

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6986232号  
(P6986232)

(45) 発行日 令和3年12月22日 (2021. 12. 22)

(24) 登録日 令和3年12月1日 (2021. 12. 1)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C O 4 B 35/5831 (2006. 01)</b>	C O 4 B 35/5831
<b>B 2 3 B 27/14 (2006. 01)</b>	B 2 3 B 27/14 B
<b>B 2 3 B 27/20 (2006. 01)</b>	B 2 3 B 27/20

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-54333 (P2018-54333)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成30年3月22日 (2018. 3. 22)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2019-167256 (P2019-167256A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43) 公開日	令和1年10月3日 (2019. 10. 3)	(74) 代理人	100139240
審査請求日	令和2年9月29日 (2020. 9. 29)		弁理士 影山 秀一
		(74) 代理人	100113826
			弁理士 倉地 保幸
		(74) 代理人	100204526
			弁理士 山田 靖
		(74) 代理人	100208568
			弁理士 木村 孔一
		(72) 発明者	小口 史朗
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立方晶窒化ほう素基焼結体及びこれからなる切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

立方晶窒化ほう素粒子と結合相からなる立方晶窒化ほう素基焼結体であって、前記焼結体の断面を、前記立方晶窒化ほう素粒子の平均粒径の10倍を1辺とする微小区画に等分し、それぞれの微小区画において立方晶窒化ほう素粒子が占める体積割合を求め、前記焼結体の断面全体に占める立方晶窒化ほう素粒子の平均体積割合(%)をV(%)としたとき、前記微小区画に占める立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が(V-10)(%)以下である微小区画の区画数合計は、微小区画総数の5%以上30%以下であり、また、前記微小区画に占める立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が(V+10)(%)以上である微小区画の区画数合計は、微小区画総数の5%以上30%以下である立方晶窒化ほう素粒子の分布形態を有し、しかも、立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が異なる微小区画が、前記焼結体中でランダムに配置されている焼結組織を有することを特徴とする立方晶窒化ほう素基焼結体。

10

【請求項2】

前記立方晶窒化ほう素基焼結体の断面における立方晶窒化ほう素粒子の平均体積割合V(%)は、40体積%以上75体積%以下であることを特徴とする請求項1に記載の立方晶窒化ほう素基焼結体。

【請求項3】

少なくとも切れ刃が、請求項1または2に記載の立方晶窒化ほう素基焼結体で構成されていることを特徴とする立方晶窒化ほう素基焼結体製切削工具。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高硬度を備える立方晶窒化ほう素（以下、「cBN」で示す）基焼結体及びこの焼結体からなる耐摩耗性と耐チップング性にすぐれたcBN基焼結体製切削工具（以下、「cBN工具」という）に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、鋼、鋳鉄等の鉄系被削材の切削加工には、被削材との親和性の低い工具材料としてcBN基焼結体（以下、「cBN焼結体」という）を用いたcBN工具が知られている

10

。例えば、特許文献1に示すように、cBN含有率が20 - 99体積%であり、第1cBN粒子群と第2cBN粒子群とを有し、該第1cBN粒子群の平均粒径が50µm以上、かつ第2cBN粒子群の平均粒径の5倍以上（望ましくは、第1cBN粒子群の平均粒径が100µm以上、第2cBN粒子群の平均粒径が8µm以下）であり、結合相が、周期律表4a、5a、6a族元素の窒化物、炭化物、硼化物、酸化物、及びこれらの固溶体からなる群から選択される少なくとも一種と、Alの窒化物、硼化物、酸化物、及びこれらの固溶体からなる群から選択される少なくとも一種を含む、もしくはW、Co、Zr、Ni、Cr、Alのうち少なくとも1種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物、硼化物、酸化物からなる、もしくはAlの窒化物、硼化物、酸化物のうち少なくとも1種以上からなるcBN焼結体及びこのcBN焼結体からなるcBN工具が提案されている。

20

## 【0003】

そして、前記cBN焼結体を用いたcBN工具によれば、cBN焼結体中の大粒径のcBN単結晶を切れ刃、もしくは切れ刃の一部とする工具の生産が可能となり、これら大粒径のcBN単結晶の切れ刃を前境界部に用いることにより焼入鋼の高精度加工でより優れた面粗度が得られ、また、cBN単結晶を横境界部に用いることにより、耐熱合金の加工では横境界の溝状の摩耗を抑制し工具寿命の大幅な延長が可能となるとされている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2010 - 229001号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

