

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5183256号
(P5183256)

(45) 発行日 平成25年4月17日 (2013. 4. 17)

(24) 登録日 平成25年1月25日 (2013. 1. 25)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 B 27/20 (2006. 01)

B 2 3 B 27/20

B 2 3 B 27/14 (2006. 01)

B 2 3 B 27/14

B

B 2 3 B 1/00 (2006. 01)

B 2 3 B 1/00

Z

C O 4 B 35/583 (2006. 01)

C O 4 B 35/58

1 O 3 U

C O 4 B 35/58

1 O 3 Y

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-59029 (P2008-59029)
 (22) 出願日 平成20年3月10日 (2008. 3. 10)
 (65) 公開番号 特開2009-214213 (P2009-214213A)
 (43) 公開日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24)
 審査請求日 平成22年8月26日 (2010. 8. 26)

(73) 特許権者 503359821
 独立行政法人理化学研究所
 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号
 (73) 特許権者 301023238
 独立行政法人物質・材料研究機構
 茨城県つくば市千現一丁目 2 番地 1
 (74) 代理人 100097515
 弁理士 堀田 実
 (74) 代理人 100136548
 弁理士 仲宗根 康晴
 (74) 代理人 100136700
 弁理士 野村 俊博
 (72) 発明者 横田 秀夫
 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人
 理化学研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切削工具とこれを用いた切削方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

六方晶窒化ホウ素を加圧しながら加熱することで薄板状の焼結体に転換し、前記焼結体を複数の焼結分割体に分割し、前記焼結分割体を、被切削物を切削する切刃部とし、

前記各焼結分割体は、前記焼結体の厚み方向から見た場合に、「く」の字形状である先端部を有し、前記各焼結分割体の前記先端部は、前記焼結体の中心部に位置しており、

当該焼結分割体の前記先端部を、被切削物を切削するために被切削物に当てる部分とし

先端部は、前記被切削物に当てる部分である第 1 部分と、第 1 部分とは異なる前記被切削物に当てる部分である第 2 部分と、を有し、

前記第 1 部分と前記第 2 部分とは切刃部の切削方向に間隔を隔てて設けられ、

切刃部は、被切削面に対する向きが異なることにより、前記被切削物に当てる部分が前記第 1 部分から前記第 2 部分に切り換わる、ことを特徴とする切削工具。

【請求項 2】

前記加熱および前記加圧は、前記焼結体を構成する粒子の寸法を 0 . 1 μ m 以下にする温度および圧力で行われる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の切削工具。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の切削工具を用いた被切削物の切削方法であって、

前記第 1 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、前記被切削物を重切削し、

前記第 2 部分を被切削物に当てた第 2 状態で、前記被切削物を精密切削し、

10

20

前記重切削で被切削物を切削する深さは、前記精密切削で被切削物を切削する深さよりも大きい、ことを特徴とする被切削物の切削方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被切削物を精密切削するための切削工具と、これを用いて被切削物を切削する切削方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年において、金属材料などの被切削物を精密切削することで、被切削物の表面仕上げが行われている。切削による表面仕上げは、研削や研磨による表面仕上げよりも好ましい場合が多い。例えば、研削や研磨によって表面仕上げを行う場合には、発熱量が多く、研削工具または研磨工具の磨耗が多く、作業時間もかかる。これに対し、切削によって表面仕上げを行う場合には、発熱量を少なくし、切削工具の磨耗を少なくし、さらに作業効率を高めることができる。そのため、切削による表面仕上げ加工技術の向上が望まれている。

10

【0003】

切削による表面仕上げ加工を行うための切削工具の高硬度材料として、単結晶ダイヤモンド、タングステン、立方晶窒化ホウ素（cBN）がある。このうちcBNを切削工具として用いることへの期待が高まっている。

20

【0004】

単結晶ダイヤモンドバイトを用いることで、非鉄材料の精密切削を精度よく行うことができる。しかし、単結晶ダイヤモンドバイトにより鉄系材料を切削すると、単結晶ダイヤモンドは、切削時の高温下で黒鉛化するとともに炭素が鉄系材料へ固溶することで、大きく磨耗してしまう。

単結晶ダイヤモンドの磨耗を抑制する切削方法として、振動切削方法がある（下記特許文献1を参照）。この方法では、単結晶ダイヤモンドバイトを振動させながら被切削物を切削することで、単結晶ダイヤモンドバイトの温度上昇を抑制している。これにより、単結晶ダイヤモンドの黒鉛化や鉄系材料への固溶を抑制している。しかし、この方法では、1つの面を仕上げるのに時間がかかり、また、高価な振動制御装置が必要である。

30

【0005】

タングステンについては、その主要原産国からのタングステン供給量が不足し、その価格が上昇することが懸念されている。

【0006】

cBNは、ダイヤモンドに次ぐ硬度を有する物質であるとともに、単結晶ダイヤモンドバイトと異なり鉄系材料を切削しても大きく磨耗せず、その供給量が不足する懸念も小さい。

