

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号

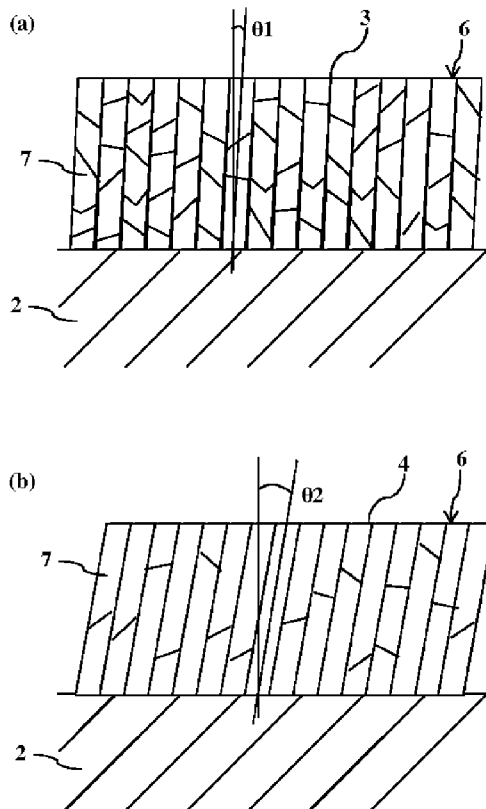
WO 2014/129530 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) B23C 5/16 (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053994
- (22) 国際出願日: 2014年2月20日(20.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-033527 2013年2月22日(22.02.2013) JP
特願 2013-109112 2013年5月23日(23.05.2013) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社(KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: シュ ヨウセン(ZHU, Yaocan); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 切削工具



(57) Abstract: [Problem] To provide a cutting tool that exhibits superior chipping resistance and wear resistance. [Solution] A cutting tool (1) is provided with a base (2), and a cover layer (6) comprising columnar crystals (7) that cover the surface of the base (2). A cutting blade (5) is formed at the intersecting ridge line of a rake surface (3) and a relief surface (4). The average inclination angle ($\theta 2$) of the relief surface (4), in the longitudinal direction of the columnar crystals (7) relative to the direction orthogonal to the surface of the base (2), is greater than the average inclination angle ($\theta 1$) of the rake surface (3), in the longitudinal direction of the columnar crystals (7) relative to the direction orthogonal to the surface of the base (2).

(57) 要約: 【課題】耐チップング性および耐摩耗性に優れた切削工具を提供する。【解決手段】基体(2)と、基体(2)の表面を被覆する柱状結晶(7)からなる被覆層(6)とを具備し、すくい面(3)と逃げ面(4)との交差稜線を切削(5)とし、逃げ面(4)における基体(2)の表面に直交する方向に対する柱状結晶(7)の長手方向の平均の傾斜角($\theta 2$)が、すくい面(3)における基体(2)の表面に直交する方向に対する柱状結晶(7)の長手方向の平均の傾斜角($\theta 1$)よりも大きい切削工具(1)である。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 切削工具

技術分野

[0001] 本発明は基体の表面に被覆層が成膜されている切削工具に関する。

背景技術

[0002] 切削工具は、超硬合金やサーメット等の焼結合金、ダイヤモンドやc B N（立方晶窒化硼素）の高硬度焼結体、アルミナや窒化珪素等のセラミックスからなる基体の表面に被覆層を成膜して、耐摩耗性および耐欠損性を向上させる手法が使われている。

[0003] また、T i A l N等の被覆層が盛んに研究されている。例えば、特許文献1では、2層積層したT i A l N系の被覆層の2層目の柱状結晶を、基体の表面に直交する方向に対して平均で1～15°の角度で斜めの方向に成長させた被覆膜（被覆層）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-105164号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載された2層目を基体の表面に直交する方向に対して平均で1～15°の角度で斜めの方向に成長させた被覆膜（被覆層）であっても、切削工具全体としての切削性能は不十分であり、さらなる改善が必要であった。

[0006] 本発明は上記課題を解決するためのものであり、その目的は、すくい面および逃げ面における被覆層の結晶状態を最適にして、すくい面におけるクレータ摩耗を抑制するとともに逃げ面における耐チッピング性を高めて、総合的に切削性能を向上させる切削工具を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の切削工具は、基体と、該基体の表面を被覆する柱状結晶からなる被覆層とを具備し、すくい面と逃げ面との交差稜線を切刃とし、前記逃げ面における前記基体の表面に直交する方向に対する前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角が、前記すくい面における前記基体の表面に直交する方向に対する前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角よりも大きいものである。

[0008] 本発明の他の切削工具は、基体と、該基体の表面を被覆する柱状結晶からなる被覆層とを具備し、すくい面と逃げ面との交差稜線を切刃とし、前記逃げ面において前記柱状結晶の長手方向の平均の向きが前記基体の表面に直交する方向に対して傾斜しているとともに、前記逃げ面における前記柱状結晶の平均アスペクト比が前記すくい面における前記柱状結晶の平均アスペクト比よりも大きいものである。

発明の効果

[0009] 本発明の切削工具によれば、被覆層が柱状結晶からなり、逃げ面における基体の表面に直交する方向に対する柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角が、すくい面における基体の表面に直交する方向に対する柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角よりも大きい。すなわち、逃げ面ではすくい面よりも柱状結晶の長手方向の平均の向きが、基体の表面に直交する方向に対して、より斜めに傾斜している。これによって、逃げ面においては、被覆層のクラックの進展が抑制できて、耐チップング性が向上し、境界損傷を抑制することができる。また、すくい面においては、逃げ面よりも柱状結晶の傾斜角が小さいために、被覆層の硬度が高く、クレータ摩耗を抑制できる。