前記特許文献1に示されるcBN工具によれば、大粒径のcBN単結晶を、cBN工具の切れ刃のどの箇所に配置するかを定めることによって、被削材に求められた表面性状を得ることができるとともに、工具寿命の延長が図られるとされている。

即ち、例えば、切れ刃の前境界部に大粒径のcBN単結晶を配置することによって、焼入鋼の高精度加工においてより優れた加工面精度が得られ、また、切れ刃の横境界部に大粒径のcBN単結晶を配置することによって、耐熱合金の加工で生じる横境界の溝状の摩耗を抑制し工具寿命の大幅な延長が可能となるとされている。

40

しかし、前記特許文献1で提案されているcBN工具では、被削材の種類あるいは加工の形態に応じて、切れ刃の異なる位置に大粒径のcBN単結晶を配置した複数のcBN工具を予め数多く用意しておくことが必要とされ、また、cBN焼結体から大粒径のcBN単結晶を含む部分を切り出すという煩雑な工程が必要となるため、コストがかかるという難点がある。

そこで、切れ刃の部位に応じて大粒径のcBN単結晶を切り出す必要がなく、一種類のcBN焼結体により、複数種の被削材及び加工形態の切削加工に適用し得る汎用性のあるcBN工具、言い換えれば、耐チップング性と耐摩耗性を相兼ね備えたcBN焼結体からなるcBN工具の開発が望まれる。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明者等は、上記課題に鑑み、高硬度を備えるcBN焼結体を提供するとともに、このcBN焼結体からなる耐摩耗性と耐チップング性を兼備したcBN工具を提供すべく、cBN焼結体中のcBN粒子の分布状態に着目し、鋭意研究を進めたところ、次のような知見を得た。

## 【0007】

図1には、従来のcBN焼結体の作製工程の概略の一例を示す。

従来のcBN焼結体の一般的な製法は、cBN焼結体の構成成分であるバインダー（結合相）形成成分、例えば、Ti化合物粉末、金属Al粉末、 $Al_2O_3$ 粉末等、をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを真空焼結して予備焼結体を作製、ついで、これを、ボールミル中で湿式粉碎後乾燥し、ついで、cBN焼結体の主要硬質成分であるcBN粒子とともにボールミル中で湿式混合し、プレス成形により成形体を作製し、これを高压高温条件下で焼結するというものであった。

そして、上記従来法で作製したcBN焼結体におけるcBN粒子の分布状態を測定したところ、cBN焼結体全体にわたりcBN粒子がほぼ均一に分布していることが確認されている。

また、上記cBN焼結体を超硬合金基体にろう付け接合し刃先を形成することにより、cBN工具を作製することができる。

## 【0008】

本発明者らは、cBN焼結体の作製に際し、例えば、図2に示すように、まず、cBN粒子の含有割合（体積%）が相対的に高いcBN焼結体作製用原料粉末をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを真空焼結して予備焼結体Aを作製し、次に、cBN粒子の含有割合（体積%）が相対的に低いcBN焼結体作製用原料粉末をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを真空焼結して予備焼結体Bを作製し、前記予備焼結体A及び前記予備焼結体Bをそれぞれ乾式ボールミルで粒径40 $\mu$ m以下程度に粉碎した後、予備焼結体Aの粉碎粉末Aと予備焼結体Bの粉碎粉末Bとをさらに乾式ボールミルで混合し、ついで、プレス成形により成形体を作製し、この成形体を高压高温条件下で焼結することにより本発明のcBN焼結体を作製した。

そして、上記本発明のcBN焼結体におけるcBN粒子の分布形態を測定したところ、cBN粒子の占める体積割合が多い領域とcBN粒子の占める体積割合が少ない領域がcBN焼結体中に形成されており、cBN焼結体全体にわたるcBN粒子の分布は均一ではなく、不均一な分布形態を示すことを見出した。

そして、cBN粒子の不均一な分布形態示す上記本発明のcBN焼結体について、硬度を測定したところ、cBN含有量および粒径が同じ従来法で作製したcBN粒子がほぼ均一に分布するcBN焼結体に比して、高硬度を示すことを確認した。