【0007】

以上のような事情から、単結晶ダイヤモンドまたはタングステンの代わりにcBNを切削工具として用いることへの期待が高まっている。

40

【0008】

なお、本発明の技術分野における先行技術文献として下記特許文献2がある。

【特許文献1】特開2002-292501号公報

【特許文献2】特開2004-250278号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

cBNは微細粒子の焼結体であるため、cBNによる仕上げ面粗さR（ μm ）を鏡面の面粗さ0.1 μm 以下にするためには、微細粒子の寸法を鏡面の面粗さ0.1 μm 以下にすることが望まれる。即ち、切削時に切削工具の切刃先端からcBN微細粒子の脱

50

落が生じると、この微細粒子の大きさの欠落が切刃先端に生じる。そのため、微細粒子の寸法以下の仕上げ面あらさ $R(\mu\text{m})$ を得ることは困難である。従って、安定した鏡面仕上げ切削を実現するために、 cBN 微細粒子の寸法を $0.1\mu\text{m}$ 以下にすることが望まれる。

【0010】

そこで、本発明の目的は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の寸法を持つ微細粒子の cBN 焼結体を用いた切削工具を提供することにある。

なお、本発明の別の目的は、 cBN を用いた切削工具において、切削工具毎に切削性能のばらつきが少なくすることにある。また、本発明の別の目的は、上述の切削工具を用いた切削方法において、切削効率を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明によると、六方晶窒化ホウ素を加圧しながら加熱することで薄板状の焼結体に転換し、前記焼結体を複数の焼結分割体に分割し、前記焼結分割体を、被切削物を切削する切刃部とし、前記各焼結分割体は、前記焼結体の厚み方向から見た場合に、「く」の字形状である先端部を有し、前記各焼結分割体の前記先端部は、前記焼結体の中心部に位置しており、当該焼結分割体の前記先端部を、被切削物を切削するために被切削物に当てる部分とし、先端部は、前記被切削物に当てる部分である第1部分と、第1部分とは異なる前記被切削物に当てる部分である第2部分と、を有し、前記第1部分と前記第2部分とは切刃部の切削方向に間隔を隔てて設けられ、切刃部は、被切削面に対する向きが異なることにより、前記被切削物に当てる部分が前記第1部分から前記第2部分に切り換わる、ことを特徴とする切削工具が提供される。前記加熱および前記加圧は、前記焼結体を構成する粒子の寸法を $0.1\mu\text{m}$ 以下にする温度および圧力で行われる。

【0012】

この切削工具では、六方晶窒化ホウ素を原料として、該六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで立方晶窒化ホウ素(cBN)の焼結体に転換する。これにより、前記焼結体の粒子寸法を $0.1\mu\text{m}$ 以下にすることが可能になる。このように、粒子寸法が $0.1\mu\text{m}$ 以下である超微細粒子 cBN の焼結体を、被切削物を切削する切刃部にすることができるので、本発明の切削工具による切削で得られる仕上げ面あらさを、少なくとも鏡面の面あらさと同程度にすることができる。

また、ダイヤモンドバイトで鉄系被切削物を切削すると、ダイヤモンドバイトの磨耗が激しい問題があるのに対し、本発明の切削工具は、 cBN 焼結体であるので、そのような問題も生じない。

さらに、本発明の cBN 焼結体による切削工具は、ダイヤモンドに近い硬度を有するので、ダイヤモンドバイトと同様の加工法に適用できる。例えば、被切削物に対する平面仕上げ加工を、ダイヤモンドバイトを用いた場合と同程度の高速切削で行える。

【0014】

この切削工具では、前記六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで薄板状の前記焼結体に転換した後、該焼結体を複数の焼結分割体に分割し、前記焼結分割体を、被切削物を切削する切刃部としたので、複数の焼結分割体をそれぞれ別個の切削工具の切刃部とすることができる。

この場合に、前記各焼結分割体の前記先端部は、組成のばらつきが少ない前記焼結体の中心部に位置している。このように組成のばらつきが少ない先端部を被切削物に当てる部分としたので、切削工具毎に切削性能のばらつきが少なくなる。なお、この効果を得ることを目的とする場合には、前記焼結体の粒子寸法が必ずしも $0.1\mu\text{m}$ 以下でなくてもよい。

【0015】

上記本発明の別の目的を達成するため、本発明によると、上述の切削工具を用いた被切削物の切削方法であって、

請求項 1 または 2 に記載の切削工具を用いた被切削物の切削方法であって、
前記第 1 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、前記被切削物を重切削し、
前記第 2 部分を被切削物に当てた第 2 状態で、前記被切削物を精密切削し、
前記重切削で被切削物を切削する深さは、前記精密切削で被切削物を切削する深さよりも大きい、ことを特徴とする被切削物の切削方法が提供される。

