

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

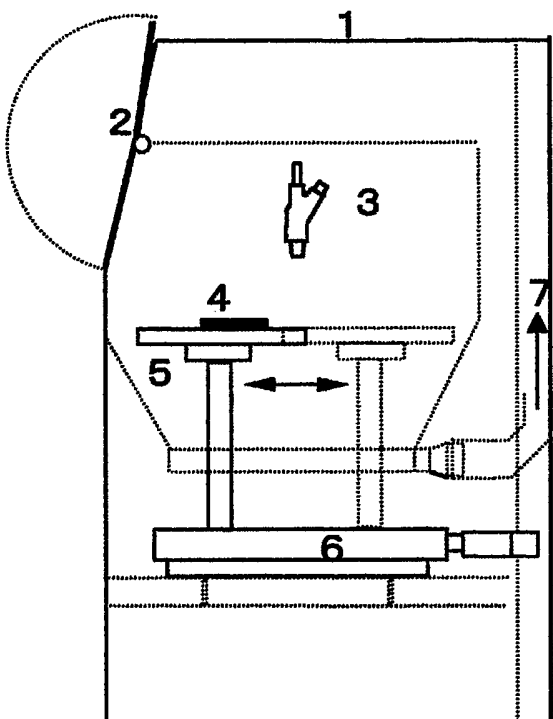
(10) 国際公開番号
WO 2004/103615 A1

- (51) 国際特許分類: B23B 27/14, (72) 発明者: および
B23C 5/16, B23B 51/00, C04B 35/80 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂 公恭
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007042 (SAKA, Hiroyasu) [JP/JP]; 〒487-0017 愛知県 春日
(22) 国際出願日: 2004 年 5 月 18 日 (18.05.2004) 井市 高座台 1 丁目 5 番 5 3 Aichi (JP). 文 元振
(25) 国際出願の言語: 日本語 (MOON, Won-Jin) [KR/JP]; 〒812-0063 福岡県 福岡市
(26) 国際公開の言語: 日本語 東区 原田 4 丁目 6-1 9 フローレスきやま 2-4 0 3
(30) 優先権データ: 特願 2003-147171 2003 年 5 月 26 日 (26.05.2003) JP Fukuoka (JP). 内村 勝次 (UCHIMURA, Shouji) [JP/JP];
〒458-0833 愛知県 名古屋市 緑区 青山二丁目
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立 1 4 5 番地 Aichi (JP). 伊藤 俊朗 (ITO, Toshiro)
行政法人 科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND [JP/JP]; 〒442-0068 愛知県 豊川市 諏訪 4 丁目 6 1 番
TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉 地 Aichi (JP).
県 川口市 本町 4 丁目 1 番 8 号 Saitama (JP). 国立大学 地 Aichi (JP).
法人 名古屋大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPO- (74) 代理人: 宮本 晴視 (MIYAMOTO, Harumi); 〒105-0001
RATION NAGOYA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒464-8601 東京都 港区 虎ノ門一丁目 1 9 番 1 4 号 邦楽ビル 7 階
愛知県 名古屋市 千種区 不老町 1 番 Aichi (JP). 新 Tokyo (JP).
東工業株式会社 (SHINTOKOGYO LTD.) [JP/JP]; 〒 Tokyo (JP).
466-0833 愛知県 名古屋市 中村区 名駅三丁目 2 8 番
1 2 号 Aichi (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): 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, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR TOUGHENING SURFACE OF SINTERED MATERIAL CUTTING TOOL AND SINTERED MATERIAL CUTTING TOOL HAVING LONG LIFE

(54) 発明の名称: 焼結体切削工具の表面強靱化方法及び高寿命焼結体切削工具



(57) Abstract: A ceramic sintered material cutting tool, characterized in that it has a dislocation structure which formed on the surface thereof in a straight line form and distributed uniformly in a dislocation density of 1×10^4 to $9 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$. The cutting tool is improved in a fracture toughness value and the resistance to thermal shock and thus has a prolonged life. The above cutting tools include, in particular, a twist drill and a throw away tip.