[0010] 本発明の他の切削工具によれば、逃げ面において柱状結晶の長手方向の平均の向きが基体の表面に直交する方向に対して傾斜しているとともに、逃げ面における柱状結晶の平均アスペクト比がすくい面における柱状結晶の平均アスペクト比よりも大きい。これによって、逃げ面においては、被覆層中にクラックが発生しにくく、かつクラックが発生したとしてもその進展を抑制することができる。その結果、逃げ面における被覆層の耐チップング性が向上し、逃げ面において発生しやすい境界損傷を抑制することができる。また

、すくい面においては、被覆層が高温になりやすく酸化されやすいが、被覆層を構成する結晶の粒界が多くなるため、この粒界を伝って進行しやすい被覆層の酸化を抑制することができる。その結果、すくい面における被覆層の耐酸化性が向上し、すくい面において進行しやすいクレータ摩耗を抑制できる。

[0011] つまり、いずれの場合においても、逃げ面においてクラックや境界損傷を抑制できるとともに、すくい面におけるクレータ摩耗の進行を抑制できる。その結果、工具寿命が延びる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の切削工具の一例についての概略斜視図である。

[図2]図1の切削工具の（a）すくい面、（b）逃げ面についての要部拡大図である。

[図3]図1、2の切削工具の被覆層の成膜工程における成膜装置の模式図である。

[図4]図3の成膜装置の試料の回転状態を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の切削工具についての好適な実施態様である図1、2によれば、切削工具1は、基体2と、基体2の表面を被覆する被覆層6とを具備している。被覆層6は細長い柱状結晶7からなる。本発明において柱状結晶7とは、結晶の長さが最も長い方向を結晶の長手方向とし、この長手方向に直交する方向のうちの最も長い長さを結晶の幅方向の長さとして、結晶の長手方向の長さ／幅方向の長さの比であるアスペクト比が1.5以上の結晶を指す。被覆層6が柱状結晶7からなることによって、逃げ面4およびすくい面3の耐摩耗性および耐欠損性が高い。すなわち、被覆層6を構成する結晶が柱状結晶でなく粒状結晶からなると、逃げ面4およびすくい面3の耐摩耗性および耐欠損性が低い。

[0014] また、切削工具1は、主面にすくい面3を、側面に逃げ面4を、すくい面3と逃げ面4との交差稜線に切刃5を有している。図1の切削工具1は、主

面が多角形の概略平板状で両主面が使用可能な、いわゆるネガタイプの切削インサートであり、すくい面 3 の裏面は着座面 8 を構成する。使用時に裏返して再度使用する際には、すくい面 3 と着座面 8 とが逆転する。なお、本発明はネガタイプの切削インサートに限定されるものではなく、例えば、一方の主面のみをすくい面 3 とするポジタイプの切削インサートにも好適に使用可能である。さらに、主面が円形や、平面でない形状にも適用可能であり、回転工具に対しても適用可能である。

[0015] 本実施態様によれば、切削工具 1 は、逃げ面 4 における基体 2 の表面に直交する方向（以下、膜厚方向という場合がある。）に対する柱状結晶 7 の長手方向の平均の傾斜角 $\theta 2$ が、すくい面 3 における膜厚方向に対する柱状結晶 7 の長手方向の平均の傾斜角 $\theta 1$ よりも大きい。これによって、逃げ面 4 においては、被覆層 6 のクラックの進展が抑制できて、耐チップング性が向上し、境界損傷を抑制することができる。また、すくい面 3 においては、逃げ面 4 よりも柱状結晶 7 の傾斜角が小さい（ $\theta 1 < \theta 2$ ）ために、被覆層 6 の硬度が高く、クレータ摩耗を抑制できる。その結果、切削工具 1 の寿命が延びる。

[0016] なお、柱状結晶 7 の傾斜角の測定は、走査型電子顕微鏡（SEM）観察において、電子後方散乱回折法（EBSD）を用いて、幅 $10\mu\text{m}$ × 被覆層の厚みの視野にて測定する。切削工具 1 を逃げ面 4 側から逃げ面 4 に平行に $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$ 研磨した研磨面にて観察される被覆層 6 のうち、基体 2 の表面が直線状である部位にてすくい面 3 の傾斜角 $\theta 1$ を測定する。同様に、切削工具 1 をすくい面 3 側から着座面 8 に平行に $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$ 研磨した研磨面にて観察される被覆層 6 のうち、基体 2 の表面が直線状である部位にて逃げ面 4 の傾斜角 $\theta 2$ を測定する。具体的な測定方法としては、EBSD 法による被覆層 6 の各結晶面の配向方向をカラーマップにて確認することによって各結晶の輪郭を特定する。そして、各柱状結晶 7 の輪郭から、最も長い方向を柱状結晶 7 の長手方向として、膜厚方向、すなわち、基体 2 の表面に対して垂直な方向からの傾きを傾斜角として測定し、各結晶の

平均値を平均の傾斜角として算出する。このとき、被覆層 6 に含まれる柱状結晶 7 以外のアスペクト比が 1.5 よりも小さい粒状結晶の向きは、柱状結晶の傾斜角の計算には含めない。

[0017] ここで、本実施態様では、逃げ面 4 における柱状結晶 7 の傾斜角 θ_2 が $10 \sim 50^\circ$ であり、すくい面 3 における柱状結晶 7 の傾斜角 θ_1 が $0 \sim 20^\circ$ である。これによって、逃げ面 4 においては、被覆層 6 のクラックの進展を抑制する効果が高く、耐チップング性が向上し、境界損傷がより抑制される。また、すくい面 3 においては、被覆層 6 の硬度が高く、クレータ摩耗をより効果的に抑制できる。