【0016】

この切削方法では、前記切削工具の前記切刃部の第 1 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、前記被切削物を重切削し、前記切削工具の前記切刃部の第 2 部分を被切削物に当てた第 2 状態で、前記被切削物を精密切削するので、重切削および精密切削を 1 つの切削工具で行える。これにより、切削効率が向上する。

10

【0018】

また、このように、前記第 1 状態と前記第 2 状態とで被切削面に対する前記切刃部の傾き（向き）を異ならせることで、被切削物に当てる前記切刃部の部分を前記第 1 部分から前記第 2 部分に切り換えることができる。

しかも、この場合に、前記切削工具の切刃部として用いる前記焼結体は多結晶体であるので、前記被切削物の切削面に対する前記切削工具の前記切刃部の向きが変化しても、切刃部の破損が少ない。これに関し、ダイヤモンドバイトとして一般に用いられる単結晶ダイヤモンドバイトの場合には、被切削物の切削面に対する切刃部の向きを破損しにくい特定の向きで切削を行う必要がある。これに対し、本発明の切削方法では、上述の切削工具の切刃部は多結晶体の c B N 焼結体となっているので、被切削物の切削面に対する切刃部の向きをどの向きにしても、切刃部の破損が少ない。

20

【発明の効果】

【0019】

上述した本発明によると、0.1 μm 以下の寸法を持つ微細粒子の c B N 焼結体を用いた切削工具を実現できる。また、本発明によると、c B N を用いた切削工具において、切削工具毎に切削性能のばらつきが少なくなる。さらに、上述の切削工具を用いた切削方法において、切削効率が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明を実施するための最良の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

30

【0021】

本発明の実施形態による切削工具は、金属材料などの被切削物を精密切削するものである。本実施形態によると、六方晶窒化ホウ素を原料として、該六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで立方晶窒化ホウ素（c B N）の焼結体に転換する。この焼結体を、被切削物を切削する切刃部とする。前記加熱および前記加圧は、前記焼結体の粒子の寸法を 0.1 μm 以下にする温度および圧力で行われる。具体的には、前記温度は 1700 以上 1900 以下であり、前記圧力は 10 GPa 以上である。これにより、焼結体の微細粒子の寸法（直径）を 0.1 μm 以下にすることができる。

【0022】

40

本実施形態によると、前記六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで薄板状の前記焼結体に転換した後、該焼結体を複数の焼結分割体 1 a に分割する。図 1 の例では、分割する前の元の焼結体 1 は、直径が 7 mm であり厚さが 0.8 mm である円盤形状をしている。焼結体 1 の分割は、例えばダイヤモンドレジンブレードにより焼結体 1 を複数の焼結分割体 1 a に切断することにより行う。焼結分割体 1 a は、その厚み方向と垂直な断面形状が扇形となっている。図 1 の例では、各焼結分割体 1 a は、薄板状の扇形であり、焼結体 1 を 8 等分するように切断することで焼結体 1 を 8 つの扇形焼結分割体 1 a に分割する。

これら焼結分割体 1 a の各々を、被切削物を切削する切刃部とする。即ち、1 つの焼結体 1 から複数の切刃部（焼結分割体 1 a）が形成される。各焼結分割体 1 a は、焼結体 1

50

の厚み方向から見た場合に、「く」の字形状である先端部 3 を有する。各焼結分割体 1 a の先端部 3 は、分割する前の元の焼結体 1 の中心部に位置している。このような先端部 3 を、被切削物を切削するために被切削物に当てる部分とする。

【 0 0 2 3 】

図 2 (A) は、図 1 において、焼結分割体 1 a の厚み方向上方から見た先端部の拡大図である。図 2 (B) は、図 2 の 2 B - 2 B 線矢視図である。図 2 (B) には、被切削物の切削時における切刃部 1 a と被切削物の切削面（切削された面または切削する面）との位置関係も示されている。図 2 (B) において、符号 a は、被切削物を切削する時のすくい角を示し、符号 b は、被切削物を切削する時の逃げ角を示す。すくい角 a は、図 2 (A) において、切削時に切削面と垂直な面（切削方向と直交する面）に対して、すくい面が右側にある場合には正であり、すくい面が左側にある場合には負である。このようなすくい角 a は、正の微小角であるか負の角度であるのがよい。逃げ角 b は、切削時に切削面と、切削面と対向する切刃部 1 a の対向面とのなす角であり、一例では 7 度である。

10

図 3 (A) は、図 2 (A) における先端部 3 の部分拡大図である。先端部 3 を研磨することで、例えば図 3 (A) に示すように先端部 3 の形状を整える。先端部 3 の成型は、ダイヤモンドを用いて行うことができる。本実施形態によると、先端部 3 は $0.1 \mu\text{m}$ 以下の粒径（直径）を持つ微細粒子で構成されているので、図 3 (A) に示すように、先端部 3 を研磨して成型しても、微細粒子を切断することが不要になる。図 3 (B) は、図 3 (A) に対応する図であり、従来における切刃部を示す。本実施形態と比較して、図 3 (B) に示す粒径の大きい粒子で構成された従来の切刃部の先端部では、研磨による成型では粒子自体を切断する必要がある。なお、図 3 (A) の符号 c は、ノーズ半径（先端部 3 の先端における曲率半径）を示す。一例では、ノーズ半径 c は 0.5 mm である。