(57) 要約: セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1 \times 10^4 \sim 9 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ の組織を有することを特徴とする破壊靱性値や耐熱衝撃性を改善した高寿命セラミックス焼結体切削工具、特にドリル、刃先交換チップ(スローアウェイチップ)。



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

焼結体切削工具の表面強靱化方法及び高寿命焼結体切削工具

技術分野

本発明は、常温の塑性加工であるショットブラスト処理によって、セラミックス焼結体切削工具の表面近傍に均一に分布した直線状の転位組織を形成させて、前記セラミックス焼結体切削工具の破壊靱性値、耐欠損性や耐熱衝撃性を改善し、前記セラミックス焼結体切削工具の表面を強靱化する方法並びに製品表面に均一に分布した直線状の転位組織を形成させたことを特徴とする表面強靱化セラミックス焼結体切削工具に関する。

背景技術

近年、産業界の高速・高能率加工に対する要求が高まり、工作機械の進歩も著しい。それに伴い機械の回転速度の向上により、機械の工具刃先温度の上昇など、セラミックス工具が適用される範囲が拡大し、セラミックス工具の開発がされている。特に、ドリル、エンドミル、バイトあるいは各種の工具に着脱自在に取付けられるスローアウェイチップ等の切削工具の用途においては、セラミックス材料が耐熱性、耐摩耗性が高く、化学的にも安定であることより高速切削が可能な工具材料として有望視され、鋳鉄の切削加工用の工具の作製に利用されている。現在、切削工具のセラミックス工具の割合は10%程度に達している。

しかしながら、セラミックス材料は脆性材料であり、欠けや割れ

2

やすいという弱点がある。要求される大事な特性として耐摩耗性と耐欠損性（破壊靱性）がある。耐摩耗性が悪いと切削工具を頻繁に交換するため生産性が悪くなる。また、耐欠損性が悪いと切削加工中に焼結体が欠損して被削材の加工面を傷つけることになる。切削効率を向上させるためにも、その切刃の寿命が長く長期の使用に耐え得る信頼性が重要である。

このため、従来より超合金やセラミックス等の材質からなるこの種の切削工具においては、切刃部分に局部的に立方晶窒化ホウ素や焼結ダイヤモンド等の超高圧焼結体を組み込んだり、特殊な熱処理を施したり、あるいは炭化チタン、窒化チタン、アルミナ、ダイヤモンドライクカーボン等のコーティング処理を施したりすることにより、当該切刃部分の耐摩耗性や耐食性を向上させて長寿命化を図っている。

特開平4-331070号公報（文献1）には、超合金、焼き入れ合金鉄のSKH（高速工具鋼）、SKD（合金工具鋼）、機械構造用炭素鋼SCMなどの材料からなる切削工具の表面に圧力3～10Kg/cm²の範囲の気体流と共に粒度が300（約50μm）～800メッシュ（約20μm）の球状の研磨材を吹き付けて、前記工具の表面組織を微細化、緻密化して長寿命化する方法に関する発明が記されている。本発明者らは、特願2002-300765号（2002年10月15日出願、文献2）において、セラミックス製品の強靱化の方法として、セラミックス製品にビッカース硬度（HV）500以上で前記セラミックス製品の硬度+50（HV）以下の平均粒径サイズ0.1μm～200μmの表面が凸曲面の微粒子からなる噴射材を用いて、前記セラミックス製品の表面に均一

3

に分布した直線状の転位組織を形成させて表面が強靱化したセラミックス製品を得る方法及び前記表面が強靱化したセラミックス製品の発明を提案している。また、W. Pfeiffer and T. Frey. “Shot Peening of Ceramics: Damage or Benefit”, Ceramic forum international Cfi/Ber. DkG 79 No. 4, E25(2002) (文献3) にはセラミックスのショットブラスト処理による強靱化に関し、ブラスト材、ブラスト圧などと強靱化特性の相関について考察されている。しかしながら、ショットブラスト処理条件を、透過型電子顕微鏡により測定される均一に分布した直線状の転位の転位密度の生成と耐熱衝撃性との関連で設定することについては言及していない。