[0018] また、本実施態様では、切刃 5 が曲線状のノーズ切刃 5a と直線状の直線切刃 5b とを有し、ノーズ切刃 5a の直下の逃げ面 4 にノーズ部 9 が設けられるとともに、被覆層 6 は、ノーズ部 9 における柱状結晶 7 の長手方向の平均の傾斜角 θ_3 (図示せず) が、逃げ面 4 における傾斜角 θ_2 よりも大きい。これによって、微小チップングが生じやすいノーズ部 9 における被覆層 6 の耐チップング性を高めることができる。なお、ノーズ部 9 における柱状結晶 7 の傾斜角 θ_3 は、切削工具 1 をすくい面 3 側から $0.1 \text{ mm} \sim 0.2 \text{ mm}$ 研磨した研磨面におけるノーズ部 9 の被覆層 6 に対して、電子後方散乱回折法 (EBSD) を用いて、幅 $10 \mu\text{m} \times$ 被覆層の厚みの視野にて測定する。この視野であれば、ノーズ部 9 における基体 2 の表面はほぼ直線となる。この視野において、各結晶の輪郭から、最も長い直線が引ける方向を柱状結晶の長手方向として、この長手方向の膜厚方向からの傾きである傾斜角を測定し、各結晶の平均値を平均の傾斜角として算出する。また、本発明においては、直線切刃 5b の直下の逃げ面 4 における傾斜角を、逃げ面 4 の傾斜角 θ_2 とする。

[0019] さらに、本実施態様では、被覆層 6 の全体組成は、 $(\text{Al}_{1-a-b}\text{Ti}_a\text{M}_b)\text{C}_{1-d}\text{N}_d$ (ただし、M は Ti を除く周期表第 4、5 および 6 族元素、Si および希土類金属元素より選ばれる一種以上の元素。 $0.2 \leq a \leq 0.7$ 、 $0 \leq b \leq 0.2$ 、 $0 \leq d \leq 1$) からなる。この範囲であれば、被覆層の硬度

および耐酸化性が高く、すくい面 3 におけるクレータ摩耗が抑制できるとともに、逃げ面における摩耗の進行も抑制できる。なお、被覆層 6 は全体が均一な組織であってもよいが、2 層以上の多層であってもよく、中でも 2 種類以上の厚みが $n\text{ nm}$ から数十 $n\text{ nm}$ オーダーの単位層を周期的に繰り返し積層した構造であってもよい。このように、被覆層 6 が 2 層以上の多層の場合には、各層の組成が上記被覆層 6 の全体組成の範囲内にある場合に限定されず、Ti および Al の少なくとも一方を含まない層が含まれていてもよい。

[0020] なお、M としては Cr、W、Mo、Ta、Hf、Nb、Zr、Si、Y から選ばれる 1 種以上が望ましいが、中でも Cr、Si、Nb、Mo および W の 1 種以上を含有すると硬度に優れて、耐摩耗性に優れる。さらに、M が Nb または Mo であれば高温での耐酸化性に優れるために、例えば、高速切削におけるクレータ摩耗の進行を抑制できる。なお、Ti および Al は立方晶の TiN 結晶構造を基本として Al が置換した形態からなり、耐摩耗性および耐欠損性に優れる。

[0021] また、被覆層 6 の非金属成分である C、N は切削工具に必要な硬度および靱性に影響を及ぼすものであり、本実施態様では、 d (N 含有比率) は $0 \leq d \leq 1$ 、特に、 $0.8 \leq d \leq 1$ である。ここで、本発明によれば、上記被覆層 6 の組成は、エネルギー分散型分光分析法 (EDS) または X 線光電子分光分析法 (XPS) にて測定できる。さらに、被覆層 6 の構造が細かい場合には、透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察して詳細な構造を確認し、エネルギー分散型 X 線分析法 (EDS) にて詳細組成を確認することができる。

[0022] さらに、本実施態様では、逃げ面 4 における被覆層 6 の厚み t_f とすくい面 3 における被覆層 6 の厚み t_r との比 (t_f / t_r) が 1.2 ~ 3 である。これによって、逃げ面 4 の耐摩耗性が向上し、逃げ面摩耗を小さくして工具寿命を延ばすことができる。また、本実施態様では、ノーズ部 9 における被覆層 6 の厚み t_n と逃げ面 4 における被覆層 6 の厚み t_f との比 t_n / t_f は 1.2 ~ 2.0 である。これによって、ノーズ部 9 の耐摩耗性も高めることができる。なお、本発明においては、被覆層 6 のすくい面 3、逃げ面 4

、ノーズ部9における厚み t_r 、 t_f 、 t_n は、被覆層6の各位置における厚みの平均値を指し、被覆層6の断面観察において任意5か所での厚みを測定してその平均値を取ることによって求めることができる。

[0023] なお、基体2としては、炭化タングステンや炭窒化チタンを主成分とする硬質相とコバルト、ニッケル等の鉄族金属を主成分とする結合相とからなる超硬合金やサーメットの硬質合金、窒化ケイ素や酸化アルミニウムを主成分とするセラミックス、多結晶ダイヤモンドや立方晶窒化ホウ素からなる硬質相とセラミックスや鉄族金属等の結合相とを超高圧下で焼成する超高圧焼結体等の硬質材料が好適に使用される。

[0024] また、本実施態様によれば、切削工具1は、図2に示すように、逃げ面4における柱状結晶7の平均アスペクト比がすくい面3における柱状結晶7の平均アスペクト比よりも大きい。これによって、逃げ面4においては、柱状結晶7の向きが基体2の表面に直交する方向である被覆層6の厚み方向に対して斜めに傾斜しているとともに柱状結晶7の平均アスペクト比が大きいので、被覆層6中にクラックが発生したとしても被覆層6の厚み方向に進展しにくくその進展を抑制することができる。その結果、逃げ面4における被覆層6の耐チッピング性が向上し、逃げ面4において発生しやすい境界損傷を抑制することができる。また、すくい面3においては、逃げ面4よりも柱状結晶7の平均アスペクト比が小さいために、被覆層6を構成する結晶の粒界を伝ってより深くまで進行する被覆層6の酸化を抑制することができる。その結果、すくい面3における被覆層6の耐酸化性が向上し、すくい面3において進行しやすいクレータ摩耗を抑制できる。

