

(43) 国際公開日
2006年6月22日 (22.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/064724 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) **B23C 5/16** (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01) **C23C 14/06** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/022636
- (22) 国際出願日: 2005年12月9日 (09.12.2005)
- (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 2004-361652
 2004年12月14日 (14.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電工ハードメタル株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡田 吉生 (OKADA, Yoshio) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 大森 直也 (OMORI, Naoya) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 伊藤 実 (ITO, Minoru) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 高梨 智裕 (TAKANASHI, Norihiro) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).

今村 晋也 (IMAMURA, Shinya) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 奥野 晋 (OKUNO, Susumu) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー 22階 深見特許事務所 Osaka (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, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

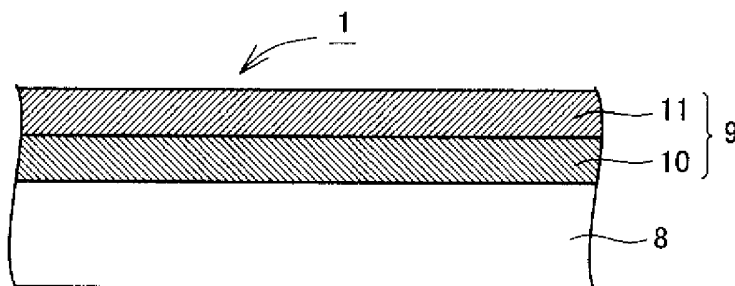
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,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

添付公開書類:
 — 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: SURFACE-COVERED CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 表面被覆切削工具



(57) Abstract: This invention relates to a surface-covered cutting tool (1) that comprises a base material (8) and a film (9) provided on the base material (8). The film (9) comprises a first film (10) formed of TiCN and a second film (11) formed of α -type Al_2O_3 and is characterized in that the first film (10) is located between the base material (8) and the second film (11) and has a tensile stress S1, the second film (11) has a compression stress S2, and the tensile stress S1 and the compression stress S2

are specified by formula (I), $400 \text{ MPa} \leq |S2 - S1| \leq 3500 \text{ MPa} \dots (I)$

(57) 要約: 本発明は、基材 (8) と、該基材 (8) 上に形成された被膜 (9) とを備える表面被覆切削工具 (1) であって、該被膜 (9) は、TiCNからなる第1被膜 (10) と、 α 型 Al_2O_3 からなる第2被膜 (11) とを含み、該第1被膜 (10) は、上記基材 (8) と上記第2被膜 (11) との間に位置し、かつ引張応力 S1 を有し、該第2被膜 (11) は、圧縮応力 S2 を有するとともに、該引張応力 S1 と該圧縮応力 S2 とが以下の式 (I) によって規定されることを特徴とする表面被覆切削工具 (1) に係るものである。 $400 \text{ MPa} \leq |S2 - S1| \leq 3500 \text{ MPa} \dots (I)$

WO 2006/064724 A1



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

表面被覆切削工具

技術分野

- [0001] 本発明は、ドリル、エンドミル、ドリル用刃先交換型チップ、エンドミル用刃先交換型チップ、フライス加工用刃先交換型チップ、旋削加工用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどの切削工具に関し、特にその表面に靱性や耐摩耗性等の特性を向上させる被膜を形成した表面被覆切削工具に関する。

背景技術

- [0002] 従来、切削用の工具としては、超硬合金(WC-Co合金もしくはこれにTi(チタン)やTa(タンタル)、Nb(ニオブ)等の炭窒化物を添加した合金)が用いられてきた。しかし、近年の切削の高速化に伴い、超硬合金、サーメット、立方晶型窒化硼素焼結体あるいはアルミナ系や窒化珪素系のセラミックスを基材として、その表面にCVD(Chemical Vapor Deposition)法やPVD(Physical Vapor Deposition)法で、元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Al(アルミニウム)、SiまたはBから選ばれる1種以上の第1元素と、B、C、NまたはOから選ばれる1種以上の第2元素とからなる化合物(ただし第1元素がBのみの場合、第2元素はB以外とする)による被覆が1層以上被覆され、その被覆層の厚みが3~20 μ mである硬質合金工具の使用割合が増大している。
- [0003] このような切削工具は、切削加工時において被削材の切り屑と接触するすくい面と、被削材自体に接触する逃げ面とを有し、このすくい面と逃げ面とが交差する稜に相当する部分(およびその近傍部)が刃先稜線部と呼ばれる。
- [0004] 近年、切削加工能率を一層向上させるため、切削速度がより高速になってきており、そのことに伴いこのような切削工具には一層の耐摩耗性が要求されるようになってきている。しかし、高い耐摩耗性を要求すると靱性が低下するということから、高い耐摩耗性および高い靱性の双方を両立させることが要求されている。
- [0005] このような要求に応える試みとして、たとえば、特開平05-177411号公報(特許文献1)は、基材上に化学的蒸着法(CVD法)により高温で被覆層を形成した後、そ

れを室温まで冷却した場合に生じる該被覆層の残留引張応力に注目し、この引張応力が切削工具の靱性の低下をもたらすとしてそれに対する解決策を提案している。すなわち、この引張応力は該基材と該被覆層との熱膨張係数の差に起因して発生するものであるが、このような引張応力を有する第1被覆層をまず基材上に形成し、この第1被覆層に対して所定の亀裂を形成した後に、その第1被覆層上に圧縮応力を有する第2被覆層を形成することにより、高い耐摩耗性を維持しつつ靱性(耐欠損性)を向上させるという手法が採用されている。