20

【 0 0 2 4 】

上述の c B N 切刃部 1 a を有する切削工具を用いた切削方法の実施例について説明する。

【 0 0 2 5 】

（平削り）

この例では、切削工具を、図 4 に示すように、上述の c B N 切刃部 1 a をバイト台座 5 にろう付け固定したものとした。このような切削工具（c B N 切刃部 1 a）に対し被切削物を移動させることで、被切削物の平削りを行った。この平削りは、切込みを $5 \mu\text{m}$ とし、切削送り速度を 2000 mm/min とし、工具送りパスを $10 \mu\text{m}$ として行った。切込みは、切刃部 1 a が被切削物を切削する切削深さであり、被切削物の表面からの、切刃部 1 a により切削される深さである。切削送り速度は、切刃部 1 a が被切削物を横断するように被切削物を固定した移動ステージ 7 を x 方向に直線的に移動させる速度である。工具送りパスは、ステージ 7 の直線的移動を完了する毎に、被切削物をこの直線的移動方向と垂直な方向 y に送る距離（ピッチ）である。また、この平削りは、上述のすくい角 a を 0 度とし、上述の逃げ角 b を 7 度とし、上述のノーズ半径を 0.5 mm として行った。この平削りは、潤滑油を用いずに行った。

30

・無電解 Ni - P メッキ（非鉄材料）の平削り

被切削物を非鉄材料である無電解 Ni - P メッキとして上述の平削りを行った場合、得られた被切削物の切削面の面あらさは、最大高さあらさ P V が $0.092 \mu\text{m}$ となり、平均値 R a が $0.017 \mu\text{m}$ となった。比較のために、本実施形態の c B N 切刃部 1 a に代えて単結晶ダイヤモンドバイトとしその他の条件を同じにして前記平削りを行った場合、被切削物の切削面の面あらさは、最大高さあらさ P V が $0.085 \mu\text{m}$ となり、平均値 R a が $0.016 \mu\text{m}$ となった。このように、上述した本実施形態による c B N 切刃部 1 a で無電解 Ni - P メッキを平削りした場合に、単結晶ダイヤモンドバイトと同程度の面あらさを達成でき、面あらさが $0.1 \mu\text{m}$ 以下である鏡面の面あらさを達成できた。なお、P V は、測定面内における面高さの最大値と最小値との差であり、図 5 の R m a x に相当する。R a は、基準線より高い部分の面積と、基準線より低い部分を基準線で折り返した部分の面積とを合わせた合計面積（図 5 の斜線部分）を測定面の長さ L で割ったものであ

40

50

る。

・ステンレス鋼（SUS420J2）の平削り

被切削物をステンレス鋼（SUS420J2）として上述の平削りを行った場合、得られた被切削物の切削面の面あさは、最大高さあさPVが $0.116\mu\text{m}$ となり、平均値Raが $0.020\mu\text{m}$ となった。比較のために、本実施形態のcBN切刃部1aに代えて単結晶ダイヤモンドバイトとしその他の条件を同じにして前記平削りを行った場合、被切削物の切削面の面あさは、単結晶ダイヤモンドバイトの黒鉛化や鉄系材料への固溶のため最大高さあさPVが $2.006\mu\text{m}$ となり、平均値Raが $0.228\mu\text{m}$ となった。このように、上述した本実施形態によるcBN切刃部1aで無電解Ni-Pメッキを平削りした場合に、面あさが $0.1\mu\text{m}$ 以下である鏡面と同程度の面あさを達成できた。一方、単結晶ダイヤモンドバイトの場合には、切削時の黒鉛化や鉄系材料への固溶のため、鏡面程度の面あさを得ることができなかった。

10

【0026】

（フライカット）

この例では、切削工具を、図6に示すようにcBN切刃部1aをフライス盤の高速回転するフライカッター9にろう付け固定したものとした。このようなフライカッター9を高速回転させることで、cBN切刃部1aも高速回転させて被切削物のフライカットを行った。このフライカットは、切込みを $2\mu\text{m}$ とし、切削送り速度を 15.7m/sec とし、工具送りパスを $2\mu\text{m/rev}$ として行った。切込みは、切刃部1aが被切削物を切削する切削深さであり、被切削物の表面からの、切刃部1aにより切削される深さである。切削送り速度は、フライカッター9の回転によりcBN切刃部1aが旋回する速度である。工具送りパスは、cBN切刃部1aが1回転する毎に、cBN切刃部1aまたは被切削物をcBN切刃部1aの旋回方向と垂直な方向に送る距離（ピッチ）である。また、このフライカットは、上述のすくい角 α を0度とし、上述の逃げ角 β を7度とし、上述のノーズ半径を 0.5mm として行った。このフライカットは、潤滑油を用いずに行った。