[0025] さらに、本実施態様では、ノーズ部9における柱状結晶7の平均アスペクト比は逃げ面4における柱状結晶7の平均アスペクト比よりも大きい。これによって、ノーズ部9における耐チッピング性がさらに向上する。

[0026] 本発明において、柱状結晶7のアスペクト比は、上述した柱状結晶7の結晶の長さが最も長い方向を結晶の長手方向と、この長手方向に直交する方向のうちの最も長い長さを結晶の幅方向の長さとの比（長手方向の長さ／幅方

向の長さ)を指し、平均アスペクト比は、幅 $10\mu\text{m}$ × 被覆層 6 の厚みの領域にて観察される任意 10 個の柱状結晶 7 のアスペクト比の平均値を指す。

[0027] なお、被覆層 6 として、複数層が積層されかつ層間で結晶の成長を引き継ぐ場合には、1 つの柱状結晶とみなして、上記と同様の方法で平均アスペクト比を算出する。また、被覆層 6 として、複数層が積層されかつ層間で結晶の成長を引き継ぐことなく上下層で異なる結晶を構成している場合には、各層を構成する結晶の形状および傾斜状態をそれぞれ確認し、各層の厚み比率を加味した平均値を被覆層 6 の全体の結晶の形状および傾斜状態とする。各層の厚み比率を加味した平均値とは、例えば、第 1 厚みの第 1 層と第 2 厚みの第 2 層とが積層された被覆層における被覆層 6 の傾斜角は、 $(\text{第 1 層を構成する結晶の傾斜角} \times \text{第 1 厚み} + \text{第 2 層を構成する結晶の傾斜角} \times \text{第 2 厚み}) / (\text{第 1 厚み} + \text{第 2 厚み})$ で算出する。

[0028] ここで、本実施態様では、逃げ面 4 における柱状結晶 7 の平均アスペクト比が 3 ~ 15、すくい面 3 における柱状結晶 7 の平均アスペクト比が 1.5 ~ 5 である。この範囲では、すくい面 3 のクレータ摩耗の進行を抑制する効果が高く、かつ逃げ面 4 におけるチッピングを抑制する効果も高い。

[0029] また、本実施態様では、逃げ面 4 における柱状結晶 7 の平均結晶幅と、すくい面 3 における柱状結晶 7 の平均結晶幅との比が 0.8 ~ 1.2 である。つまり、逃げ面 4 およびすくい面 3 のどちらも同等の結晶幅を有する柱状結晶であることによって、逃げ面 4 およびすくい面 3 の耐摩耗性および耐欠損性が高い。なお、本発明における柱状結晶 7 の平均結晶幅とは、柱状結晶 7 の基体 2 の表面と平行な方向についての平均幅を指す。具体的な測定法は、被覆層 6 の厚み方向の中間位置において基体 2 の表面方向に平行に直線を引き、この直線を横切る粒界の数を計測し、直線の長さを計測した粒界の数で割って求められる。このとき、被覆層 6 として、複数層が積層されかつ層間で結晶の成長を引き継ぐことなく上下層で異なる結晶を構成している場合には、各層の厚みの中間位置で平均結晶幅をそれぞれ測定する。そして、各層の厚み比率を加味した平均値を被覆層 6 の平均結晶幅とする。複数層が積層

されかつ層間で結晶の成長を引き継いで、上下層で同じ結晶を構成している場合には、複数層に亘って1つの柱状結晶としてカウントする。

[0030] さらに、本実施態様では、逃げ面4において、被覆層6内には柱状結晶7の長手方向に平均2～5個の柱状結晶7が存在し、すくい面3において、被覆層6内には柱状結晶7の長手方向に平均3～10個の柱状結晶7が存在する。これによって、すくい面3では被覆層6の厚み方向に存在する粒界の数が多く、すくい面3における耐酸化性が高い。そのために、すくい面3におけるクレータ摩耗の進行が抑制される。また、逃げ面4では衝撃がかかった際に、衝撃が粒界を伝って被覆層6の厚み方向から傾斜する方向に伝わるので、衝撃が吸収されやすくチッピングの発生を抑制できる。なお、本発明において、柱状結晶7の長手方向の平均存在数は、被覆層6の厚み方向に直線を引いて、この直線を横切る結晶の数を測定し、任意5か所における平均値として算出する。

[0031] (製造方法)

次に、本発明の切削工具の製造方法について説明する。まず、工具形状の基体を従来公知の方法を用いて作製する。次に、基体の表面に、被覆層を成膜する。被覆層の成膜方法として、イオンプレーティング法やスパッタリング法等の物理蒸着(PVD)法が好適に適応可能である。詳細な成膜方法の一例について、アークイオンプレーティング成膜装置(以下、AIP装置と略す。)20の模式図である図3、および成膜中の試料の回転状態を示す模式図である図4を参照して説明する。

[0032] 図3のAIP装置20は、真空チャンバ21の中にN₂やAr等のガスをガス導入口22から導入し、カソード電極23とアノード電極24とを配置して、両者間に高電圧を印加してプラズマを発生させ、このプラズマによってターゲット25から所望の金属あるいはセラミックスを蒸発させるとともにイオン化させて高エネルギー状態とし、このイオン化した金属を試料(基体2)の表面に付着させて図2のように基体2の表面に被覆層6を被覆する構造となっている。また、図3、4によれば、真空チャンバ21内に回転テー