[0006] また、特開平05-177412号公報(特許文献2)には、上記同様被覆層の引張応力に注目しているが、上記とは異なるアプローチが採用されており、硬質セラミックス基材上に引張応力を有する内側被覆層を形成し、その上に圧縮応力を有する外側被覆層を形成する構成のものが提案されている。また、特開平05-177413号公報(特許文献3)には、サーメットを基材とする特許文献2と同様の構成の切削工具が提案されている。

[0007] 一方、特開平06-055311号公報(特許文献4)は、超硬合金製の基材上に化学蒸着法により硬質被覆層を形成した切削工具において、逃げ面部分の硬質被覆層のもつ引張応力を保持したまま、すくい面部分の硬質被覆層の引張応力を実質的に除去してなる切削工具を提案している。

[0008] また、特許第3087465号公報(特開平06-079502号公報、特許文献5)は、炭窒化チタン基サーメット基体の表面に圧縮応力分布が切刃全体に亘って実質的に同じである硬質被覆層を形成し、該硬質被覆層に対してショットブラスト処理を施すことにより、すくい面部分のもつ圧縮応力を逃げ面部分のもつ圧縮応力よりも49MPa以上大きくさせた切削工具を提案している。

[0009] しかし、上記のような各提案においては、ある程度の靱性と耐摩耗性との両立を図ることはできるものの、昨今の切削工具を取り巻く状況の下、切削工具にはさらに高度な性能が要求されており、そのような性能を十分に満たす切削工具の開発が求められている。

特許文献1:特開平05-177411号公報

特許文献2:特開平05-177412号公報

特許文献3:特開平05-177413号公報

特許文献4:特開平06-055311号公報

特許文献5:特許第3087465号公報(特開平06-079502号公報)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明は、上記のような現状に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、靱性と耐摩耗性とを高度に両立させた表面被覆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

- [0011] 本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討を重ねたところ、基材を被覆する被膜として特定の素材のものを選択するとともに、その各被膜に特定の応力を付与することが靱性と耐摩耗性との両立には最も効果的であるという知見を得、この知見に基づきさらに研究を重ねることによりついに本発明を完成させるに至ったものである。
- [0012] すなわち、本発明は、基材と、該基材上に形成された被膜とを備える表面被覆切削工具であって、該被膜は、TiCNからなる第1被膜と、 α 型 Al_2O_3 からなる第2被膜とを含み、該第1被膜は、上記基材と上記第2被膜との間に位置し、かつ引張応力 S_1 を有し、該第2被膜は、圧縮応力 S_2 を有するとともに、該引張応力 S_1 と該圧縮応力 S_2 とが以下の式(I)によって規定されることを特徴とする表面被覆切削工具に係るものである。
- [0013]
$$400\text{MPa} \leq |S_2 - S_1| \leq 3500\text{MPa} \cdots (I)$$
- また、上記表面被覆切削工具は、切削に関与する部分の増加表面積比が0.0005以上0.07以下とすることができる。
- [0014] また、上記第1被膜は、アスペクト比が3以上である柱状構造を有するとともに、その平均粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下である結晶組織を有するものとすることができる。また、上記第1被膜は、 $2\sim 20\mu\text{m}$ の厚みを有し、上記第2被膜は、 $0.5\sim 20\mu\text{m}$ の厚みを有するものとすることができる。
- [0015] また、上記第1被膜は、さらに酸素を含有することができ、また元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも

も1種の元素を含有することができる。また、上記第2被膜は、さらに元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有することができる。

発明の効果

- [0016] 本発明の表面被覆切削工具は、上記の通りの構成を有することにより、靱性と耐摩耗性とを高度に両立させたものである。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]切削加工時における表面被覆切削工具と被削材との接触状態を模式的に示した概略図である。

[図2]表面被覆切削工具の概略斜視図である。

[図3]表面被覆切削工具の概略断面図である。

符号の説明

- [0018] 1 表面被覆切削工具、2 すくい面、3 逃げ面、4 刃先稜線部、5 被削材、6 切り屑、7 貫通孔、8 基材、9 被膜、10 第1被膜、11 第2被膜。

発明を実施するための最良の形態

- [0019] 以下、本発明についてさらに詳細に説明する。なお、以下の実施の形態の説明では、図面を用いて説明しているが、本願の図面において同一の参照符号を付したものは、同一部分または相当部分を示している。

- [0020] <表面被覆切削工具>

本発明の表面被覆切削工具は、基材と、該基材上に形成された被膜とを備える構成を有している。

- [0021] このような表面被覆切削工具1は、図1に示したように切削加工時において被削材5の切り屑6と接触するすくい面2と、被削材自体に接触する逃げ面3とを有し、このすくい面2と逃げ面3とが交差する稜に相当する部分が刃先稜線部4と呼ばれ、被削材5を切削する中心的作用点となっている。

- [0022] このような表面被覆切削工具は、たとえばドリル、エンドミル、ドリル用刃先交換型チップ、エンドミル用刃先交換型チップ、フライス加工用刃先交換型チップ、旋削加工