20

・ステンレス鋼（SUS420J2）のフライカット

被切削物をステンレス鋼（SUS420J2）として上述のフライカットを行った場合、得られた被切削物の切削面の面あさは、最大高さあさPVが $0.048\mu\text{m}$ となり、平均値Raが $0.008\mu\text{m}$ となった。この結果は、新しいcBN切刃部1aを用いた場合であるが、磨耗したcBN切刃部1aを用いた場合にも、上記とほぼ同等の結果（最大高さあさPVが $0.092\mu\text{m}$ であり、平均値Raが $0.016\mu\text{m}$ であった）が得られた。このように、本実施形態によるcBN切刃部1aでは、高速切削時でも鏡面の面あさを達成できた。

30

【0027】

上述した本実施形態による切削工具を用いることで、重切削と精密切削とを1つの切削工具（切刃部1a）で行うことができる。即ち、前記切削工具の切刃部1aの先端部3における第1部分を被切削物に当てた第1状態で、被切削物を重切削し、前記切削工具の切刃部1aの先端部3における第2部分を被切削物に当てた第2状態で、被切削物を精密切削する。

【0028】

図7は、重切削と精密切削とを1つの切削工具（切刃部1a）で行う加工方法を示すフローチャートである。

40

ステップS1において、前記切削工具の切刃部1aの第1部分を被切削物に当てた第1状態で、被切削物を重切削する。第1状態で、上述の平削りまたはフライカットを被切削物の加工面全体に対して行う。

ステップS1の後、ステップS2において、前記切削工具の切刃部1aにおける第1部分と異なる第2部分を被切削物に当てた第2状態で、被切削物を精密切削する。第2状態で、上述の平削りまたはフライカットを被切削物の加工面全体に対して行う。

前記重切削で被切削物を切削する深さ（即ち、前記切込み）は、前記精密切削で被切削物を切削する深さ（即ち、前記切込み）よりも大きい。

50

【 0 0 2 9 】

図 7 のような切削は、例えば図 8 や図 9 に示すように行ってよい。

図 8 の場合には、第 1 状態では、図 8 (A) のように切削工具の切刃部 1 a は被切削物の切削面に対してこの図の左側に傾いており、第 2 状態では、図 8 (B) のように被切削工具の切刃部 1 a は被切削物の切削面に対してこの図の右側に傾いている。これにより、第 1 状態と第 2 状態とでは、被切削物に当てる前記切刃部 1 a の部分が第 1 部分と前記第 2 部分とで確実に異なっている。なお、図 8 において、切削方向は、紙面と垂直な方向である。図 8 では、所定の距離だけ紙面と垂直な方向に切削したら、送り方向に切削工具を所定のピッチだけ移動させて、再び所定の距離だけ紙面と垂直な方向に切削し、以後、同じ動作を繰り返す。

10

図 9 の場合には、図 9 (A) に示す第 1 状態でも図 9 (B) に示す第 2 状態でも、切削工具の切刃部 1 a の被切削物の切削面に対する傾きは 0 度である。この場合でも、第 1 状態と第 2 状態とでは、被切削物に当てる切刃部 1 a の部分が第 1 部分と第 2 部分とで異なっている。なお、図 9 において、切削方向は、紙面と垂直な方向である。図 9 でも、所定の距離だけ紙面と垂直な方向に切削したら、送り方向に切削工具を所定のピッチだけ移動させて、所定の距離だけ紙面と垂直な方向に切削し、以後、同じ動作を繰り返す。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 は、重切削と精密切削とを 1 つの切削工具 (切刃部 1 a) で行う別の加工方法を示すフローチャートである。図 1 0 の場合には、上述の切刃部 1 a の先端部 3 を例えば図 1 1 のような形状にする。

20

ステップ S 1 1 において、前記切削工具の切刃部 1 a の先端部 3 における第 1 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、切削工具 (切刃部 1 a) が被切削物に対し往方向に移動するように切削工具または被切削物を移動させることで、被切削物を重切削する。例えば、図 1 1 の往方向に被切削物を横断するように、切刃部 1 a を移動させる。

次いで、ステップ S 1 2 において、前記切削工具の切刃部 1 a の先端部 3 における第 2 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、切削工具 (切刃部 1 a) が被切削物に対し前記往方向と逆の復方向に移動するように切削工具または被切削物を移動させることで、被切削物を精密切削する。例えば、ステップ S 1 1 で切削した経路を戻るように図 1 1 の復方向に切削工具 (切刃部 1 a) を移動させることで、ステップ S 1 1 で切削した線状切削部分と同じ線状部分を精密切削する。

30

ステップ S 1 3 において、被切削物の切削対象面全体を切削した場合には、切削を終了し、そうでない場合には、ステップ S 1 4 へ進む。

その後、ステップ S 1 4 では、切削位置をステップ S 1 1 および S 1 2 での切削方向と垂直な方向に所定の距離 (ピッチ) だけ移動させて、再びステップ S 1 1 へ戻り、切削対象面全体を切削するまで上述のステップ S 1 1 ~ S 1 4 を繰り返す。

