

(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
2016年3月31日(31.03.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/047581 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) C23C 16/36 (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076645
- (22) 国際出願日: 2015年9月18日(18.09.2015)
- (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 2014-195795 2014年9月25日(25.09.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 龍岡 翔(TATSUOKA Sho); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 佐藤 賢一(SATO Kenichi); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社

中央研究所内 Ibaraki (JP). 山口 健志(YAMAGUCHI Kenji); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP).

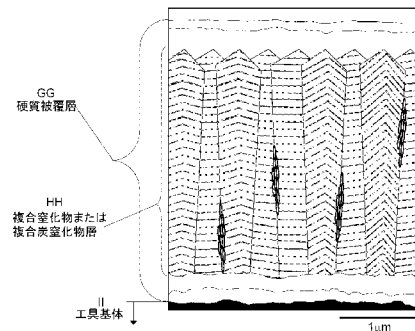
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, ST, 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,

[続葉有]

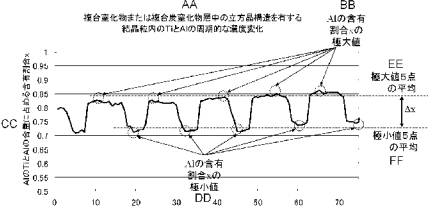
(54) Title: SURFACE-COATED CUTTING TOOL IN WHICH HARD COATING LAYER EXHIBITS EXCELLENT CHIPPING RESISTANCE

(54) 発明の名称: 硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆切削工具

【図1】



【図3】



AA... PERIODIC VARIATION IN CONCENTRATION OF TI AND AL WITHIN CRYSTAL GRAINS HAVING CUBIC CRYSTAL STRUCTURE WITHIN COMPOSITE NITRIDE OR COMPOSITE CARBO-NITRIDE LAYER
BB... MAXIMUM VALUES OF AL CONTENT RATIO x
CC... CONTENT RATIO x OCCUPIED BY TOTAL AMOUNT OF AL AND TI
DD... MINIMUM VALUES OF AL CONTENT RATIO x
EE... AVERAGE OF 5 MAXIMUM VALUE POINTS
FF... AVERAGE OF 5 MINIMUM VALUE POINTS
GG... HARD COATING LAYER
HH... COMPOSITE NITRIDE OR COMPOSITE CARBO-NITRIDE LAYER
II... TOOL BASE BODY

(57) Abstract: Provided is a surface-coated cutting tool in which a hard coating layer has excellent hardness and toughness and exhibits chipping resistance and defect resistance over a long period of use. The surface-coated cutting tool comprises a $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ layer (wherein the average content ratio X_{avg} of Al and the average content ratio Y_{avg} of C satisfy $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ and $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$) that is formed by coating the surface of a tool base body. The crystal grains of this layer have a NaCl-type face-centered cubic structure and a $\{111\}$ orientation. The average particle width W of each of the crystal grains having a NaCl-type face-centered cubic structure is $0.1-2.0 \mu m$ and said crystal grains have a columnar structure in which the average aspect ratio A is $2-10$. In addition, periodic compositional variation of the Ti and the Al is present in the compositional formula $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ within each of the crystal grains having a NaCl-type face-centered cubic structure. The difference Δx between the average of the maximum values and the average of the minimum values of x , which varies periodically, is $0.03-0.25$.

(57) 要約: 硬質被覆層がすぐれた硬さおよび靱性を備え、長期の使用に亘って耐チップング性、耐欠損性を発揮する被覆工具を提供する。 工具基体の表面に、 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$

[続葉有]

WO 2016/047581 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

$(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層 (但し、Al の平均含有割合 X_{avg} および C の平均含有割合 Y_{avg} は、 $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ 、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ を満たす) を被覆形成した表面被覆切削工具であって、該層の NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒は $\{111\}$ 配向を有し、該 NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の平均粒子幅 W は $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、平均アスペクト比 A は $2 \sim 10$ である柱状組織を有し、また、該 NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒内に、組成式: $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ における Ti と Al の周期的な組成変化が存在し、周期的に変化する x の極大値の平均と極小値の平均の差 Δx が $0.03 \sim 0.25$ である。