さらに、本発明のcBN焼結体を用いてcBN工具を作製し、切削試験を行ったところ、本発明のcBN工具は、耐摩耗性ととも耐チップング性にすぐれることを見出した。

## 【0009】

本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、

「(1)立方晶窒化ほう素粒子と結合相からなる立方晶窒化ほう素基焼結体であって、前記焼結体の断面を、前記立方晶窒化ほう素粒子の平均粒径の10倍を1辺とする微小区画に等分し、それぞれの微小区画において立方晶窒化ほう素粒子が占める体積割合を求め、前記焼結体の断面全体に占める立方晶窒化ほう素粒子の平均体積割合(%)をV(%)としたとき、前記微小区画に占める立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が(V-10)(%)以下である微小区画の区画数合計は、微小区画総数の5%以上30%以下であり、また、前記微小区画に占める立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が(V+10)(%)以上である微小区画の区画数合計は、微小区画総数の5%以上30%以下である立方晶窒化ほう素粒子の分布形態を有し、しかも、立方晶窒化ほう素粒子の体積割合が異なる微小区画が、前記焼結体中でランダムに配置されている焼結組織を有することを特徴とする立方晶窒化ほう

10

20

30

40

50

う素基焼結体。

(2) 前記立方晶窒化ほう素基焼結体の断面における立方晶窒化ほう素粒子の平均体積割合  $V(\%)$  は、40体積%以上75体積%以下であることを特徴とする前記(1)に記載の立方晶窒化ほう素基焼結体。

(3) 少なくとも切れ刃が、前記(1)または(2)に記載の立方晶窒化ほう素基焼結体で構成されていることを特徴とする立方晶窒化ほう素基焼結体製切削工具。」  
を特徴とするものである。

#### 【0010】

本発明について、以下に説明する。

10

#### 【0011】

本発明のcBN焼結体は、cBN粒子と結合相で構成されるが、結合相を構成する成分については、特に制限するものではなく、従来から、通常に使用されている結合相成分であるTi化合物、TiAl化合物、金属Al、 $Al_2O_3$ 等を含有することができる。例えば、TiC、TiN、TiCN等のTi化合物は、焼結性を向上させるとともに焼結体中で連続相を形成して強度を向上させる作用があるが、その配合割合が少なすぎるとは強度の向上を望むことはできず、一方その配合割合が多すぎると、相対的にcBNの含有量が少なくなり、工具すくい面のクレータ摩耗などが生じやすくなることから、これらの観点からその配合量を定めることが望ましい。

#### 【0012】

20

本発明のcBN焼結体は、焼結体中に含有されるcBN粒子の体積割合を特に制限するものではないが、cBN粒子の体積割合が40体積%未満では、焼結体中に硬質物質が少なく、工具として使用した場合に、耐欠損性が低下する。一方、75体積%を超えると、特に、cBN粒子間に結合相では埋めることができない空隙が生成し、これが例えば、クラックの起点となるため、耐チップング性が低下する。

したがって、本発明では、cBN焼結体中に含有されるcBN粒子の体積割合は、40体積%以上75体積%以下とすることが望ましい。

#### 【0013】

本発明のcBN焼結体は、cBN粒子の粒径を特に規定するものではないが、平均粒径が0.2~8.0 $\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。

30

硬質なcBN粒子を焼結体内に含むことにより耐欠損性を高める効果に加えて、平均粒径が0.2~8.0 $\mu\text{m}$ のcBN粒子を焼結体内に分散することにより、工具使用中に工具表面のcBN粒子が脱落して生じる刃先の凹凸形状を起点とする欠損、チップングを抑制するだけでなく、工具使用中に刃先に加わる応力により生じるcBN粒子と結合相との界面から進展するクラック、あるいはcBN粒子が割れて進展するクラックの伝播を焼結体中に分散した所定の粒径のcBN粒子により抑制することにより、すぐれた耐欠損性を有することができる。

したがって、本発明で用いるcBN粒子の平均粒径は、0.2~8.0 $\mu\text{m}$ の範囲とすることが望ましい。

#### 【0014】

40

本発明のcBN焼結体では、焼結体中にcBN粒子が均一に分布しているのではなく、焼結体中でcBN粒子は不均一に分散分布している。言いかえると、本発明のcBN焼結体は、cBN粒子の体積割合が異なる微小区画が、cBN焼結体中でランダムに配置されている焼結組織を有するといえる。より具体的に言えば、cBN焼結体の断面全体に占めるcBN粒子の平均体積割合(%)を $V(\%)$ としたとき、微小区画に占めるcBN粒子の体積割合が $(V-10)(\%)$ 以下である前記微小区画の区画数合計が、微小区画総数の5%以上30%以下であり、かつ、微小区画に占めるcBN粒子の体積割合が $(V+10)(\%)$ 以上である前記微小区画の区画数合計が、微小区画総数の5%以上30%以下であるcBN粒子の分布形態が形成されている場合に、本発明で規定する焼結組織を備えるということである。