近年、鋳鉄や耐熱合金などの切削条件はより厳しくなり、粗旋削加工やフライス加工では1000m/分を超す高速切削速度が要求されるようになってきている。また、高速切削では刃先が1000℃以上の高温になり(「セラミックス工学ハンドブック(第2版)」(応用) 社団法人日本セラミックス協会編、2002年3月31日技報堂出版発行、頁1285-1292、特に第1290頁、文献4)、その状態で繰り返し断続切削加工を行うことになり、高い耐熱衝撃性も要求される。しかしながら、このような過酷な高速切削条件に対しては、従来の切刃部分に超高压焼結体を組み込んだり、あるいは高硬度皮膜をコーティング処理した切削工具では、欠損、コーティング皮膜の剥離等を生じその要求に十分応えられないという問題がある。

本発明の課題は、前記切削加工などで要求される耐熱性及び使用寿命などを改善した工具類を製造する方法及び前記特性の改善された工具類を提供することである。

4

そこで、前記課題を解決すべく、前記文献2で本発明者らが開示した技術がセラミックス焼結体切削工具の前記特性の改善に適用できないか検討したところ、破壊靱性値、耐欠損性、耐熱性などが改善され、これにより使用寿命などが改善された切削工具類が得られることを見出し、前記課題を解決することができた。

発明の開示

本発明の第1は、(1)セラミックス焼結体切削工具に、ビッカース硬度(HV)500以上で前記焼結体切削工具の硬度+50(HV)以下の平均粒子サイズ $0.1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の表面が凸曲面の微粒子からなる噴射材を用いて、前記焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位組織を形成させる前記セラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法である。好ましくは、(2)塑性加工を噴射圧 $0.1\sim 0.5\text{MPa}$ 、噴射速度 $20\text{m/sec}\sim 250\text{m/sec}$ 、噴射量 $50\text{g/分}\sim 800\text{g/分}$ 、噴射時間 0.1秒/cm^2 以上 60秒/cm^2 以下で行う前記(1)に記載のセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法であり、より好ましくは、(3)セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1\times 10^4\sim 9\times 10^{13}\text{cm}^{-2}$ の範囲となる転位組織を形成する前記(1)または(2)に記載のセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法である。

本発明の第2は、(4)セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1\times 10^4\sim 9\times 10^{13}\text{cm}^{-2}$ の組織を有することを特徴とする高寿命セラミックス焼結体切削工具である。

図面の簡単な説明

第1図は、X-Yテーブル駆動部6によりX-Y方向に移動可能なテーブル5からなる製品保持部材に保持した被処理品である焼結切削工具製品4に向けて、前記被処理品に適した選択された塑性加工噴射材を、噴射ノズル3から噴射圧、塑性加工噴射材の噴射量Bなどを制御して噴射することが可能である。前記テーブル5の移動に替えて噴射ノズルをX-Y方向に移動可能としてもよい。使用された塑性加工噴射材は回収装置7により回収され、劣化したブラスト材と分離され、再使用される。前記噴射材は、気体と共にまたは液体ホーニングのように液体と共に噴射することができる。これらはキャビネット扉2付きのキャビネット1に収納されている。

本発明をより詳細に説明する。

I. 切削工具に噴射処理を行うための装置としては、前記文献2に記載のものを挙げることができる。前記文献2に記載の装置は、微粒子の定量供給により加工精度の安定化が可能な新東ブレーター(株)製マイクロブラスターMBI型装置(ノズル径: 8φmm、噴射距離: 150mm)である。本発明での塑性加工(ショットブラスト処理)は、基本的には前記文献2に記載の方法が適用できる。すなわち、被処理セラミックス製品の表面に疵をつけない様に噴射圧、噴射速度、噴射量、噴射時間など噴射処理条件を調整し、また、噴射処理に使用する微粒子は、被処理製品を疵付けない表面形状で、ビッカース硬度(HV)が前記被処理セラミックス製品を構成する材料(より低い)の硬度との関連で選択されたものが使用される。