明 細 書

発明の名称：

硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆切削工具

技術分野

[0001] 本発明は、合金鋼等の高熱発生を伴うとともに、切刃に対して衝撃的な負荷が作用する高速断続切削加工で、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を備えることにより、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮する表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、一般に、炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金、炭窒化チタン（以下、TiCNで示す）基サーメットあるいは立方晶窒化ホウ素（以下、cBNで示す）基超高压焼結体で構成された工具基体（以下、これらを総称して工具基体という）の表面に、硬質被覆層として、Ti-Al系の複合窒化物層を物理蒸着法により被覆形成した被覆工具が知られており、これらは、すぐれた耐摩耗性を発揮することが知られている。

ただ、前記従来のTi-Al系の複合窒化物層を被覆形成した被覆工具は、比較的耐摩耗性にすぐれるものの、高速断続切削条件で用いた場合にチップング等の異常損耗を発生しやすいことから、硬質被覆層の改善についての種々の提案がなされている。

[0003] 例えば、特許文献1には、工具基体表面に、Cr、Ti、Al、Vの窒化物うち少なくとも2種の金属窒化物から構成される複合硬質皮膜を形成し、かつ、該硬質皮膜についてX線回折によって求めた(111)面及び(200)面のX線回折ピークの強さI(111)及びI(200)の強度比I(111)/I(200)を3～6の値とすることによって、耐摩耗性、耐焼き付き性及び耐酸化性に優れ、摩擦係数が低く摺動特性の高い皮膜を得ることが開示されている。

[0004] 例えば、特許文献2には、TiCl₄、AlCl₃、NH₃の混合反応ガス中

で、 $650 \sim 900^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において化学蒸着を行うことにより、 Al の含有割合 x の値が $0.65 \sim 0.95$ である $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)$ N層を蒸着形成できることが記載されているが、この文献では、この $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)$ N層の上にさらに Al_2O_3 層を被覆し、これによって断熱効果を高めることを目的とするものであるから、 Al の含有割合 x の値を $0.65 \sim 0.95$ まで高めた $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)$ N層の形成によって、切削性能にどのような影響を及ぼしているかについては明らかでない。

[0005] また、例えば、特許文献3には、 TiCN 層、 Al_2O_3 層を内層として、その上に、化学蒸着法により、立方晶構造あるいは六方晶構造を含む立方晶構造の $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)$ N層（ただし、原子比で、 x は $0.65 \sim 0.90$ ）を外層として被覆するとともに該外層に $100 \sim 1100 \text{ MPa}$ の圧縮応力を付与することにより、被覆工具の耐熱性と疲労強度を改善することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-144376号公報

特許文献2：特表2011-516722号公報

特許文献3：特表2011-513594号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 近年の切削加工における省力化および省エネ化の要求は強く、これに伴い、切削加工は一段と高速化、高効率化の傾向にあり、被覆工具には、より一層、耐チップング性、耐欠損性、耐剥離性等の耐異常損傷性が求められるとともに、長期の使用に亘ってのすぐれた耐摩耗性が求められている。

しかし、前記特許文献1に記載されている被覆工具は、硬質皮膜が物理蒸着法で蒸着形成されているため、例えば、硬質皮膜中の Al の含有割合を高めることが困難であるため、合金鋼の高速断続切削加工等に供した場合には

、耐摩耗性、耐チップング性が十分であるとは言えないという課題があった。

一方、前記特許文献2に記載されている化学蒸着法で蒸着形成した($Ti_{1-x}Al_x$)N層については、Alの含有割合xを高めることができ、また、立方晶構造を形成させることができることから、所定の硬さを有し耐摩耗性にすぐれた硬質被覆層が得られるものの、工具基体との密着強度は十分でなく、また、靱性に劣るという課題があった。