ステップ S 1 1、S 1 2 に関して、前記重切削で被切削物を切削する深さ (即ち、前記切込み) は、前記精密切削で被切削物を切削する深さ (即ち、前記切込み) よりも大きい。また、ステップ S 1 1、S 1 2、S 1 4 では、切刃部 1 a を被切削物に対して相対移動させればよく、切刃部 1 a を移動させてもよいし、被切削物を移動させてもよい。ステップ S 1 1 とステップ S 1 2 とにおいて被切削物の切削面に対する切削工具の切刃部 1 a の向きが同じであっても、ステップ S 1 1 とステップ S 1 2 とで (重切削時と精密切削時とで)、被切削物の切削面に対する切刃部 1 a の向きが自然に異なるようになる。

40

【 0 0 3 1 】

上述した本発明の実施形態による切削工具によると、以下の効果 (1) ~ (4) が得られる。

(1) 六方晶窒化ホウ素を原料として、該六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで立方晶窒化ホウ素 (c B N) の焼結体 1 に転換する。これにより、焼結体 1 の粒子寸法を $0.1 \mu\text{m}$ 以下にすることが可能になる。このように、粒子寸法が $0.1 \mu\text{m}$ 以下である超微細粒子 c B N の焼結体 1 を被切削物を切削する切刃部 1 a とできるので、本発明の切削工具による切削で得られる仕上げ面あらさを、少なくとも鏡面の面あらさと同程度に

50

することができる。

(2) また、ダイヤモンドバイトで鉄系被切削物を切削すると、ダイヤモンドバイトの磨耗が激しい問題があるのに対し、本発明の切削工具は、c B N 焼結体 1 であるので、そのような問題も生じない。

(3) さらに、本発明の c B N 焼結体 1 による切削工具は、ダイヤモンドに近い硬度を有するので、ダイヤモンドバイトと同様の加工法に適用できる。例えば、被切削物に対する平面仕上げ加工を、ダイヤモンドバイトを用いた場合と同程度の高速切削で行える。

(4) 六方晶窒化ホウ素を加熱しながら加圧することで薄板状の焼結体 1 に転換した後、該焼結体 1 を複数の焼結分割体 1 a に分割し、焼結分割体 1 a、被切削物を切削する切刃部 1 a としたので、複数の焼結分割体 1 a をそれぞれ別個の切削工具の切刃部 1 a とすることができる。この場合に、各焼結分割体 1 a の先端部 3 は、組成のばらつきが少ない焼結体 1 の中心部に位置している。このように組成のばらつきが少ない先端部 3 を被切削物に当てる部分としたので、切削工具毎に切削性能のばらつきが少なくなる。

【0032】

上述した本発明の実施形態による切削工具を用いた加工方法によると、以下の効果(5)、(6)が得られる。

(5) 前記切削工具の切刃部 1 a の第 1 部分を被切削物に当てた第 1 状態で、前記被切削物を重切削し、前記切削工具の切刃部 1 a の第 2 部分を被切削物に当てた第 2 状態で、前記被切削物を精密切削するので、重切削および精密切削を 1 つの切削工具で行える。これにより、切削効率が向上する。

(6) 前記第 1 状態と前記第 2 状態とで被切削面に対する切刃部 1 a の傾き(向き)を異ならせることで、被切削物に当てる切刃部 1 a の部分を前記第 1 部分から前記第 2 部分に切り換えることができる。しかも、この場合に、前記切削工具の切刃部 1 a として用いる焼結体 1 は多結晶体であるので、被切削物の切削面に対する前記切削工具の切刃部 1 a の向きが変化しても、切刃部 1 a の破損が少ない。これに関し、ダイヤモンドバイトとして一般に用いられる単結晶ダイヤモンドバイトの場合には、被切削物の切削面に対する切刃部の向きを破損にくい特定の向きで切削を行う必要がある。これに対し、上述実施形態による切削方法では、切削工具の切刃部 1 a は多結晶体の c B N 焼結体となっているので、被切削物の切削面に対する切刃部 1 a の向きをどの向きにしても、切刃部の破損が少ない。

【0033】

[他の実施形態]

上述の焼結分割体 1 a を、エンドミルやドリルにも適用可能である。この場合を、図 12 を参照して説明する。なお、図 12 (A) ~ (C) の各々において、左側は正面図であり右側は側面図である。