ブル 26 が載置されている。回転テーブル 26 の上には、サブ回転台 27 とその上に載置された複数本の軸棒 28 と、軸棒 28 に串刺しにされた複数個の基体 2 とからなるタワー 35 が複数（図 3 では 2 セット、図 4 では 6 セット図示されている。）配置された構成となっている。さらに、図 3 によれば、基体 2 を加熱するためのヒータ 29 と、ガスを系外に排出するためのガス排出口 30 と、基体 2 にバイアス電圧を印加するためのバイアス電源 31 が配置されている。

[0033] ここで、本実施態様によれば、基体 2 を成膜チャンバ内にセットする際に、図 3 に示すように、ターゲット 25 の表面に対して基体 2 の逃げ面（側面）が平行になるようにセットする。そして、ターゲット 25 を用いて、アーク放電やグロー放電などにより金属源を蒸発させイオン化すると同時に、窒素源の窒素（ N_2 ）ガスや炭素源のメタン（ CH_4 ）／アセチレン（ C_2H_2 ）ガスと反応させることにより、基体 2 の表面に被覆層 6 を堆積させる。

[0034] このとき、回転テーブル 26 とサブ回転台 27 と軸棒 28 を、それぞれ回転させるが、本実施態様例としては、図 4 に示す方向に回転する。すなわち、回転テーブル 26 とサブ回転台 27 とは同じ向き（図 4 では時計回り）に回転する。そして、軸棒 28 は回転テーブル 26 およびサブ回転台 27 の回転方向とは逆向き（図 4 では反時計回り）に回転させる。回転テーブル 26 の回転数は 1 ～ 4 rpm とし、サブ回転台 27 の回転数は回転テーブル 26 の回転数の 3 倍以上、特に 5 ～ 10 倍の回転数とする。また、軸棒 28 の回転数は 1 ～ 5 rpm、特に 1.5 ～ 3 rpm の回転数とする。これによって、すくい面における柱状結晶の傾斜角度と逃げ面における柱状結晶の傾斜角度とを所定の範囲内に制御することができる。なお、図 4 によれば、回転テーブル 26 とサブ回転台 27 とは同じ向き（図 4 では時計回り）に回転させているが、本発明はこれに限定されるものではなく、回転テーブル 26 とサブ回転台 27 とを逆回転とすることもできる。この場合には、例えば、サブ回転台 27 の回転数を回転テーブル 26 の回転数の 5 倍以上、特に 7 ～ 12 倍の回転数とすることによって、柱状結晶の傾斜角度を所定の範囲内に

調整することができる。

[0035] 本実施態様によれば、基体2を上記方向でセットしているため、逃げ面4はターゲット25からの金属成分が直線的に飛来する位置となるのでターゲット25からの金属成分が直線的に飛来する形態となって成膜速度が速くなりやすい。一方、すくい面3はターゲット25の向きに対してターゲット25からの金属成分が回り込んで飛来する形態となるので成膜速度が遅くなりやすい。

[0036] このとき、上下で隣り合う試料の間隔 g を試料の厚みに対して0.5～1倍とする。これによって、逃げ面4において柱状結晶7の長手方向の平均の向きが基体2の表面に直交する方向から傾斜している（図2の傾斜角 $\theta_2 > 0$ ）とともに、逃げ面4における柱状結晶7の平均アスペクト比がすくい面3における柱状結晶7の平均アスペクト比よりも大きい構成とすることができる。すなわち、上下で隣り合う試料の間隔 g を試料の厚みに対して0.5～1倍と狭いことによって、すくい面および着座面をなす主面と逃げ面をなす側面における被覆層の成膜状態が変化し、成膜される結晶の成長状態を異ならせることができる。さらに、上下で隣り合う試料の間隔 g を試料の厚みに対して0.5～1倍と狭いことによって、ノーズ部9における柱状結晶7の長手方向の平均の傾斜角を、より大きくすることができる。

[0037] また、ターゲット25としては、例えば、金属チタン（Ti）、金属アルミニウム（Al）、金属M（ただし、MはTiを除く周期表第4、5、6族元素、希土類元素およびSiから選ばれる1種以上）をそれぞれ独立に含有する金属ターゲット、これらを複合化した合金ターゲット、これらの化合物粉末または焼結体からなる混合物ターゲットを用いることができ、チャンバの側壁面位置にセットする。

[0038] 成膜条件としては、これらのターゲットを用いて、アーク放電やグロー放電などにより金属源を蒸発させイオン化すると同時に、窒素源の窒素（ N_2 ）ガスや炭素源のメタン（ CH_4 ）／アセチレン（ C_2H_2 ）ガスと反応させるイオンプレーティング法またはスパッタリング法によって被覆層を成膜する。

なお、上記被覆層を成膜する際には、被覆層の結晶構造を考慮して高硬度な被覆層を作製できるとともに基体との密着性を高めるために、本実施態様では、35～200V、特に75～150Vのバイアス電圧を印加する。

実施例

[0039] 平均粒径0.9 μ mの炭化タングステン(WC)粉末を主成分として、平均粒径1.2 μ mの金属コバルト(Co)粉末を10質量%、平均粒径1.0 μ mの炭化クロム(Cr₃C₂)粉末を0.5質量%の割合で添加し混合して、プレス成形により京セラ製切削工具BDMT11T308ER-JT形状のスローアウェイチップ形状に成形した後、脱バインダ処理を施し、0.01Paの真空中、1450℃で1時間焼成して超硬合金を作製した。また、各試料のすくい面表面をブラスト加工、ブラシ加工等によって研磨加工した。さらに、作製した超硬合金にブラシ加工にて刃先処理(ホーニング)を施した。