6

本発明においては、前記文献 2 の技術に対し、表面を強靱化したセラミックスを素材とする焼結セラミックス切削工具を製造する技術であり、例えば、窒化珪素の施削用の「SNGN120408 型」スローアウェイチップを被強靱化処理セラミックス焼結体として使用し、その寿命特性を前記強靱化処理によって改善した前記製品を得るものである点に特徴がある。

被強靱化処理セラミックス焼結体切削工具の例としては、窒化珪素、アルミナなどのセラミック製、及び超硬、サーメット、高硬度材料分散超硬合金などの複合材料等の材料製のものを挙げることができる。

II. 前記のように、第 1 図において、X-Y 方向に移動可能なテーブル 5 からなる製品保持部材に保持した被処理品である焼結切削工具製品 4 に向けて、前記被処理品に適した選択された塑性加工噴射材を、噴射ノズル 3 から噴射圧、塑性加工噴射材の噴射量 Bなどを制御して噴射する。前記処理に替えて噴射ノズルを X-Y 方向に移動可能としても同様の効果が得られる。使用された塑性加工噴射材は回収装置 7 により回収され、劣化したブラスト材と分離され、再使用される。前記噴射材は、気体と共にまたは液体ホーニングのように液体と共に噴射することができる。噴射速度 20 m/sec ~ 250 m/sec の限定は、噴射加工を破壊靱性値の測定時の条件の、噴射材を試料表面に垂直に噴射するときの条件である。また、噴射速度の下限は塑性加工（ショットブラスト）処理の作業性の観点からの限定であり、上限はチッピングの発生などの不都合が起こらない範囲を限定するものである。

III、塑性加工噴射材の粒径も焼結切削工具製品の破壊靱性値

K_{IC} の向上に関連する重要なファクターである。また、粒径は小さいほど表面形状が複雑なセラミックス製品の本発明の塑性加工による処理が容易になる。

前記機能的には表面強靱化組織形成塑性加工である塑性加工噴射処理は、塑性加工噴射材のサイズ、硬度、噴射圧、噴射量、又はこれらの組み合わせをかえて前記被加工セラミックス製品に要求される特性を考慮して設計することが好ましい。

実施例

本発明の前記強靱化加工法により製造された強靱化セラミックス製品の特性を調べるのに用いられた測定機器、評価方法は以下のとおりである。

a. 転位密度およびその組織：TEM観察用の薄膜試料を集束イオンビーム装置（Hitachi F-2000）で作製し、透過型電子顕微鏡（TEM）、日本電子（株）製JEOL-200CX（加速電圧200kV）により組織観察を行う。転位密度は、単位体積あたりの転位の長さを求めることによって得られ、具体的には、

（1）薄膜試料の厚さを測定、（2）転位密度を測定する場所のTEM観察像を得る、（3）TEM観察像から単位面積に含まれる転位の長さを測定する、という過程を経て転位密度を測定した。

b. 破壊靱性値の測定；JIS R 1607に記載の破壊靱性試験法（IF法）により、破壊靱性値を測定した。

試験片は、先ず表面粗さ0.2S以下となるように#600、#1000、#3000のダイヤモンド研磨紙、さらに1 μ mアルミナ懸濁液で順次研磨処理した。

8

ビッカース硬度計を使用し、押し込み荷重条件を試験片材質の種類により最適値、5 k g f、10 k g f 及び50 k g f の条件から選択した。荷重保持時間は15 s e cとした。