用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどとして用いることができる。

[0023] なお、このような表面被覆切削工具1は、たとえば刃先交換型チップである場合には図2に示したようにその中央部に貫通孔7を設けることができ、これにより工具本体に取り付けることができる。このような貫通孔7は、必要に応じ、この貫通孔の他に又はその代わりに別の固定手段を設けることもできる。

[0024] <基材>

上記基材としては、このような切削工具の基材として知られる従来公知のものを特に限定なく使用することができる。たとえば、このような基材として、超硬合金(たとえばWC基超硬合金、WCの他、Coを含み、あるいはさらにTi、Ta、Nb等の炭窒化物を添加したものも含む)、サーメット(TiC、TiN、TiCN等を主成分とするもの)、高速度鋼、セラミックス(炭化チタン、炭化硅素、窒化硅素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなど)、立方晶型窒化硼素焼結体、ダイヤモンド焼結体、窒化硅素焼結体、または酸化アルミニウムと炭化チタンとからなる混合体等を挙げることができる。

[0025] このような種々の基材の中でも、特に本発明においては超硬合金(WC基超硬合金)を用いることが好ましい。これは、高硬度なタングステンカーバイドを主体としてコバルトなどの鉄族金属を含有することで、高硬度と高強度とを併せ持った切削工具用の基材として極めてバランスのとれた合金だからである。

[0026] <被膜>

図3に示したように上記基材8上に形成される被膜9は、主として更なる靱性の向上と更なる耐摩耗性の向上とを目的として形成されるものであり、TiCNからなる第1被膜10と、 α 型 Al_2O_3 からなる第2被膜11とを含むものである。

[0027] なお、このような被膜は、被膜と基材との密着性をさらに向上させたり、第1被膜と第2被膜との密着性をさらに向上させたり、あるいは被膜表面の状態を改良したりすることを目的として、上記第1被膜と上記第2被膜以外の第3の被膜を含むことができる。

[0028] このような第3の被膜としては、たとえばTiN、TiC、TiCO、TiBN、ZrCN、TiZrCN、AlN、AlON、TiAlN等を挙げることができる。

[0029] なお、このような第3の被膜は、1層または2層以上形成することができ、その積層の

態様も特に限定されるものではなく、たとえば基材と第1被膜との間、第1被膜と第2被膜との間、あるいは第2被膜の表面等、任意の1以上の積層箇所形成することができる。

[0030] <第1被膜>

本発明の第1被膜は、上記基材と後述の第2被膜との間に位置し、TiCNからなるものであって引張応力 S_1 を有するものである。この第1被膜は非常に高い硬度を有することから、これが第2被膜と基材との間に位置することにより、耐摩耗性を飛躍的に向上させる作用を奏するものである。

[0031] このような第1被膜は、TiCN単独で構成することができるが、さらに酸素を含有していても良い。また、このような酸素の含有の形態も特に限定されるものではなく、たとえば、酸素が上記TiCNの結晶格子の正規の位置に置換型として入る場合、該結晶格子間に侵入型として入る場合、非晶質として存在する場合等、いずれの形態でも良い。

[0032] また、第1被膜は、上記のように酸素が含まれる場合の他、元素周期律表のIVa族元素(Ti、Zr、Hf等)、Va族元素(V、Nb、Ta等)、VIa族元素(Cr、Mo、W等)、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有することもできる。これらの元素は、酸素とともにあるいは酸素を含むことなくそれ単独で含有されることができ、上記の酸素と同様にいずれの含有形態をとることもできる。

[0033] このように第1被膜は、TiCN単独で構成される他、TiCNを主構成とし、酸素をはじめとする上記のような各元素を含むこともできる。

[0034] また、このような酸素等の元素の濃度分布は、該元素が被膜中に均質に分布する場合、結晶粒界において高濃度または低濃度で分布する場合、該被膜の表面部分において高濃度または低濃度で分布する場合等、いずれの濃度分布を有するようにして存在していても差し支えない。なお、このような酸素等の元素の含有濃度は、TiCNのCおよびNの合計に対して0.1～40原子%で含有されることが好ましく、より好ましくは、その上限が30原子%、さらに好ましくは20原子%、その下限が1原子%、さらに好ましくは5原子%である。0.1原子%未満では、酸素等の元素を含有することによりもたらされる効果(たとえば結晶粒の微細化等)が示されない場合があり、また

40原子%を超えると、膜の結晶格子が歪み硬度や強度が低下する場合がある。

[0035] また、このような第1被膜は、2～20 μm の厚みで形成することが好ましく、より好ましくは、その上限が15 μm 、さらに好ましくは10 μm 、その下限が2.5 μm 、さらに好ましくは3 μm である。2 μm 未満では、摩耗が進行し、これにより基材が露出することによりさらに摩耗が著しく進行する場合があります、また20 μm を超えると、膜の強度が損なわれ、膜の剥離やチッピングが生じ、最終的には欠損に至る場合がある。

[0036] また、このような第1被膜は、アスペクト比が3以上である柱状構造を有するとともに、その平均粒径が0.05 μm 以上1.5 μm 以下である結晶組織を有していることが好ましい。このような結晶組織を有することにより、さらに耐アブレッシブ摩耗性を向上させることができる。ここでアスペクト比とは、第1被膜に含まれる結晶の平均粒径を以下のような方法で測定し、第1被膜の膜厚をこの平均粒径で除した数値をいう。このような平均粒径の測定は、当該第1被膜の断面を鏡面加工するとともに結晶の粒界をエッチングした後、当該第1被膜の膜厚の1/2の地点における各結晶の幅(膜厚の方向に対して垂直となる方向の各結晶の幅)を測定し、その幅の平均値を平均粒径とすることにより測定できる。