さらに、前記特許文献3に記載されている被覆工具は、所定の硬さを有し耐摩耗性にはすぐれるものの、靱性に劣ることから、合金鋼の高速断続切削加工等に応じた場合には、チップング、欠損、剥離等の異常損傷が発生しやすく、満足できる切削性能を発揮するとは言えないという課題があった。

そこで、本発明が解決しようとする技術的課題、すなわち、本発明の目的は、合金鋼等の高速断続切削等に応じた場合であっても、すぐれた靱性を備え、長期の使用に亘ってすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮する被覆工具を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] そこで、本発明者らは、前述の観点から、少なくともTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物（以下、「 $(Ti, Al)(C, N)$ 」あるいは「 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 」で示すことがある）を含む硬質被覆層を化学蒸着で蒸着形成した被覆工具の耐チップング性、耐摩耗性の改善をはかるべく、鋭意研究を重ねた結果、次のような知見を得た。

[0009] 即ち、従来の少なくとも1層の $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を含み、かつ所定の平均層厚を有する硬質被覆層は、 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層が工具基体に垂直方向に柱状をなして形成されている場合、高い耐摩耗性を有する。その反面、 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層の異方性が高くなるほど $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層の靱性が低下し、その結果、耐チップング性、耐欠損性が低下し、長期の使用に亘って十分な耐摩耗性を発揮することができず、また、工具寿命も満足できるものであるとはいえなかった。

そこで、本発明者らは、硬質被覆層を構成する $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層について鋭意研究したところ、 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層の NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒内に Ti と Al の周期的な組成変化を形成させるという全く新規な着想により、NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒内に歪みを生じさせ、硬さと靱性の双方を高めることに成功し、その結果、硬質被覆層の耐チップング性、耐欠損性を向上させることができるという新規な知見を見出した。

[0010] 具体的には、硬質被覆層が、化学蒸着法により成膜された Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層を少なくとも含み、組成式： $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ で表した場合、Al の Ti と Al の含量に占める平均含有割合 X_{avg} および C の C と N の含量に占める平均含有割合 Y_{avg} （但し、 X_{avg} 、 Y_{avg} はいずれも原子比）が、それぞれ、 $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ 、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ を満足し、複合窒化物または複合炭窒化物層は、NaCl 型の面心立方構造を有する複合窒化物または複合炭窒化物の相を少なくとも含み、該層について、電子線後方散乱回折装置を用いて該層の縦断面方向から解析した場合、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、該傾斜角のうち法線方向に対して $0 \sim 45$ 度の範囲内にある傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計し傾斜角度数分布を求めたとき、 $0 \sim 10$ 度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在すると共に、前記 $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数の合計が、前記傾斜角度数分布における度数全体の 45% 以上の割合を示し、また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内の NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の平均粒子幅 W が $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、平均アスペクト比 A が $2 \sim 10$ である柱状組織を有し、さらに、複合窒化物または複合炭窒化物層の工具基体表面の法線方向に沿って、前記 NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒内に、組成式： $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ における Ti と Al の周期的

な組成変化が存在し、周期的に変化する x の極大値の平均と極小値の平均の差が $\Delta x 0.03 \sim 0.25$ であることにより、 NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒内に歪みを生じさせ、従来の硬質被覆層に比して、 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層の硬さと靱性が高まり、その結果、耐チップング性、耐欠損性が向上し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮することを見出した。

[0011] そして、前述のような構成の $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層は、例えば、工具基体表面において反応ガス組成を周期的に変化させる以下の化学蒸着法によって成膜することができる。