圧痕長さと圧痕4角から発生する亀裂長さ(2 c、単位 m)を測定することによって破壊靱性値を、下記の計算式により算出した。

$$K_{Ic} = 0.018 (E / HV)^{1/2} (P / c^{3/2})$$

ここで、 K_{Ic} は破壊靱性値(M P a · m^{1/2})、Eはヤング率(P a)、HVはビッカース硬さ(P a)、Pは押し込み荷重(N)、cは亀裂長さの半分(m)である。

c. 得られた焼結セラミックス切削工具の耐欠損性の評価：S N G N 1 2 0 4 0 8、チャンファ0.085のチップ状の試料を用いて、鋳鉄(種類記号；F C 2 0 0)を被削材とする。乾式下、切削速度；150 m m / 分、切り込み；2.0 m m、送り速度；1.0 m m / 分の条件にて欠損が生ずるまで切削を行った。欠損が生ずるまでのワークの加工山数が、20個以上のものを◎(優秀)、10～19個のものを○(良好)、9個以下のものを×(不合格)とした。以下の実施例において前記表示により記載した。尚、加工山数とは、ワークに多数溝を設けて作った山をチップ状の試料を用いて連続で切削する際、試料が欠損せずに切削できた山の数をいう。

ここで「S N G N 1 2 0 4 0 8型」とは、I S O 1 8 3 2表示によるネガチップ形状「スローアウェイチップの呼び方」に従って付けられるチップの寸法等を示す記号である。ここで、「S」は形状記号であり、試料形状が正方形であることを示す。続く「N」は逃げ角記号であり、逃げ角が0°であることを示す。続く「G」は精度記号であり、寸法許容差(単位；m m)が、内接円直径で

±0.025、チップ厚さで±0.13、コーナー高さで±0.025であることを示す。続く「N」は溝・穴記号であり、穴・溝が共に無い形状であることを示す。続く「12」は切刃長さ記号であり、内接円直径（単位；mm）が12.70であることを示す。続く「04」は厚さ記号であり、厚み（単位；mm）が4.76であることを示す。末尾の「08」はコーナー記号であり、コーナー半径（単位；mm）が0.8であることを示す。

d. 耐熱衝撃性の評価：JIS試験片サイズ（3×4×40mm）の角辺テストピースを用いて、上記セラミックス材料の耐熱衝撃性に関して実験を行った。JIS規格に規定されている熱衝撃試験（JIS R1615）に基づき、加熱され膨張したテストピースを、水中（30℃）に投下する。この時、テストピースの水に接している面は水に冷やされて温度が下がり縮もうとするが、水に接していない内部は温かいままで、そこに内部応力（引張）が発生する。徐々に加熱温度（150℃～1000℃）を高めてこの操作を繰り返し、この熱衝撃によりテストピースにクラックが入る加熱温度を調査した。

以下の実施例の説明は、本発明をより理解し易くするための目的であり、本発明を限定的に解釈するためのものではない。

実施例1～6、比較例1

被処理セラミックス材料としては、硬さ1380HV、曲げ強度1100MPaの窒化珪素を使用した。

この窒化珪素材料の「SNGN120408型」スローアウェイチップ及びJIS試験片サイズ（3×4×40mm）の角辺テストピースを前記噴射装置に配置し、表面が凸曲面の微粒子からなる

10

表 1 に記載の種々の噴射材を用い、表 1 に記載の種々の噴射条件で前記転位組織を形成する条件の処理をした。得られた焼結セラミックス切削工具を用いて、前記切削条件にて鑄鉄被削材に加工を施し、前記評価方法に基づいて評価を行い、結果を上記基準に従って表示した。