[0040] このようにして作製した基体に対して、表1に示すバイアス電圧を印加し、アーク電流150Aをそれぞれ流し、表1に示すセットされた試料のすくい面および着座面間の間隔g(表中、試料の厚みに対する比率で表記)と、表1に示す回転テーブル、サブ回転台、軸棒の回転数で試料を回転しながら、成膜温度540℃として表2に示す組成の被覆層を成膜した。なお、被覆層の全体組成は、各試料の被覆層を含む断面について走査型電子顕微鏡(SEM)観察を行い、エネルギー分散分光分析法(EDS)にて測定した。また、各被覆層を透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察し、エネルギー分散型X線分析法(EDS)にて、被覆層の詳細な構成を確認した。

[0041]

[表1]

試料 No	間隔g	回転数(rpm)			バイアス電圧 (V)
		回転テーブル	サブ回転台	軸棒	
1	0.5	2	12	2	75
2	0.6	4	20	2	75
3	0.7	3	18	3	150
4	0.9	3	12	2	75
5	0.8	4	24	1.5	100
6	0.9	1	10	1.5	75
7	1	2	16	2	150
8	0.8	0.5	4	3	75
9	0.6	2	30	1	100
10	2	2	12	2	75
11	0.4	2	15	2	100

[0042] [表2]

試料 No	被覆層全体組成	被覆層詳細構成	
		構成	A層 B層
1	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.50}\text{N}$	単層	—
2	$\text{Al}_{0.48}\text{Ti}_{0.48}\text{Si}_{0.04}\text{N}$	積層(上層:A層-下層:B層)	$\text{Al}_{0.45}\text{Ti}_{0.45}\text{Si}_{0.10}\text{N}$ $\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.50}\text{N}$
3	$\text{Al}_{0.57}\text{Ti}_{0.25}\text{Cr}_{0.15}\text{Si}_{0.03}\text{N}$	A層/B層の繰り返し積層 (60/60層)	$\text{Al}_{0.52}\text{Ti}_{0.44}\text{Si}_{0.04}\text{N}$ $\text{Al}_{0.85}\text{Cr}_{0.35}\text{N}$
4	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.40}\text{Cr}_{0.06}\text{Si}_{0.04}\text{N}$	単層	—
5	$\text{Al}_{0.52}\text{Ti}_{0.27}\text{Cr}_{0.16}\text{Nb}_{0.03}\text{W}_{0.01}\text{Si}_{0.01}\text{N}$	A層/B層の繰り返し積層 (60/60層)	$\text{Al}_{0.39}\text{Ti}_{0.53}\text{Nb}_{0.06}\text{W}_{0.02}\text{N}$ $\text{Al}_{0.85}\text{Cr}_{0.33}\text{Si}_{0.02}\text{N}$
6	$\text{Al}_{0.35}\text{Ti}_{0.43}\text{Cr}_{0.17}\text{W}_{0.05}\text{C}_{0.2}\text{N}_{0.8}$	単層	—
7	$\text{Al}_{0.30}\text{Ti}_{0.80}\text{Y}_{0.10}\text{N}$	単層	—
8	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.25}\text{Cr}_{0.20}\text{Si}_{0.05}\text{N}$	単層	—
9	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.45}\text{Si}_{0.05}\text{N}$	単層	—
10	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.25}\text{Cr}_{0.20}\text{Si}_{0.05}\text{N}$	単層	—
11	$\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.45}\text{Si}_{0.05}\text{N}$	単層	—

[0043] また、SEM観察より、すくい面、逃げ面およびノーズ部の任意5か所における被覆層の厚みを測定し、その平均値を被覆層の厚み t_r 、 t_f 、 t_n として算出した。さらに、SEM観察において電子後方散乱回折法(EBSD)を用いて、カラーマップより各結晶の輪郭を特定し、すくい面、逃げ面およびノーズ部における被覆層の柱状結晶の形状および傾斜角を測定した。表中、平均アスペクト比についてはアスペクト比、平均結晶幅については結

晶幅、柱状結晶の長手方向の平均存在個数については存在数、すくい面、逃げ面およびノーズ部における柱状結晶の平均の傾斜角については $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、被覆層のすくい面、逃げ面およびノーズ部における厚みについては厚み t_r 、 t_f 、 t_n と表記した。結果は表3、4に示した。

[0044] [表3]

試料 No	すくい面					逃げ面					tf/tr
	アスペクト 比	結晶幅 (μm)	存在数 (個)	$\theta 1$ ($^\circ$)	t_r (μm)	アスペクト 比	結晶幅 (μm)	存在数 (個)	$\theta 2$ ($^\circ$)	t_f (μm)	
1	2	0.45	8.8	4	2.2	4	0.5	3.2	20	4.8	2.18
2	3	0.35	5.2	15	3.4	10	0.45	4.0	45	5.0	1.47
3	4	0.3	7.0	8	3.3	8	0.35	3.4	30	4.1	1.24
4	4	0.6	6.2	6	2.6	7	0.5	3.0	24	3.6	1.38
5	3	0.5	6.4	12	3.4	6	0.4	2.8	40	5.1	1.50
6	4	0.35	4.0	0	2.3	5	0.45	3.4	12	3.4	1.48
7	1.5	0.6	4.8	3	2.5	3	0.5	4.2	18	4.3	1.72
8	4	0.4	3.0	1	1.8	3	0.6	2.0	1	3.2	1.78
9	2	0.4	6.2	35	2.5	2	0.5	2.8	25	3.5	1.40
10	4	0.4	3.4	1	3.8	4	0.4	3.2	1	4.0	1.05
11	1	0.2	11.8	16	1.0	4	0.5	3.0	10	3.1	3.10

[0045] 次に、得られたスローアウェイチップを用いて以下の切削条件にて切削試験を行った。結果は表4に示した。

切削方法：ミリング加工

被削材：金型鋼（SKD11）

切削速度：120m/分

送り：0.12mm/rev

切り込み：2.0mm×12.5mm

切削状態：乾式

評価方法：20分加工後の切削工具を観察して切刃状態を確認した。チップングや欠けなど異常摩耗状態を確認した。また、工具寿命まで加工できた加工時間を確認した。

[0046]