まず、上述のように得られた焼結体を、厚み方向と垂直な断面形状が扇型である複数の焼結分割体 1 a に分割する。この分割方法は、上述と同じである。

一方、図 12 (A) のように、エンドミルのシャンクとなる材料(スチール、ステンレス、超合金など)に、切れ込みを予め入れておく。

次に、図 12 (B) のように、焼結分割体 1 a を切れ込みに取り付けるとともに、ロウ付け等により焼結分割体 1 a をシャンクに固定する。この時、分割する前の元の焼結体 1 の中心部にある焼結分割体 1 a の部分が、被切削物を切削するために被切削物に当たる先端部 3 (刃先)となるようにする。なお、シャンクの切れ込みが無くても、焼結分割体 1 a をシャンクに固定できるが、切れ込みに焼結分割体 1 a を取り付けた方が固定強度が高まる。

その後、図 12 (C) のように、焼結分割体(切刃部) 1 a の先端部 3 を研磨して刃面を整える。先端部 3 は、左右対称となるように形成しても切削加工が可能である。この場合、すくい角は負の角度となる。図 12 (C) に示す切削工具は、約 - 45 度のすくい角を持つボールエンドミルである。すくい角をマイナスとすることで、工具のチップングの確率を減少させることが可能である。なお、0 度や正のすくい角を持つように先端部 3 を

10

20

30

40

50

形成することも可能である。

また、分割する前の元の焼結体 1 の中心部にある焼結分割体 1 a の部分が、被切削物を切削するために被切削物に当たる先端部 3 (刃先) となりさえすれば、焼結分割体 1 a の厚み方向と垂直な断面形状は、扇形以外に長方形などであってもよい。このように断面を長方形とした焼結分割体 1 a でエンドミルの切刃部を構成してもよい。この場合、切刃部の左右端面の向きが異なるようにすることも可能である。

【 0 0 3 4 】

なお、切削工具をドリルとしてもよい。即ち、上述の焼結分割体 1 a をドリルの切刃部としてもよく、この場合でも、分割する前の元の焼結体 1 の中心部にある焼結分割体 1 a の部分 (前記先端部 3) が、被切削物を切削するために被切削物に当たる先端部 3 (刃先) となるようにする。

10

【 0 0 3 5 】

本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更を加え得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 6 】