[0037] このようなアスペクト比が3未満の場合、耐アブレッシブ摩耗性を向上させることができなくなることがある。また、このアスペクト比は、数値が大きくなる程耐アブレッシブ摩耗性が向上するため、あえてその上限を規定する必要はないが、アスペクト比が300を超えるものは、結晶が細かくなりすぎて、組織が脆くなり耐欠損性が悪くなる場合がある。アスペクト比として、より好ましくは7～200であり、さらに好ましくはその上限が100、特に好ましくは50、その下限が15、特に好ましくは20である。

[0038] また、平均粒径が0.05 μm 未満の場合、結晶が細かくなりすぎて、組織が脆くなり耐欠損性が悪化することがある。平均粒径が1.5 μm を超えると、結晶の組織が粗くなり表面の凹凸も悪化し、切り屑の流れなど切削抵抗が悪化することがある。平均粒径として、より好ましくは0.1 μm 以上1.0 μm 以下であり、さらに好ましくはその上限が0.6 μm 、特に好ましくは0.4 μm 、その下限が0.15 μm 、特に好ましくは0.2 μm である。

[0039] このような第1被膜は、上記の通り引張応力S1を有することが好ましい。ここで引張

応力とは、被膜に存する内部応力(固有ひずみ)の一種であって、「+」(プラス)の数値(単位:MPa)で表される応力をいう。このため、引張応力が大きいという概念は、上記数値が大きくなることを示し、また、引張応力が小さいという概念は、上記数値が小さくなることを示す。なお、引張応力を有するとは、引張応力が解放されて実質的に応力を有していない状態をも含むものとする。

[0040] 第1被膜の応力をこのような引張応力とすることにより、基材との間で高度な密着性を得ることができるとともに、特に優れた耐摩耗性を実現させることができる。通常、基材が超硬合金である場合、このような引張応力は5MPa～300MPaの値を有することが好ましい。

[0041] このような第1被膜は、公知のCVD法により形成することができる。これにより、同時に第1被膜に対して引張応力を付与することができる。一方、このような第1被膜は、公知のPVD法により形成することもでき、この場合この被膜は通常圧縮応力を有したものとなる。したがって、このような圧縮応力を引張応力に変更するためには、この第1被膜に対して加熱処理、レーザー処理または高周波処理等の各種手法による処理を施すことが必要である。

[0042] なお、このような第1被膜の応力は、X線応力測定装置による $\sin^2 \phi$ 法により、測定回折面としてTiCNの(422)面を選択することにより、後述の第2被膜の場合と同様にして測定することができる。また、本発明の第1被膜が上記のようにさらに酸素等の元素を含有する場合においても、ほぼ同等の 2θ の位置に(422)面が存在するため、同様にして応力を測定することができる。

[0043] <第2被膜>

本発明の第2被膜は、 α 型 Al_2O_3 からなるものであって圧縮応力S2を有するものである。第2被膜をこのような素材で構成し、基材の最表面または最表面近傍に形成することにより、基材の酸化を効果的に防止するとともに切削加工時において被削材の構成元素が基材側に拡散することを極めて有効に防止することができる。そして、このような酸化や拡散は、切削加工時における発熱により助長されることになるが、 α 型 Al_2O_3 は高温安定性にも優れているため、これらの効果が相乗的に作用することにより極めて優れた効果が示される。

[0044] このような第2被膜は、 α 型 Al_2O_3 単独で構成することができるが、さらに元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有していても良い。また、そのような元素の含有の形態も特に限定されるものではなく、たとえば、そのような元素が上記 α 型 Al_2O_3 の結晶格子の正規の位置に置換型として入る場合、該結晶格子間に侵入型として入る場合、金属間化合物を形成する場合、非晶質として存在する場合等、いずれの形態でも良い。

[0045] また、そのような元素の濃度分布は、該元素が被膜中に均質に分布する場合、結晶粒界において高濃度または低濃度で分布する場合、該被膜の表面部分において高濃度または低濃度で分布する場合等、いずれの濃度分布を有するようにして存在していても差し支えない。なお、該元素の含有濃度は、 α 型 Al_2O_3 のAlに対して0.01～30原子%で含有されることが好ましく、より好ましくは、その上限が20原子%、さらに好ましくは10原子%、その下限が0.05原子%、さらに好ましくは0.1原子%である。0.01原子%未満では、このような元素を含有することによりもたらされる効果(たとえば高温時において高硬度を示したり高強度を示したり、あるいは良好な潤滑性が付与される等の効果)が示されない場合があり、また30原子%を超えると、当該第2被膜の結晶格子が歪み硬度や強度が低下する場合がある。

[0046] また、このような第2被膜は、0.5～20 μm の厚みで形成することが好ましく、より好ましくは、その上限が10 μm 、さらに好ましくは5 μm 、その下限が1 μm 、さらに好ましくは1.5 μm である。0.5 μm 未満では、当該第2被膜自体の化学的な安定性が損なわれ、凝着摩耗や拡散摩耗等の摩耗の進行が早まる場合があり、また20 μm を超えると、膜の強度が損なわれ、膜の剥離やチッピングが生じ、最終的には欠損に至る場合がある。