[表4]

試料 No	ノーズ部					tn/tf	切削性能	
	アスペクト比	結晶幅 (μm)	存在数 (個)	$\theta 3$ ($^{\circ}$)	tn (μm)		切刃の状態	加工時間 (分)
1	6	0.45	2.4	30	6.0	1.25	良好	38
2	12	0.3	3.0	50	6.5	1.30	良好	40
3	9	0.3	2.2	40	5.5	1.34	良好	42
4	10	0.35	2.2	35	5.0	1.39	良好	39
5	8	0.35	2.0	50	6.8	1.33	良好	45
6	6	0.4	2.4	15	5.5	1.62	微少チッピング	35
7	4	0.45	3.4	20	5.3	1.23	微少チッピング	37
8	5	0.5	2.0	5	5.0	1.56	境界欠損	20
9	1	0.6	3.0	25	4.0	1.14	ノーズ摩耗大	25
10	3	0.35	3.2	5	5.0	1.25	クレータ摩耗大	20
11	3	0.35	2.8	15	4.5	1.45	クレータ摩耗大	25

[0047] 表 1～4 に示す結果より、すくい面および逃げ面における被覆層の柱状結晶の傾斜角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の関係が本発明の範囲外である試料 No. 8～11 では、切刃においてチッピングが発生しやすく、かつ、すくい面におけるクレータ摩耗が進行して早期に寿命となった。また、すくい面における柱状結晶の平均アスペクト比が逃げ面における被覆層の柱状結晶の平均アスペクト比よりも大きい試料 No. 8 では、逃げ面においてチッピングが発生しやすく、境界欠損した。すくい面における柱状結晶の平均アスペクト比と逃げ面における被覆層の柱状結晶の平均アスペクト比が同じである試料 No. 9 では、逃げ面のノーズ部におけるノーズ摩耗が進行し、試料 No. 10 では、すくい面におけるクレータ摩耗が進行し、いずれも早期に寿命となった。すくい面における結晶が柱状結晶ではなく平均アスペクト比が 1.5 未満の粒状結晶となった試料 No. 11 では、すくい面におけるクレータ摩耗が進行して早期に寿命となった。

[0048] これに対して、本発明の範囲内である試料 No. 1～7 では、いずれも切刃におけるチッピングの発生が少なく、かつすくい面におけるクレータ摩耗の進行が遅くて良好な切削性能を発揮した。

符号の説明

[0049] 1 切削工具

- 2 基体
- 3 すくい面
- 4 逃げ面
- 5 切刃
 - 5 a ノーズ切刃
 - 5 b 直線切刃
- 6 被覆層
- 7 柱状結晶
- 8 着座面
- 9 ノーズ部

請求の範囲

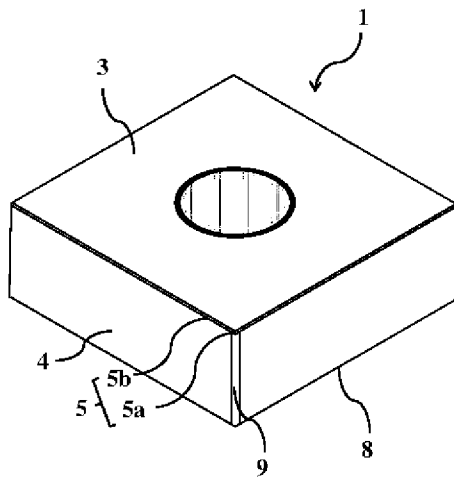
- [請求項1] 基体と、該基体の表面を被覆する柱状結晶からなる被覆層とを具備し、すくい面と逃げ面との交差稜線を切刃とし、前記逃げ面における前記基体の表面に直交する方向に対する前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角（ $\theta 2$ ）が、前記すくい面における前記基体の表面に直交する方向に対する前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角（ $\theta 1$ ）よりも大きい切削工具。
- [請求項2] 前記逃げ面における前記柱状結晶の前記傾斜角（ $\theta 2$ ）が $10 \sim 50^\circ$ であり、前記すくい面における前記柱状結晶の前記傾斜角（ $\theta 1$ ）が $0 \sim 20^\circ$ である請求項1記載の切削工具。
- [請求項3] 前記被覆層の全体組成が、 $(Al_{1-a-b}Ti_aM_b)C_{1-d}N_d$ （ただし、MはTiを除く周期表第4、5および6族元素、Siおよび希土類元素より選ばれる一種以上の元素。 $0.2 \leq a \leq 0.7$ 、 $0 \leq b \leq 0.2$ 、 $0 \leq d \leq 1$ ）からなる請求項1または2記載の切削工具。
- [請求項4] 前記逃げ面における前記被覆層の厚み t_f と前記すくい面における前記被覆層の厚み t_r との比（ t_f / t_r ）が $1.2 \sim 3$ である請求項1乃至3のいずれか記載の切削工具。
- [請求項5] 基体と、該基体の表面を被覆する柱状結晶からなる被覆層とを具備し、すくい面と逃げ面との交差稜線を切刃とし、前記逃げ面において前記柱状結晶の長手方向の平均の向きが前記基体の表面に直交する方向に対して傾斜しているとともに、前記逃げ面における前記柱状結晶の平均アスペクト比が前記すくい面における前記柱状結晶の平均アスペクト比よりも大きい切削工具。
- [請求項6] 前記逃げ面における前記柱状結晶の平均アスペクト比が $3 \sim 15$ 、前記すくい面における前記柱状結晶の平均アスペクト比が $1.5 \sim 5$ である請求項5記載の切削工具。
- [請求項7] 前記逃げ面における前記柱状結晶の平均結晶幅と、前記すくい面における前記柱状結晶の平均結晶幅との比が $0.8 \sim 1.2$ である請求