50

## 【0015】

そして、本発明のcBN焼結体は、前記の焼結組織を備えることによって、cBN粒子の含有体積割合が多い領域でクラックの進展・伝播が抑制され、また、cBN粒子の含有体積割合が少ない領域では耐摩耗性にすぐれる。

したがって、本発明のcBN焼結体を少なくとも切れ刃に備えたcBN切削工具は、高負荷が作用する切削加工（例えば、合金鋼の断続切削加工）に供した場合、チッピングの発生が抑制されるとともに、すぐれた耐摩耗性（耐逃げ面摩耗性）が発揮されるため、耐チッピング性と耐摩耗性を相兼ね備えたcBN工具を得ることができる。

また、本発明のcBN焼結体に対して例えばピッカーズ硬さ試験を行ったような場合、cBN粒子の体積割合が $(V + 10)$ （%）以上である微小区画がブリッジになって圧痕の広がりを抑えるため、高硬度が得られる。

10

## 【0016】

ここで、cBN焼結体の断面の微小区画に占めるcBN粒子の体積割合の測定法及びcBN焼結体の断面全体に占めるcBN粒子の平均体積割合 $V$ （%）の測定法等について、図3、図4を参照して説明する。

図3は、本発明のcBN焼結体の断面のSEM画像の2値化処理画像一例を示す。

図3に示すように、例えば、1つの観察視野を微小区画に等分割する。このときの微小区画の1辺はcBN粒子の平均粒径の10倍とする。また、1つの観察視野でこの微小区画が200個以上になるように観察視野の倍率を調整する。

例えば、図3で示す観察視野ではcBN焼結体のcBN粒子の平均粒径は約 $1\ \mu\text{m}$ なので、微小区画の1辺の長さは $10\ \mu\text{m}$ となる。

20

また、観察視野の1辺は $150\ \mu\text{m}$ とし、a1～a225区画に等分する。

ここで、cBN粒子の平均粒径は以下のようにして算出する。

まず、SEM像を2値化による画像処理を行うことでcBN粒子を抽出し、そのcBN粒子を抽出した画像で粒子解析を行い、粒子1つ1つのFeret径を測定し、これを各粒子の粒径とした球状近似の体積を算出し、体積積算のD50となるcBN粒子径を平均粒径とする。

## 【0017】

次いで、前記微小区画a1～a225のそれぞれについて、それぞれの微小区画内に存在するcBN粒子が占める体積割合 $v_1 \sim v_{225}$ （%）を求める。

30

ここで、前記微小区画a1～a225に存在するcBN粒子の体積割合 $v_1 \sim v_{225}$ （%）は、cBN粒子の平均粒径の算出と同様に、SEM画像を2値化による画像処理を行うことでcBN粒子を抽出し、そのcBN粒子を抽出した画像で粒子解析を行い、cBN粒子の占める面積割合を求め、これを体積割合とし、前記微小区画a1～a225に存在するcBN粒子の体積割合 $v_1 \sim v_{225}$ （%）を求める。

また、cBN焼結体の断面全体に占めるcBN粒子の平均体積割合 $V$ （%）は前記微小区画a1～a225のcBN粒子の体積割合の平均値とする。

なお、図3の場合は、 $V = 62.5$ （%）である。

## 【0018】

次いで、図4として示すように、微小区画でcBN粒子が占める体積割合（%）を縦軸とし、それぞれのcBN粒子体積割合（%）を有する微小区画の視野全体に対する割合の積算数を横軸として、グラフを描画し、および $(V + 10)$  %以上である微小区画の割合（%）を得る。

40

## 【0019】

また、前記の観察・測定を、少なくとも4箇所の観察領域（微小区画総数としては900区画以上）で実施し、これら複数個所で求めた値の平均値を、微小区画総数に対する $(V - 10)$  %以下である微小区画の区画数合計の割合（%）とし、また、微小区画総数に対する $(V + 10)$  %以上である微小区画の区画数合計の割合（%）とする。

## 【0020】

そして、前記微小区画総数に対する $(V - 10)$  %以下である微小区画の区画数合計の割

50

合が5%以上30%以下であり、かつ、前記微小区画総数に対する(V+10)%以上である微小区画の区画数合計の割合が5%以上30%以下である本発明のcBN焼結体は、高硬度を有し、また、本発明のcBN焼結体を少なくとも切れ刃に備えたcBN切削工具は、高負荷が作用する切削加工(例えば、合金鋼の断続切削加工)において、すぐれた耐チップング性と同時にすぐれた耐摩耗性(耐逃げ面摩耗性)を発揮する。