[0047] そしてこのような第2被膜は、圧縮応力S2を有するとともに、該圧縮応力S2と上記第1被膜の引張応力S1とが以下の式(I)によって規定されることを特徴としている。

[0048] $400\text{MPa} \leq |S2 - S1| \leq 3500\text{MPa} \cdots (I)$

ここで圧縮応力とは、被膜に存する内部応力(固有ひずみ)の一種であって、「-」(マイナス)の数値(単位:MPa)で表される応力をいう。このため、圧縮応力が大きいと

いう概念は、上記数値の絶対値が大きくなることを示し、また、圧縮応力が小さいという概念は、上記数値の絶対値が小さくなることを示す。

[0049] このように、第2被膜の応力を特定の圧縮応力S2とすることにより、靱性を極めて有効に向上させることができる。しかも上記式(I)のように第1被膜の引張応力S1と第2被膜の圧縮応力S2とを規定することにより、特に高度なレベルでの靱性と耐摩耗性との両立を図ることが可能となったものである。上記引張応力S1と圧縮応力S2とが上記式(I)の範囲外となると、このような高レベルでの靱性と耐摩耗性との両立を図ることはできなくなる。すなわち、引張応力S1と圧縮応力S2の差の絶対値($|S2 - S1|$)が400MPa未満になると、靱性の向上作用を十分に達成させることができなくなる一方、3500MPaを超えるとこの第2被膜自体が基材から剥離するという状態を招く恐れがある。この絶対値($|S2 - S1|$)は、より好ましくは $500\text{MPa} \leq |S2 - S1| \leq 3000\text{MPa}$ である。

[0050] 本発明の第2被膜に対して上記のような圧縮応力を付与する方法としては、特に限定されるものではないが、たとえば α 型 Al_2O_3 からなる被膜を公知の化学的蒸着法(CVD法)により形成し(この被膜は通常引張応力を有したものとなるので)、その全面(第2被膜の上に第3の被膜が形成されている場合にはその第3の被膜の全面でも良い)に対してブラシ処理、ブラスト処理(たとえばサンドブラスト処理やウェットブラスト処理を含む)、ショットピーニング処理またはPVDのボンバード処理等の各種手法により圧縮応力を付与することができる。

[0051] 一方、このような α 型 Al_2O_3 からなる被膜は、公知の物理的蒸着法(PVD法)により形成することもできる。この場合、この被膜は通常圧縮応力を有したものとなるが、さらにその全面(第2被膜の上に第3の被膜が形成されている場合にはその第3の被膜の全面でも良い)に対して加熱処理、レーザー処理または高周波処理等の各種手法による処理を施すことによりその圧縮応力を調整することもできる。

[0052] このような圧縮応力S2は、X線応力測定装置による $\sin^2\phi$ 法により、測定回折面として α 型 Al_2O_3 の(116)面を選択することにより測定することができる。なお、上記第2被膜は所定の面積を有するものであるため、この圧縮応力S2は該第2被膜に含まれる任意の点10点(これらの各点は各領域の応力を代表できるように互いに0.5m

m以上の距離を離して選択することが好ましい)の応力をこの方法により測定し、その平均値を求めることにより測定することができる(上記の第1被膜の引張応力S1も同様である)。

- [0053] このようなX線を用いた $\sin^2 \phi$ 法は、多結晶材料の残留応力の測定方法として広く用いられているものであり、たとえば「X線応力測定法」(日本材料学会、1981年株式会社養賢堂発行)の54～66頁に詳細に説明されている方法を用いれば良い。
- [0054] なお、上記のように応力値を $2\theta - \sin^2 \phi$ 線図から求めるためには、被膜のヤング率とポアソン比が必要となる。しかし、該ヤング率はダイナミック硬度計等を用いて測定することができ、ポアソン比は材料によって大きく変化しないため0.2前後の値を用いればよい。本発明では、特に正確な応力値が重要となるわけではないため、 $2\theta - \sin^2 \phi$ 線図から応力値を求めるに際して、ヤング率を用いることなく格子定数および格子面間隔を求めることにより応力値の代用とすることもできる。
- [0055] なお、本発明の第2被膜が上記のように元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有する場合においても、ほぼ同等の 2θ の位置に(116)面が存在するため、上記と同様にして応力を測定することができる。
- [0056] <表面粗度>
- 本発明の表面被覆切削工具は、切削に関与する部分の増加表面積比が0.0005以上0.07以下となる表面粗度を有することが好ましい。さらに好ましくは、該増加表面積比は、その上限が0.05、より好ましくは0.02、その下限が0.001、より好ましくは0.005である。
- [0057] ここで、増加表面積比とは、被膜表面の面粗さを3次元的な視点から規定するものであり、高さ方向のみの2次元的な面粗さを規定する従来の面粗度RaやRmaxとは全く異なった概念を有するものである。すなわち、この増加表面積比は、所定の測定視野に含まれる垂直方向と水平方向の全方向の凹凸を含めて得られる総表面積 a_1 と同測定視野の2次元的な面積 a_2 との比 a_1/a_2 から1を引いた $(a_1/a_2) - 1$ で表されるものである。この増加表面積比は値が小さくなる程、平滑性が向上することを示す。このような増加表面積比は、より具体的には、株式会社エリオニクス製電子線三