表1 窒化ケイ素の表面強硬化処理後の品質特性

No	試料			噴射材			噴射条件				表面粗さ		硬さ	転位密度	破壊靱性	KIcの改善率	耐欠損性	耐熱衝撃
	材質	硬さ HV	曲げ 強度 MPa	材質	サイズ μm	硬度 HV	噴射 圧 MPa	噴射 量 g/min	噴射 速度 m/s	噴射 時間 sec/ cm^2	Ra μm	処理前処理後	HV (処理 後)	$/\text{cm}^2$	KIc $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$			$^{\circ}\text{C}$
比較例	1 窒化珪素	1380	1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.70	1.00	×	750
実施例	1 窒化珪素	1380	1100	ジルコ ン	200	810	0.4	400	50	12	0.012	0.141	1478	3.9×10^{10}	5.86	1.03	×	—
実施例	2 窒化珪素	1380	1100	ジルコ ン	200	810	0.4	400	50	24	0.012	0.185	1484	2.9×10^{11}	6.28	1.10	×	—
実施例	3 窒化珪素	1380	1100	ムライト	100	1020	0.2	400	45	12	0.012	0.339	1426	7.7×10^{12}	9.53	1.67	○	—
実施例	4 窒化珪素	1380	1100	ムライト	100	1020	0.4	400	60	12	0.012	0.582	1534	5.4×10^{12}	9.92	1.74	○	—
実施例	5 窒化珪素	1380	1100	ムライト	100	1020	0.4	400	60	36	0.012	0.823	1549	3.1×10^{13}	—*)	—	—	—
実施例	6 窒化珪素	1380	1100	ジルコ ニア	50	1380	0.2	600	50	4	0.012	0.185	1503	6.3×10^{13}	13.95	2.45	◎	950

*) チッピングの発生のため測定不可

1 2

前記表 1 の結果より、本発明処理品の破壊靱性値は、常温のショットブラスト処理後に試料表面に形成される転位密度にほぼ比例し改善されることがわかる。また、処理前後で耐欠損性が大きく変わっていることが認められ、特に破壊靱性値が大きいものと相関性が見られる。さらに、供試材実施例 6 において、耐熱衝撃性は比較例 1 のものと比較すると大きく改善されていることがわかる。なお、ショットブラスト処理後の試料表面に非常に高い転位密度が形成されている供試材実施例 5 は、試料表面にチッピングが生じ、破壊靱性値の測定は不可能であった。これは、転位の数が多くなると転位間の反応のため亀裂が発生し、ショットブラスト時にチッピングが生じやすくなったためと考えられる。

実施例 7 ～ 10, 比較例 2

被処理セラミックス材料としては、硬さ 1700HV, 曲げ強度 375MPa のアルミナを使用した。

このアルミナ材料の「SNGN120408型」スローアウェイチップを前記噴射装置に配置し、表面が凸曲面の微粒子からなる表 2 に記載の種々の噴射材を用い、表 2 に記載の種々の噴射条件で前記転位組織を形成する条件の処理をした。得られた焼結セラミックス切削工具を用いて、前記切削条件にて鋳鉄被削材に加工を施し、前記評価方法に基づいて評価を行い、結果を上記基準に従って表示した。

表2 アルミナの表面強硬化処理後の品質特性

No	試料			噴射材			噴射条件				表面粗さRa μm		硬さ HV (処理後)	転位 密度 /cm ²	破壊 値 K I c MPa ^{1/2}	K I c の 改善率	耐久損性	耐熱衝撃 温度 ℃
	材質	硬さ HV	曲げ 強度 MPa	材質	サイズ μm	硬度 HV	噴射 圧 MPa	噴射 量 g/min	噴射 速度 m/s	噴射 時間 sec/ cm ²	処理前	処理後						
比較例	2 アルミナ	1700	375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.97	1.00	×	200	
実施例	7 アルミナ	1700	375	ジルコ ン	200	810	0.35	400	50	12	0.233	0.249	4.7× 10 ⁸	3.10	1.04	×	—	
実施例	8 アルミナ	1700	375	ムライ ト	100	1020	0.35	400	60	12	0.209	0.287	6.7× 10 ¹³	測定不可 (*)	—	—	—	
実施例	9 アルミナ	1700	375	ジルコ ニア	20	1380	0.25	600	60	8	0.227	0.246	5.9× 10 ¹¹	7.67	2.58	○	—	
実施例	10 アルミナ	1700	375	ジルコ ニア	50	1380	0.15	600	50	4	0.259	0.263	7.3× 10 ¹²	10.88	3.66	◎	400	

*) 鏡面研磨仕上げができず、測定不可。(研磨面から新たに微小な穴が発生するため)