なお、仮に、微小区画総数に対する(V-10)%以下の微小区画の区画数合計の割合が5%未満であった場合には、耐摩耗性が不十分であり、さらに高含有量cBN焼結体の場合、境界部分に溝状の摩耗が生じる。30%より多い場合には、刃先稜線の摩耗が早く、かつチップングが生じやすくなる。

また、微小区画総数に対する(V+10)%以上の微小区画の区画数合計の割合が5%未満であった場合には、cBN粒子によるクラック進展および伝搬の抑制効果が十分に得られず、30%より多い場合には、耐摩耗性が悪く逃げ面摩耗の進行が早くなってしまう。そのため、これらを切削工具とした場合の耐チップング性、耐摩耗性が不十分となり、寿命が短くなってしまう。

また、微小区画総数に対する(V-10)%以下である微小区画の区画数合計の割合は、7%以上25%以下であることが好ましく、10%以上20%以下であることがより好ましい。

また、微小区画総数に対する(V+10)%以上である微小区画の区画数合計の割合は、7%以上25%以下であることが好ましく、10%以上20%以下であることがより好ましい。

#### 【0021】

本発明のcBN焼結体は、例えば、次の工程によって作製することができる。

図2に工程概略図を示す。

まず、cBN粒子の含有割合(体積%)が相対的に高いcBN焼結体用原料粉末A(例えば、cBN粒子:75体積%、結合相形成用原料としてのTi化合物粉末、金属Al粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末)をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを圧力:1Pa以下、温度:1000、保持時間:30分間の真空焼結を行って予備焼結体Aを作製し、次に、cBN粒子の含有割合(体積%)が相対的に低いcBN焼結体用原料粉末B(例えば、cBN粒子:65体積%、結合相形成用原料としてのTi化合物粉末、金属Al粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末)をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを、cBN焼結体用原料粉末Aと同様な条件で真空焼結して予備焼結体Bを作製し、さらに、cBN粒子の含有割合(体積%)が相対的により低いcBN焼結体用原料粉末C(例えば、cBN粒子:50体積%、結合相形成用原料としてのTi化合物粉末、金属Al粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末)をボールミル中で湿式混合後乾燥し、これを、cBN焼結体用原料粉末A、Bと同様な条件で真空焼結して予備焼結体Cを作製する。

ついで、前記予備焼結体A、前記予備焼結体B及び前記予備焼結体Cをそれぞれ乾式ボールミルで粒径40μm以下程度に粉碎した後、予備焼結体Aの粉碎粉末Aと予備焼結体Bの粉碎粉末Bと予備焼結体Cの粉碎粉末Cの混合粉末をさらに乾式ボールミルで混合し、プレス成形により成形体を作製し、この成形体を圧力:3~8GPa、温度:1000~1800、保持時間:30分間の高圧高温条件下で焼結することにより本発明のcBN焼結体を作製することができる。

なお、上記の例では、cBN粒子の含有割合(体積%)が異なるcBN焼結体用原料粉末A、B、Cの3種類の原料粉末を使用した。使用する原料粉末の種類は3種類に限定されるものではなく、所望のcBN粒子の分布形態に応じて、2種類あるいは4種類以上の原料粉末を用いることもできる。

#### 【0022】

また、本発明のcBN工具は、前記で作製したcBN焼結体を、超硬合金からなる母材にろう付け接合することによって作製することができる。

本発明のcBN工具は、前記した焼結組織を有することから、切削加工に際し、すぐれた耐摩耗性とともなすぐれた耐チップング性を備えることから、工具寿命の延命化が図られ

10

20

30

40

50

る。

【発明の効果】

【0023】

上記のとおり、本発明のcBN焼結体は、その断面を微小区画に区分し、各微小区画におけるcBN粒子の体積割合を測定したとき、cBN粒子の平均体積割合V(%)に比して、cBN粒子の体積割合が少ない区画数が5%以上30%以下であり、一方、cBN粒子の体積割合が多い区画数が5%以上30%以下であるようなcBN粒子の分布形態を有することから、高硬さを有し、また、少なくとも切れ刃が本発明のcBN焼結体により構成された本発明のcBN工具は、合金鋼等の断続切削という切削条件であっても、すぐれた耐チップング性と耐摩耗性を発揮し、切削工具の長寿命化が図られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】従来のcBN焼結体の作製工程の概略説明図である。