【図 1】本発明の実施形態による切削工具に用いる c B N 焼結体を示す図である。

【図 2】図 2 (A) は、焼結分割体の先端部の拡大図であり、図 2 (B) は図 2 (A) の 2 B - 2 B 線矢視図である。

【図 3】図 3 (A) は、図 2 (A) の焼結分割体の先端部の部分拡大図であり、図 3 (B) は、従来における切刃部の先端部の部分拡大図である。

20

【図 4】平削りを行う場合における切刃部と被切削物を示す。

【図 5】P V と R a の説明図である。

【図 6】フライカットを行う場合における切刃部と被切削物を示す。

【図 7】重切削と精密切削とを 1 つの切削工具で行う加工方法を示すフローチャートである。

【図 8】図 7 の場合に重切削と精密切削とを 1 つの切削工具で行う加工方法の一例を示す図である。

【図 9】図 7 の場合に重切削と精密切削とを 1 つの切削工具で行う加工方法の別の例を示す図である。

30

【図 10】重切削と精密切削とを 1 つの切削工具で行う別の加工方法を示すフローチャートである。

【図 11】図 10 の場合に重切削と精密切削とを 1 つの切削工具で行う加工方法の一例を示す図である。

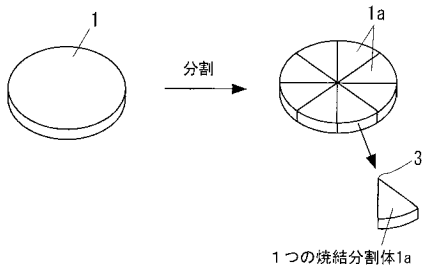
【図 12】焼結分割体をエンドミルに適用する場合を示す図である。

【符号の説明】

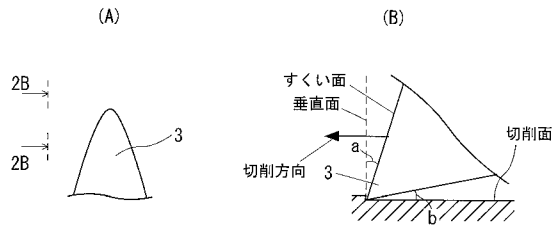
【 0 0 3 7 】

1・・・焼結体、1 a・・・焼結分割体 (切刃部)、3・・・先端部、5・・・バイト台座、7・・・ステージ、9・・・フライカッター

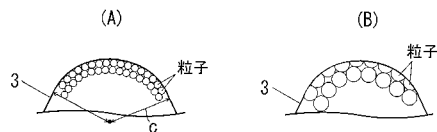
【図 1】



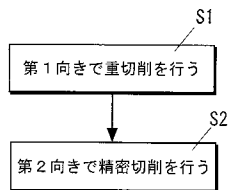
【図 2】



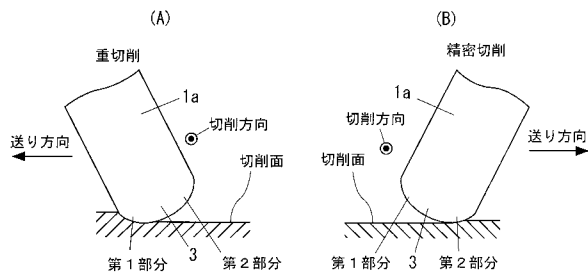
【図 3】



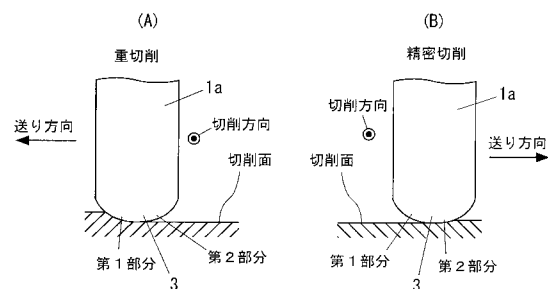
【図 7】



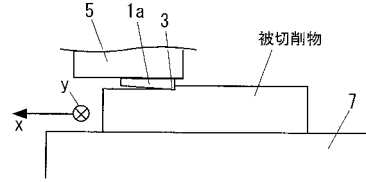
【図 8】



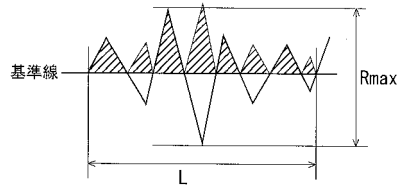
【図 9】



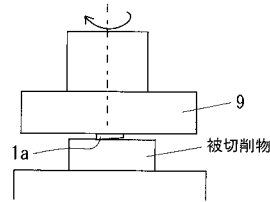
【図 4】



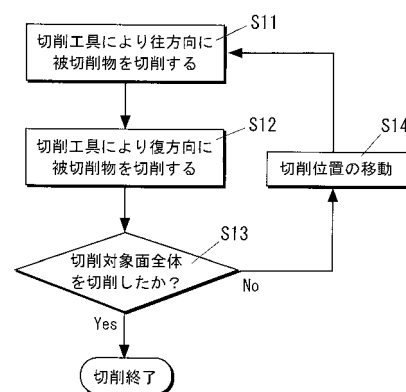
【図 5】



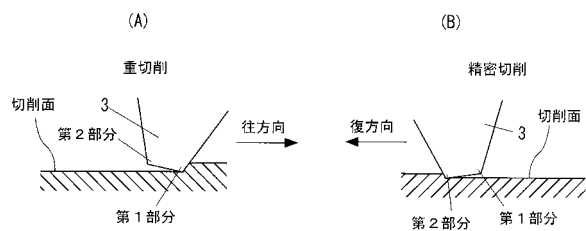
【図 6】



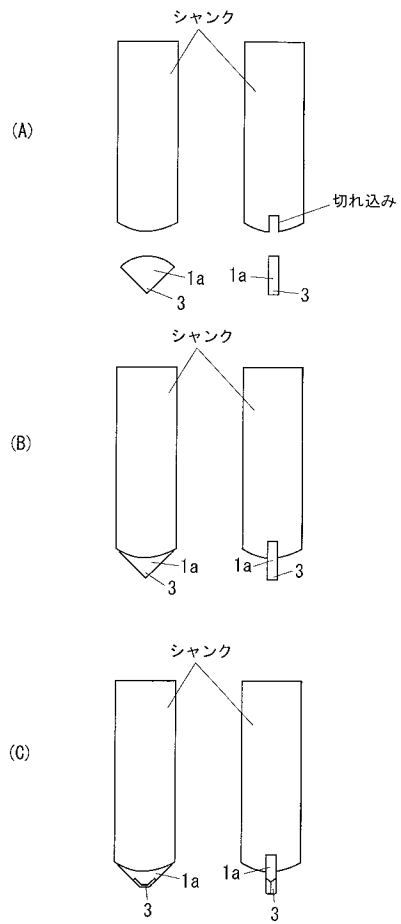
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤崎 和弘
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 山形 豊
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 古城 直道
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 姫野 龍太郎
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 牧野内 昭武
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 樋口 俊郎
埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 独立行政法人理化学研究所内
- (72)発明者 谷口 尚
茨城県つくば市千現一丁目 2 番地 1 独立行政法人物質・材料研究機構内

審査官 村上 哲

- (56)参考文献 特開昭 6 1 - 1 7 9 8 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 1 9 1 6 4 (J P , A)
実開平 0 6 - 0 0 3 5 0 2 (J P , U)
米国特許第 0 6 7 1 2 5 6 3 (U S , B 2)
国際公開第 2 0 0 7 / 0 3 9 9 4 4 (W O , A 1)
特開昭 6 0 - 1 3 5 1 0 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 4 3 9 0 3 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 0 2 5 0 2 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 5 6 0 8 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 3 B 2 7 / 2 0
B 2 3 B 1 / 0 0
B 2 3 B 2 7 / 1 4
C 0 4 B 3 5 / 5 8 3