次元粗さ解析装置(ERA-8000等)を用いて測定した値から求めることができる。たとえば、被膜表面の巨視的なうねりを排除し微細な凹凸を測定可能とするために倍率を5000倍に設定して被膜の表面を測定し、切削に関与する部分において測定視野内の水平方向と垂直方向のサンプリング数をそれぞれ280点、210点とすることにより測定することができる。なお、これと同様の原理で計測可能な装置であれば、その装置を用いて測定することができる。

[0058] そして、上記のようにして測定された切削に関与する部分の増加表面積比は0.0005以上0.07以下と規定されることが好ましい。該増加表面積比がこのように規定される範囲内の数値を示すことにより、被膜表面の切削に関与する部分の平滑性が特に平滑なものとなるため、切削加工時の切り屑の排出性が特に良好となり、すくい面の温度上昇を抑制する効果が奏される。これは、切削加工時において、高温となる切り屑が良好に排出されるので、それにともないすくい面の温度上昇が抑制されるためと考えられる。

[0059] 上記増加表面積比が0.07を超えると、切り屑の排出性が劣り上記のような効果が期待できなくなる一方、0.0005未満としても上記効果に大差なく、平滑処理にコストを要し経済的に不利となる。

[0060] 本発明の表面被覆切削工具が上記のような増加表面積比で規定される表面粗度を有するためには、表面、特に切削に関与する部分に対して公知の研磨処理や平滑処理を施すことが好ましい。そのような処理としては、たとえばバフ研磨、ブラシ研磨、バレル研磨、ダイヤモンドラップ、ブラスト研磨等を挙げることができる。

[0061] なお、上記における切削に関与する部分とは、被削材に対する切削に実質的に関与する部分であって、具体的には刃先稜線部からすくい面の方向と逃げ面の方向とにそれぞれ少なくとも0.5mmの幅をもって広がった領域をいう。また、この領域の幅の最大値は、あくまでも該領域が実質的に切削に関与する領域であるということを考慮すると、切削加工時の切込みの深さに依存して変動することになる。すなわち、すくい面方向の幅は、深く切り込んだ場合に切り屑と接触する幅も大きくなることからその最大値は10mm程度とする必要がある場合もある。しかし、通常は3mm以下、より好ましくは2mm以下、さらに好ましくは1.5mm以下で十分である。一方、逃げ面方

向の幅は、切り屑と接触することがないことから、切り込みの深さにはほとんど影響されることはなく、通常その最大値は1.5mm以下で十分である。したがって、該領域の幅は、0.5mm以上1.5mm以下とすることが特に好適である。また、上記刃先稜線部とは、すくい面と逃げ面とが交差する稜に相当する部分(シャープエッジ)をいうばかりではなく、そのシャープエッジに対して刃先処理が実施されアール(R)を有するように処理された部分(所謂刃先処理部)や、面取り処理がされた部分(所謂ネグランド処理部)を含むとともに、さらにこれらの刃先処理や面取り処理が組み合わされて処理された部分をも含む概念である。

[0062] <実施例>

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0063] <実施例1～5および比較例1～4>

WC:86質量%、Co:8.0質量%、TiC:2.0質量%、NbC:2.0質量%、ZrC:2.0質量%の配合割合で各原材料粉末をボールミルを用いて72時間湿式混合した。続いて、その混合物を乾燥した後、プレス成形した。そしてその後、真空雰囲気中で1420℃、1時間の条件で焼結を行なった。

[0064] 得られた焼結体の刃先稜線部に対してSiCブラシホーニング処理により面取り加工を行ない、ISO・SNMG120408のチップ形状を有するWC基超硬合金スローアウェイ切削工具の基材を作成した。

[0065] この基材表面に対して、化学蒸着法である公知の熱CVD法を用いて以下の構成の被膜を形成した。すなわち、基材上にまず厚み0.5μmのTiN膜を形成し、その上に第1被膜である厚み5.0μmのTiCN膜を形成し、その上に厚み0.5μmのTiN膜を形成し、その上に第2被膜である厚み3.5μmのα型Al₂O₃膜を形成し、その上に厚み0.2μmのTiN膜を形成することにより、基材と該基材上に形成された被膜とを備える表面被覆切削工具を作製した。該被膜は、上記のようにTiCNからなる第1被膜とα型Al₂O₃からなる第2被膜とを含むものであり、該第1被膜は該基材と該第2被膜との間に位置するものであった。

[0066] 次に、このようにして作製された表面被覆切削工具の全面に対して投射圧0.01

～0.5MPa、投射距離0.5～200mm、微粉濃度5～40vol%の条件下、粒径250 μm 以下の Al_2O_3 などのセラミック砥粒によるブラスト処理を施すことにより以下の表1に示す応力値(各第1被膜の引張応力 S_1 、各第2被膜の圧縮応力 S_2 、およびそれらの差の絶対値 $|S_2 - S_1|$)を付与した。

[0067] なお、上記応力値(特に各第2被膜の圧縮応力 S_2 および差の絶対値 $|S_2 - S_1|$)は、上記ブラスト処理の条件を上記数値範囲内で適宜調整することにより調整し、その測定は前述の $\sin^2 \phi$ 法によった。