【図2】本発明のcBN焼結体の作製工程の概略説明図である。

【図3】本発明のcBN焼結体の断面のSEM画像の2値化処理画像の一例を示す。

【図4】cBN焼結体の断面の微小区画でcBN粒子が占める体積割合(%)を縦軸とし、それぞれのcBN粒子体積割合(%)を有する微小区画の視野全体に対する割合の累積数を横軸とする、cBN焼結体におけるcBN粒子の分布形態を表すグラフの一例を示す。

【発明を実施するための形態】

20

【0025】

以下に、本発明を実施例に基づいて説明する。

【実施例】

【0026】

(a) まず、cBN焼結体を作製するための原料粉末として、表1に示すようにcBN含有量が異なる各種の原料粉末a~gを用意した。なお、cBN粒子の分布形態特性が与える影響をわかりやすくするために、平均粒径1 $\mu$ mのcBN原料粉末を使用し原料粉末a~gのいずれにおいても、結合相形成用の原料粉末はすべてTiN粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末、Al粉末からなる同じ混合粉末を使用し、結合相中における質量比率が同じになるように配合した。

30

(b) 次に、表1に示される原料粉末a~gの内から、相対的にcBN粒子の含有体積割合が多い原料粉末を表2に示す原料粉末Aとして選択し、また、同じく前記原料粉末a~gの内から、相対的にcBN粒子の含有体積割合が少ない原料粉末を表2に示す原料粉末B、さらに、相対的にcBN粒子の含有体積割合がより少ない原料粉末を表2に示す原料粉末Cとして選択した。

(c) 次に、まず、原料粉末Aの結合相成分の原料粉末のみを超硬合金製ボールと有機溶剤とともに、超硬合金製ポットに封入してボールミル中で湿式混合し、ついで、これを乾燥した後、1ton/cm<sup>2</sup>の加圧力でプレス成形し、圧力：1Pa以下、温度：1000、保持時間：30分間の真空焼結を行ったのち、再度超硬合金製ボールと有機溶剤とともに、超硬合金製ポットに封入してボールミル中で湿式粉碎を行い任意の粒径まで粉碎し、さらにcBN原料粉末を表1に示される配合になるように投入して湿式混合を行う。ついで、これを乾燥した後、1ton/cm<sup>2</sup>の加圧力でプレス成形し、圧力：1Pa以下、温度：1000、保持時間：30分間の真空焼結を行って予備焼結体Aを作製し、ついで、この予備焼結体Aを乾式ボールミル中で平均粒径40 $\mu$ m以下に粉碎し、粉碎粉末Aを作製した。

40

(d) 次に、原料粉末Bおよび原料粉末Cについても、前記工程(c)と同様な処理を施し、平均粒径40 $\mu$ m以下に粉碎された粉碎粉末Bおよび粉碎粉末Cを作製した。

(e) 次に、前記粉碎粉末Aと粉碎粉末Bおよび粉碎粉末Cを表に示す配合比率で超硬合金製ボールに装入し、乾式ボールミル混合を行い、得られた混合粉末を1ton/cm<sup>2</sup>の加圧力でプレス成形して成形体を作製し、この成形体を、圧力：3~8GPa、温度

50

: 1000 ~ 1800、保持時間: 30分間の範囲内の条件で高圧高温焼結することにより、表2に示す本発明のcBN焼結体(「本発明焼結体」という)1~8を作製した。ここでも、cBN粒子の分布形態特性が与える影響をわかりやすくするために、cBN粒子の平均体積割合Vの目標値が65.0体積%になるように、粉碎粉末の配合比率を調整した。

【0027】

比較のため、表1に示す配合比率で実施例と同工程を用いて表3に示す比較例焼結体1~4を作製した。

【0028】

本発明焼結体1~8と比較例焼結体1~4について、その断面のSEM画像を取得し、以下の手順で、cBN焼結体中におけるcBN粒子の分布形態を測定した。

即ち、cBN焼結体について、150 $\mu$ m $\times$ 150 $\mu$ mの断面領域を一つの観察領域として選定し、この観察領域を、10 $\mu$ m $\times$ 10 $\mu$ mの微小区画a1~a225に等分した。そして、前記微小区画a1~a225のそれぞれについて、それぞれの微小区画内に存在するcBN粒子が当該微小区画に占める体積割合v1~v225(%)を求めた。

