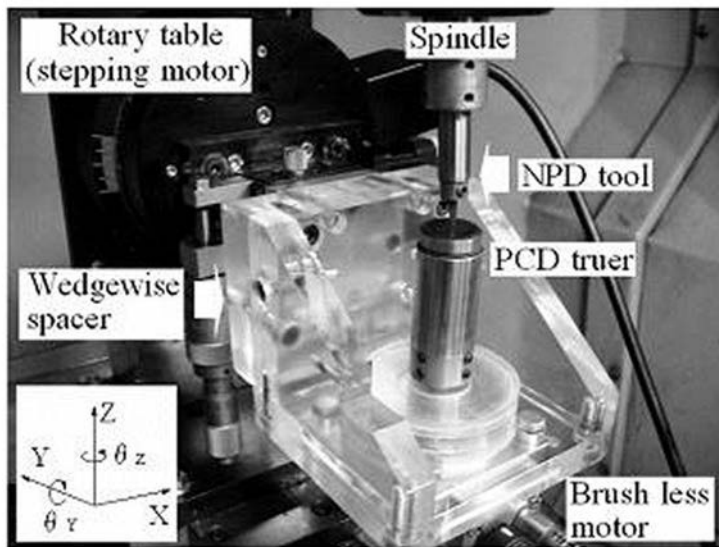




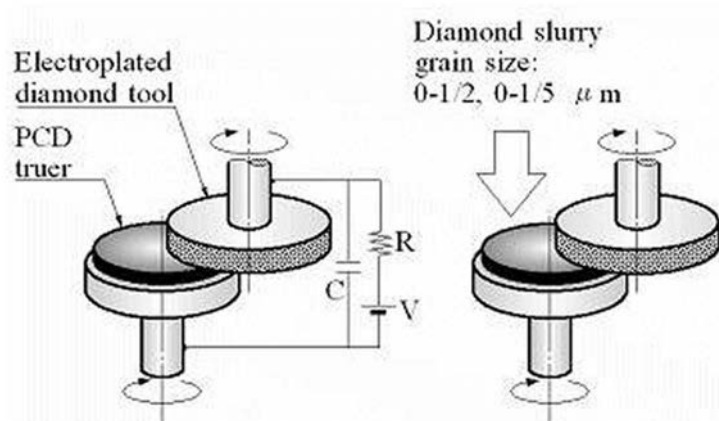
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 角谷 均  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内
- (72)発明者 仙波 卓弥  
福岡県福岡市東区和白東3丁目30番1号 学校法人福岡工業大学内

審査官 五十嵐 康弘

- (56)参考文献 特開平05-309531(JP,A)  
特開平06-079504(JP,A)  
特開平08-216021(JP,A)  
特開2001-198833(JP,A)  
岡崎隆一, 伊東好樹, 川上智也, 仙波卓弥, 久木野 暁, バインダレスPCD製マイクロボールエンドミル, 2009年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 日本, 公益社団法人精密工学会, 2009年 3月, 599-600  
仙波卓弥, 岡崎隆一, 角谷均, ナノ多結晶ダイヤモンド製マイクロボールエンドミル, 日本機械学会論文集(C編), 日本, 一般社団法人日本機械学会, 2010年 3月25日, 76巻763号, 768-776

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 P	1 5 / 3 4
B 2 3 C	5 / 1 0
B 2 4 B	1 / 0 0
B 2 4 B	3 / 3 4