[0068] このようにして、本発明の実施例1～5の表面被覆切削工具と、比較例1～4の表面被覆切削工具を作製した。このような本発明の実施例1～5の表面被覆切削工具は、それぞれ第1被膜は引張応力 S_1 を有し、第2被膜は圧縮応力 S_2 を有するとともに、この引張応力 S_1 と圧縮応力 S_2 とは上記式(I)によって規定されるものであった。

[0069] また、実施例1～5の表面被覆切削工具の第1被膜は、上記記載の方法により測定した結果、アスペクト比が17である柱状構造を有するとともに、その平均粒径が0.3 μm の結晶組織を有していた。

[0070] そして、これらの表面被覆切削工具に対して下記条件で旋削切削試験を実施し、欠損が発生するまでの時間(工具寿命)を測定した。欠損が発生するまでの時間が長いもの程、靱性および耐摩耗性が優れていることを示している。

[0071] <試験条件>

被削材:SCM435溝付き丸棒、

切削速度:230m/min

送り:0.15mm/rev.

切込み:1.0mm

切削油:無し

[0072] [表1]

	第1被膜の 引張応力(S1)	第2被膜の 圧縮応力(S2)	S2-S1	工具寿命
実施例1	44 MPa	-560 MPa	604 MPa	23 分
実施例2	40 MPa	-1250 MPa	1290 MPa	27 分
実施例3	181 MPa	-1250 MPa	1431 MPa	29 分
実施例4	9 MPa	-2600 MPa	2609 MPa	36 分
実施例5	10 MPa	-3020 MPa	3030 MPa	24 分
比較例1	210 MPa	220 MPa	10 MPa	2 分
比較例2	134 MPa	290 MPa	156 MPa	5 分
比較例3	250 MPa	-45 MPa	295 MPa	7 分
比較例4	112 MPa	-3568 MPa	3680 MPa	3 分

[0073] 表1より明らかなように、表面被覆切削工具について上記式(I)における引張応力S1と圧縮応力S2の差の絶対値(| S2-S1 |)が400MPa以上3500MPa以下のもの(実施例1～5)は、その差の絶対値がその範囲以外となるもの(比較例1～4)に比し、靱性および耐摩耗性が高度に両立されたものであった。

[0074] 一方、上記のようにして得られた実施例3の表面被覆切削工具に対して、その刃先稜線部からすくい面の方向と逃げ面の方向とにそれぞれ0.5mmの幅をもって広がった領域(すなわち切削に関与する部分)に対して、表2に示したように異なる粒度(#1000～#3000)のダイヤモンド砥粒を使用するとともに異なるラッピング処理時間を採用することにより、平滑処理を実施した(実施例3-1～3-6)。そして、これらの表面被覆切削工具各々について、切削に関与する部分の表面粗度を電子線三次元粗さ解析装置(ERA-8000、株式会社エリオニクス製)により測定したところ、増加表面積比は表2の通りであった。

[0075] そして、これらの表面被覆切削工具に対して上記と同一の条件で旋削切削試験を実施し、欠損が発生するまでの時間(工具寿命)を測定した。その結果を表2に示す。

[0076] [表2]

	ダイヤモンド 砥粒の粒度	ラッピング 処理時間	増加表面積比	工具寿命
実施例 3 - 1	#3000	500 分	0.0007	52 分
実施例 3 - 2	#2500	60 分	0.008	51 分
実施例 3 - 3	#2000	40 分	0.017	49 分
実施例 3 - 4	#1500	20 分	0.045	45 分
実施例 3 - 5	#1000	20 分	0.065	41 分
実施例 3 - 6	#1000	0.5 分	0.08	28 分

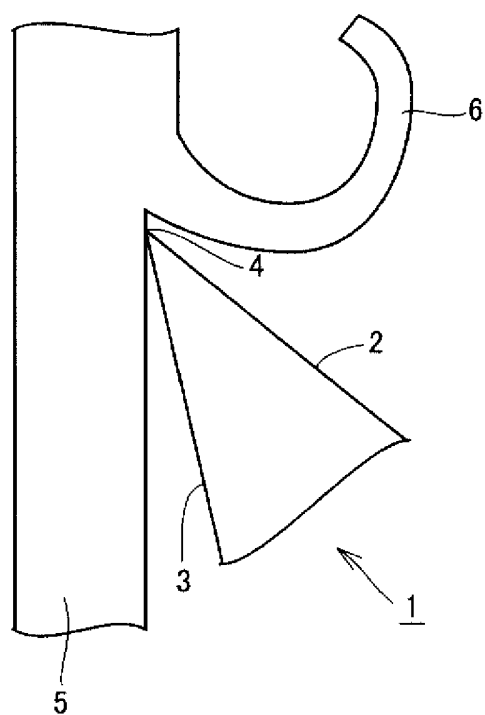
[0077] 表2より明らかなように、表面被覆切削工具について、切削に関与する部分の増加
表面積比は小さくなる程、工具寿命は向上し靱性および耐摩耗性が高度に両立され
たものであった。

[0078] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的な
ものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求
の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が
含まれることが意図される。