1 4

表 2 の結果より、処理前後で耐欠損性が大きく変わっていることが認められ、特に破壊靱性値が大きいものと相関性が見られる。本発明処理品の破壊靱性値は、実施例 1 ～ 6 の窒化珪素供試材の試験結果と同様、常温のショットブラスト処理後に試料表面に形成される転位密度にほぼ比例し改善されることがわかる。さらに、供試材実施例 1 0 において、耐熱衝撃性は比較例 2 のものと比較すると大きく改善されていることがわかる。なお、実施例 8 は、窒化珪素供試材実施例 5 と同様、ショットブラスト処理後の試料表面に非常に高い転位密度が形成されて試料表面にチッピングが生じ、破壊靱性値の測定が不可能であった。これは、転位の数が多くなると転位間の反応のため亀裂が発生し、ショットブラスト時にチッピングが生じやすくなったためと考えられる。

実施例 1 1 ～ 1 4 、 比較例 3

被処理材料としては、硬さ 1 6 0 0 H V , 曲げ強度 2 0 0 0 M P a の超硬 (W C - 1 0 % C o) を使用した。

この超硬材料の「S N G N 1 2 0 4 0 8 型」スローアウェイチップを前記噴射装置に配置し、試料表面に厚み方向から垂直に噴射加工を行い、T E M 観察による転位密度の測定、破壊靱性値の測定及び耐欠損性を評価した。表 3 に塑性加工 (ショットブラスト) 条件及び処理前後の超硬供試材の品質特性結果を示す。

表3 超硬の表面強韌化処理後の品質特性

No	試料			噴射材			噴射条件				表面粗さRa μm		硬さ HV (処理後)	転位 密度 /cm ²	破壊 値 KIC MPa ^{1/2}	KIC の 改善率	耐久損性
	材質	硬さ HV	抗折 強度 MPa	材質	サイズ μm	硬度 HV	噴射 圧 MPa	噴射 量 g/min	噴射 速度 m/s	噴射 時間 sec/ cm ²	処理前	処理後					
比較 例	超硬	1600	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.93	1.00	×
実施 例	超硬	1600	2000	ジルコ ン	200	810	0.35	400	50	2.4	0.012	0.017	1620	2.6 × 10 ⁸	14.42	1.12	×
実施 例	超硬	1600	2000	ジルコ ニア	20	1380	0.35	400	65	0.8	0.011	0.015	1636	2.8 × 10 ¹¹	19.20	1.48	○
実施 例	超硬	1600	2000	ジルコ ニア	50	1380	0.15	600	50	0.8	0.011	0.028	1651	5.9 × 10 ¹²	23.32	1.80	◎
実施 例	超硬	1600	2000	ジルコ ニア	50	1380	0.25	600	55	0.8	0.012	0.030	1673	8.1 × 10 ¹²	28.10	2.17	◎

1 6

表 3 の結果より、処理前後で耐欠損性が大きく変わっていることが認められ、特に破壊靱性値が大きいものと相関性が見られる。本発明処理品の破壊靱性値は、上記の試験結果と同様、常温のショットブラスト処理後に試料表面に形成される転位密度にほぼ比例し改善されることがわかる。特に、超硬合金供試材実施例 1 4 の破壊靱性値は 2 8 で、これは、靱性が高いと認識されている超硬合金の破壊靱性値 1 3 レベルを超えるという、驚くべき強靱化効果が達成されている。

産業の利用可能性

以上述べたように、ショットブラスト工法という比較的簡便な方法により表面改質処理を施すと、工具表面が塑性変形することにより工具表面に転位が発生導入することになり、破壊靱性値や耐熱衝撃性が向上し、工具の耐欠損性および耐摩耗性が向上して、結果的には寿命が飛躍的に向上するなど優れた効果がある。実施例では窒化ケイ素系、アルミナ系、超硬合金系を例に挙げたがこれに限定するものではなく、サーメット、高硬度材料分散超硬合金などの複合材料の工具に適用できることは言うまでもない。