項 5 または 6 記載の切削工具。

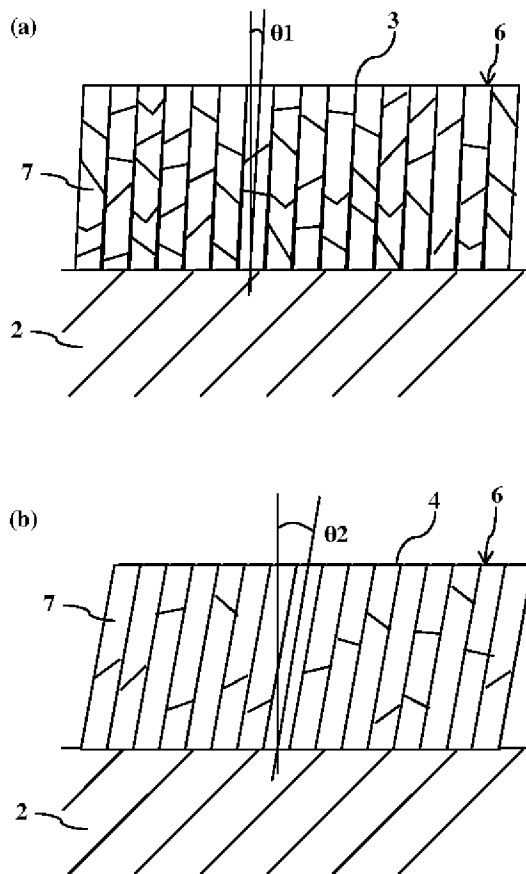
[請求項8] 前記逃げ面の前記被覆層に、前記柱状結晶が該柱状結晶の長手方向に平均 2 ～ 5 個存在し、前記すくい面の前記被覆層に、前記柱状結晶が該柱状結晶の長手方向に平均 3 ～ 10 個存在する請求項 5 乃至 7 のいずれか記載の切削工具。

[請求項9] 前記切刃が曲線状のノーズ切刃と直線状の直線切刃とを有し、前記ノーズ切刃の直下の前記逃げ面にノーズ部が設けられるとともに、前記被覆層は、前記ノーズ部における前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角 ($\theta 3$) が、前記逃げ面における前記柱状結晶の長手方向の平均の傾斜角 ($\theta 2$) よりも大きい請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の切削工具。

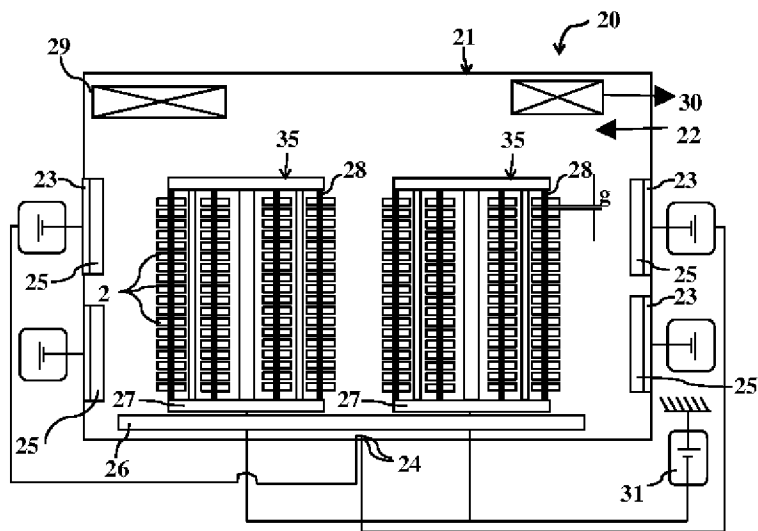
[図1]



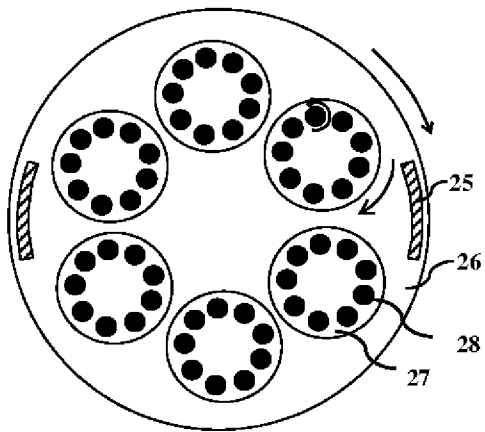
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B27/14(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i

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)

B23B27/14, B23B51/00, B23C5/16

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2008-155328 A (Kyocera Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraph [0037] (Family: none)	1-9
A	JP 2008-238336 A (Kyocera Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraphs [0018] to [0032] (Family: none)	1-9
A	JP 2011-20179 A (Mitsubishi Materials Corp.), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraph [0017] (Family: none)	1-9

☒ 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
08 May, 2014 (08.05.14)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2014 (20.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053994

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-284636 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0020], [0031], [0063] to [0064] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23B27/14(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. B23B27/14, B23B51/00, B23C5/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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 請求項の番号
A	JP 2008-155328 A（京セラ株式会社）2008.07.10, 段落【0037】 （ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2008-238336 A（京セラ株式会社）2008.10.09, 段落【0018】～【0032】 （ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2011-20179 A（三菱マテリアル株式会社）2011.02.03, 段落【0017】	1 - 9

☒ 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

0 8 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

大川 登志男

3 C

3 7 3 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

C (続き) . 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 請求項の番号
A	(ファミリーなし) JP 2008-284636 A (住友電気工業株式会社) 2008. 11. 27, 段落【0020】、【0031】、【0063】～【0064】 (ファミリーなし)	1－9