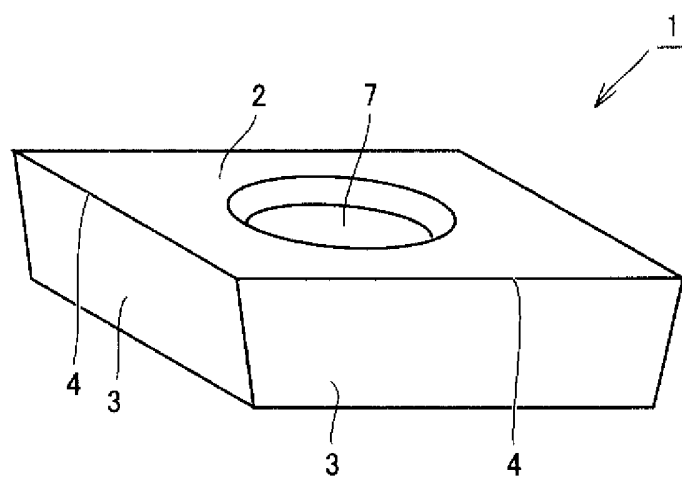
請求の範囲

- [1] 基材(8)と、該基材(8)上に形成された被膜(9)とを備える表面被覆切削工具(1)であって、
前記被膜(9)は、TiCNからなる第1被膜(10)と、 α 型 Al_2O_3 からなる第2被膜(11)とを含み、
前記第1被膜(10)は、前記基材(8)と前記第2被膜(11)との間に位置し、かつ引張応力 S_1 を有し、
前記第2被膜(11)は、圧縮応力 S_2 を有するとともに、
前記引張応力 S_1 と前記圧縮応力 S_2 とが以下の式(I)によって規定されることを特徴とする表面被覆切削工具(1)。
- $$400\text{MPa} \leq |S_2 - S_1| \leq 3500\text{MPa} \cdots (I)$$
- [2] 前記表面被覆切削工具(1)は、切削に関与する部分の増加表面積比が0.0005以上0.07以下となることを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。
- [3] 前記第1被膜(10)は、アスペクト比が3以上である柱状構造を有するとともに、その平均粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $1.5\mu\text{m}$ 以下である結晶組織を有することを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。
- [4] 前記第1被膜(10)は、 $2\sim 20\mu\text{m}$ の厚みを有し、前記第2被膜(11)は、 $0.5\sim 20\mu\text{m}$ の厚みを有することを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。
- [5] 前記第1被膜(10)は、さらに酸素を含有していることを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。
- [6] 前記第1被膜(10)は、さらに元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有していることを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。
- [7] 前記第2被膜(11)は、さらに元素周期律表のIVa族元素、Va族元素、VIa族元素、Si、Y、BおよびSからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有していることを特徴とする請求項1記載の表面被覆切削工具(1)。

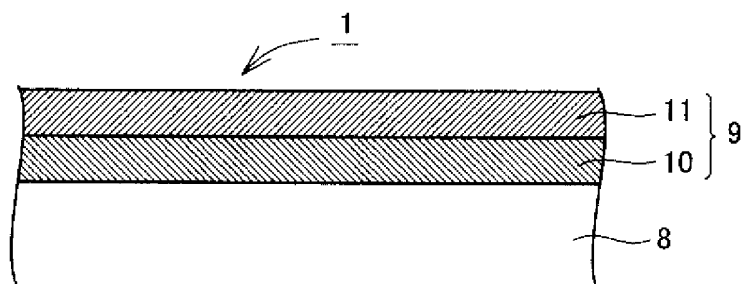
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/022636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23B27/14 (2006.01) , B23B51/00 (2006.01) , B23C5/16 (2006.01) , C23C14/06 (2006.01) 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 (2006.01) , B23B51/00 (2006.01) , B23C5/16 (2006.01) , C23C14/06 (2006.01) 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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006 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 09-309007 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 02 December, 1997 (02.12.97), Claims; Par. Nos. [0031], [0036] (Family: none)	1-7
Y	JP 10-015707 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 January, 1998 (20.01.98), Claims; Par. Nos. [0027], [0028], [0049] (Family: none)	1-7
Y	JP 05-177411 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 July, 1993 (20.07.93), Claims (Family: none)	1-7
☒ 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 02 March, 2006 (02.03.06)		Date of mailing of the international search report 14 March, 2006 (14.03.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/022636

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-502352 A (Kennametal Inc.), 17 March, 1994 (17.03.94), Claims & WO 1992/005009 A1 & EP 0549585 A1 & US 5250367 A & US 5266388 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23B27/14(2006.01), B23B51/00(2006.01), B23C5/16(2006.01), C23C14/06(2006.01)

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.Cl. B23B27/14(2006.01), B23B51/00(2006.01), B23C5/16(2006.01), C23C14/06(2006.01)

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年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
Y	JP 09-309007 A (住友電気工業株式会社) 1997.12.02, 特許請求の範囲, 段落【0031】, 【0036】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 10-015707 A (住友電気工業株式会社) 1998.01.20, 特許請求の範囲, 段落【0027】, 【0028】, 【0049】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 05-177411 A (住友電気工業株式会社) 1993.07.20, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
02.03.2006国際調査報告の発送日
14.03.2006

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
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)
田村 嘉章
電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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 請求の範囲の番号
Y	JP 06-502352 A (ケンナメタル インコーポレイテッド) 1994. 03. 17, 特許請求の範囲 & WO 1992/005009 A1 & EP 0549585 A1 & US 5250367 A & US 5266388 A	1-7