17

請 求 の 範 囲

1. セラミックス焼結体切削工具に、ビッカース硬度 (HV) 500 以上で前記焼結体切削工具の硬度 + 50 (HV) 以下の平均粒子サイズ $0.1 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ の表面が凸曲面の微粒子からなる噴射材を用いて、前記焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位組織を形成させるセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法。

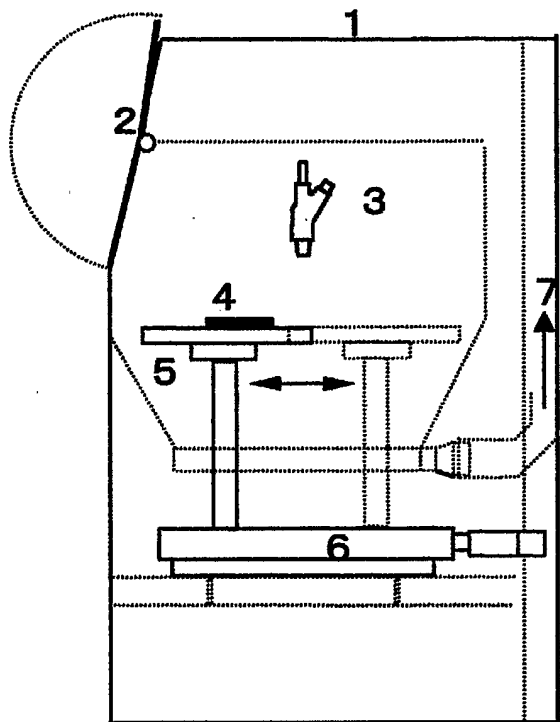
2. セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1 \times 10^4 \sim 9 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ の範囲となる転位組織を形成する請求の範囲 1 に記載のセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法。

3. 塑性加工を噴射圧 $0.1 \sim 0.5 \text{ MPa}$ 、噴射速度 $20 \text{ m/sec} \sim 250 \text{ m/sec}$ 、噴射量 $50 \text{ g/分} \sim 800 \text{ g/分}$ 、噴射時間 0.1 秒/cm^2 以上 60 秒/cm^2 以下で行う請求の範囲 1 に記載のセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法。。

4. セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1 \times 10^4 \sim 9 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ の範囲となる転位組織を形成する請求の範囲 2 に記載のセラミックス焼結体切削工具の表面強靱化方法。

5. セラミックス焼結体切削工具の表面に均一に分布した直線状の転位の転位密度が $1 \times 10^4 \sim 9 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ の組織を有する高寿命セラミックス焼結体切削工具。

第1図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B23B27/14, B23C5/16, B23B51/00, C04B35/80

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)

Int.Cl⁷ B23B27/14, B23C5/16, B23B51/00, C04B35/80

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y —	JP 4-331070 A (Kabushiki Kaisha Fiji Kihan), 18 November, 1992 (18.11.92), Claims (Family: none)	1-4
Y X	JP 7-157362 A (Mitsubishi Materials Corp.), 20 June, 1995 (20.06.95), Claims (Family: none)	1-4 5
P, X	JP 2004-136372 A (Japan Science and Technology Corp.), 13 May, 2004 (13.05.04), Claims (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 another 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

12 August, 2004 (12.08.04)

Date of mailing of the international search report

07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 B 23 B 27/14, B 23 C 5/16, B 23 B 51/00, C 04 B 35/80

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 B 23 B 27/14, B 23 C 5/16, B 23 B 51/00, C 04 B 35/80

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2004

日本国実用新案登録公報 1996-2004

日本国登録実用新案公報 1994-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 4-331070 A (株式会社不二機販) 1992. 11. 18, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P 7-157362 A (三菱マテリアル株式会社) 19 95. 06. 20, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
X		5
P, X	J P 2004-136372 A (独立行政法人科学技術振興 機構) 2004. 05. 13, 特許請求の範囲 (ファミリーな し)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 08. 2004

国際調査報告の発送日

07. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

所村 美和

3 C

3 2 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3324