また、このv1~v225の平均値を算出することでcBN焼結体の断面全体に占めるcBN粒子の平均体積割合Vを求めた。

次いで、微小区画でcBN粒子が占める体積割合(%)を縦軸とし、それぞれのcBN粒子体積割合(%)を有する微小区画の累積数を横軸として、グラフを描画した。

このグラフから、(V-10)%以下である微小区画の区画数合計を求め、微小区画総数(=225)に対する(V-10)%以下である微小区画の区画数合計の割合(%)を算出した。

また、(V+10)%以上である微小区画についても、微小区画総数(=225)に対する(V+10)%以上である微小区画の区画数合計の割合(%)を算出した。

そして、前記の測定を、4箇所の観察領域で実施し、これら複数個所で求めた値の平均値から、cBN粒子の平均体積割合V(%)を求め、また、微小区画総数に対する(V-10)%以下である微小区画の区画数合計の割合(%)及び微小区画総数に対する(V+10)%以上である微小区画の区画数合計の割合(%)を求めた。

表2、表3に、これらの値を示す。

なお、図3は、本発明焼結体1のSEM画像及び150 $\mu$ m $\times$ 150 $\mu$ mの断面領域を、10 $\mu$ m $\times$ 10 $\mu$ mの微小区画a1~a225に等分した一例であり、また、図4は、本発明焼結体1について描画したグラフの一例である。

【0029】

本発明焼結体1~8と比較例焼結体1~4の断面について、試験力5kgfでビッカース硬さ試験を実施することによりビッカース硬さを求め、5箇所の領域で測定した値を平均し、本発明焼結体1~8、比較例焼結体1~4の硬さとした。

表2、表3に、これらの値を示す。

【0030】

10

20

30

【表 1】

原料粉末種別	cBN粒子の含有量(体積%)	結合相成分	
原料粉末	a	50	残部
	b	55	残部
	c	60	残部
	d	65	残部
	e	70	残部
	f	75	残部
	g	80	残部

10

【 0 0 3 1 】

【表 2】

種別	原料粉末の組合せ(各粉末の配合比率(体積%))			cBN粒子の平均体積割合V(体積%)	(V-10)%以下である微小区画数割合(%)	(V+10)%以上である微小区画数割合(%)	硬さ(HV)	
	原料粉末A	原料粉末B	原料粉末C					
本発明焼結体	1	f 18	d 73	a 9	62.5	12.7	17.9	3380
	2	e 42	d 41	b 17	62.9	9.5	11.3	3376
	3	e 67	c 20	a 13	62.8	15.9	14.3	3365
	4	f 20	d 50	c 30	63.0	7.3	18.4	3406
	5	e 33	d 34	c 33	62.5	7.0	11.0	3348
	6	e 7	d 72	c 21	61.8	6.5	8.9	3312
	7	f 29	d 42	b 29	62.5	12.1	26.3	3421
	8	g 22	d 43	b 35	62.3	14.3	21.1	3390

20

30

40

(注1)「原料粉末の組合せ」の欄の下段の数値は、各粉末の配合比率(体積%)を示す。

(注2)「硬さ(HV)」は、荷重5kgfにおけるピッカース硬さ。

【 0 0 3 2 】

50

【表 3】

種 別	原料粉末の組合せ (各粉末の配合比率 (体積%))			cBN粒子の 平均体積 割合V (体積%)	(V-10)% 以下である 微小区画数 割合(%)	(V+10)% 以上である 微小区画数 割合(%)	硬さ (HV)	
	原料 粉末 A	原料 粉末 B	原料 粉末 C					
比較例 焼結体	1	d 100	—	—	62.7	0	0	3200
	2	g 43	d 14	a 43	62.5	37.0	37.3	3221
	3	g 36	c 29	b 35	62.1	14.2	33.1	3243
	4	g 32	e 22	a 46	61.8	32.0	15.2	3164

10

(注)「硬さ(HV)」は、荷重5kgfにおけるピッカース硬さ。

20

## 【 0 0 3 3 】

次に、前記本発明焼結体 1 ~ 8 及び比較例焼結体 1 ~ 4 を、W C 基超硬合金基体に取り付け、950 で A g - 26 質量% C u - 5 質量% T i 系ろう材でろう付し、上下面および外周研磨およびホーニング処理を施すことにより、I S O 規格 C N G A 1 2 0 4 0 8 の本発明の c B N 焼結体製切削工具(「本発明工具」という) 1 ~ 8 及び比較例の c B N 焼結体製切削工具(「比較例工具」という) 1 ~ 4 を作製した。

## 【 0 0 3 4 】

上記の本発明工具 1 ~ 8 および比較例工具 1 ~ 4 について、以下の切削条件で切削加工試験を実施し、衝撃回数：2500 回経過後の逃げ面摩耗量を測定するとともに、工具寿命までの衝撃回数および最終刃先損耗状態等を観察した。

30

## 《切削条件》

被削材：J I S ・ S C M 4 2 0 の ( H R C 5 8 - 6 2 ) 丸棒

(ただし、被削材の軸方向に等間隔で 2 本のスリットあり)

切削速度：150 m / m i n、

送り：0.15 m m / r e v、

切込み：0.15 m m、

の条件での、外周加工の乾式断続切削加工試験を行った。

表 4 に、切削加工試験の結果を示す。

## 【 0 0 3 5 】

40

【表 4】

種別	逃げ面 摩耗幅 (mm)	衝撃回数 (回)	切れ刃の 損傷状態	種別	逃げ面 摩耗幅 (mm)	衝撃回数 (回)	切れ刃の 損傷状態		
本 発 明 工 具	1	0.028	5,100	正常摩耗	比 較 例 工 具	1	0.046	3,200	欠損
	2	0.030	5,100	チップング		2	0.051	3,820	欠損
	3	0.026	4,800	正常摩耗		3	0.053	3,510	チップング
	4	0.037	5,300	正常摩耗		4	0.038	3,160	欠損
	5	0.032	4,800	チップング					
	6	0.036	4,500	チップング					
	5	0.038	5,300	チップング					
	6	0.031	5,130	チップング					

10

【 0 0 3 6 】

表 2、表 3 に示される結果から、本発明焼結体は、比較例焼結体に比して、高い硬さを有することがわかる。

また、表 4 に示される結果から、本発明工具は、比較例工具に比して、耐摩耗性(耐逃げ面摩耗性)にすぐれ、さらに、チップング等の耐異常損傷性にもすぐれることがわかった。

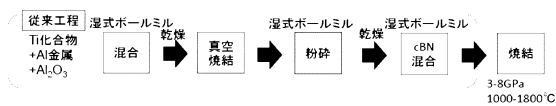
【産業上の利用可能性】

20

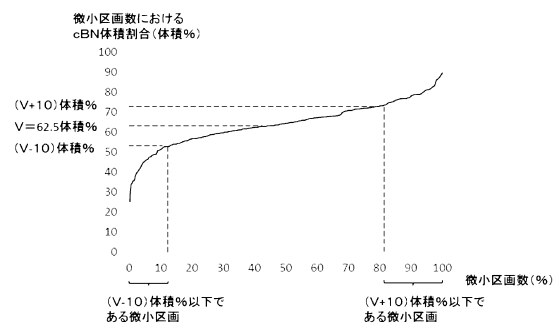
【 0 0 3 7 】

上述のように、この発明の c B N 工具は、耐摩耗性と耐チップング性にすぐれ、切削加工装置の高性能化、並びに切削加工の省力化および省エネ化、低コスト化に十分満足に対応できるものである。

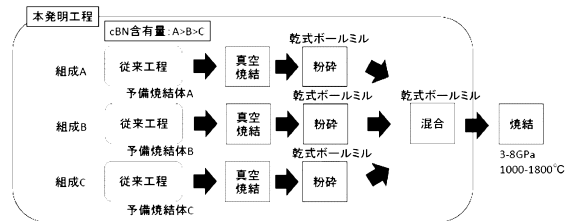
【 図 1 】



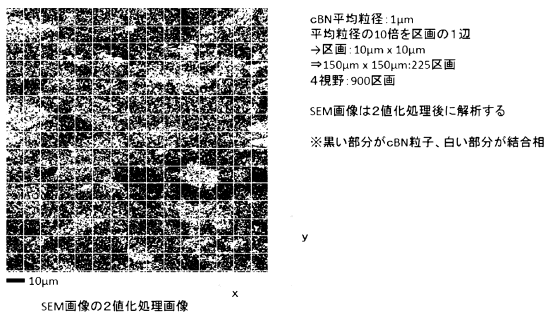
【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 宮下 庸介  
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
- (72)発明者 矢野 雅大  
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
- (72)発明者 門馬 征史  
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

審査官 浅野 昭

- (56)参考文献 特開2016-150430(JP,A)  
特開平05-004102(JP,A)  
特開平05-004101(JP,A)  
特開平09-011006(JP,A)  
特表2007-523043(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 35/5831  
B23B 27/14  
B23B 27/20