用いる化学蒸着反応装置へは、 NH_3 と N_2 と H_2 からなるガス群Aと、 TiCl_4 、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 、 AlCl_3 、 NH_3 、 N_2 、 H_2 からなるガス群Bがおのおの別々のガス供給管から反応装置内へ供給され、ガス群Aとガス群Bの反応装置内への供給は、例えば、一定の周期の時間間隔で、その周期よりも短い時間だけガスが流れるように供給し、ガス群Aとガス群Bのガス供給にはガス供給時間よりも短い時間の位相差が生じるようにして、工具基体表面における反応ガス組成を、(イ)ガス群A、(ロ)ガス群Aとガス群Bの混合ガス、(ハ)ガス群Bと時間的に変化させることができる。ちなみに、本発明においては、厳密なガス置換を意図した長時間の排気工程を導入する必要は無い。従って、ガス供給方法としては、例えば、ガス供給は時間的に連続して供給し、かつ、ガス供給口を回転させたり、工具基体を回転させたり、工具基体を往復運動させたりして、工具基体表面における反応ガス組成を、(イ)ガス群Aを主とする混合ガス、(ロ)ガス群Aとガス群Bの混合ガス、(ハ)ガス群Bを主とする混合ガス、と時間的に変化させることでも実現する事が可能である。

工具基体表面に、反応ガス組成(ガス群Aおよびガス群Bを合わせた全体に対する容量%)を、例えば、ガス群Aとして NH_3 : 1.0~2.0%、 N_2 : 0~5%、 H_2 : 55~60%、ガス群Bとして AlCl_3 : 0.6~0.9%、 TiCl_4 : 0.2~0.3%、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$: 0~0.5%、 N_2

: 0.0 ~ 12.0%, H_2 : 残、反応雰囲気圧力: 4.5 ~ 5.0 kPa、
 反応雰囲気温度: 700 ~ 900°C、供給周期 1 ~ 5 秒、1 周期当たりのガ
 ス供給時間 0.15 ~ 0.25 秒、ガス供給 A とガス供給 B の位相差 0.1
 0 ~ 0.20 秒として、所定時間、熱 CVD 法を行うことにより、所定の目
 標層厚の $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を成膜する。

[0012] 前述のようにガス群 A とガス群 B が工具基体表面に到達する時間に差が生
 じるように供給し、ガス群 A における窒素原料ガスとして NH_3 : 1.0 ~ 2
 .0%, N_2 : 0 ~ 5%、と設定し、ガス群 B における金属塩化物原料あるい
 は炭素原料である $AlCl_3$: 0.6 ~ 0.9%、 $TiCl_4$: 0.2 ~ 0.
 3%、 $Al(CH_3)_3$: 0 ~ 0.5% と設定する事により、結晶粒内に局所
 的な組成のムラ、転位や点欠陥の導入による結晶格子の局所的な歪みが形成
 され、なおかつ結晶粒の工具基体表面側と皮膜表面側での {111} 配向の
 度合いを変化させることが出来る。その結果、耐摩耗性を維持しつつ靱性が
 飛躍的に向上することを見出した。その結果、特に、耐欠損性、耐チップ
 ング性が向上し、切れ刃に断続的・衝撃的負荷が作用する合金鋼等の高速断続
 切削加工に用いた場合においても、硬質被覆層が、長期の使用に亘ってすぐ
 れた切削性能を発揮し得ることを見出した。

[0013] 本発明は、前記知見に基づいてなされたものであって、

「(1) 炭化タングステン基超硬合金、炭窒化チタン基サーメットまたは
 立方晶窒化ホウ素基超高压焼結体のいずれかで構成された工具基体の表面に
 、硬質被覆層を設けた表面被覆切削工具において、

(a) 前記硬質被覆層は、化学蒸着法により成膜された平均層厚 1 ~ 20 μ
 m の Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層を少なくとも含み、組成
 式: $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ で表した場合、前記複合窒化物または複
 合炭窒化物層の Al の Ti と Al の含量に占める平均含有割合 X_{avg} およ
 び C の C と N の含量に占める平均含有割合 Y_{avg} (但し、 X_{avg} 、 Y_{avg}
 Y_{avg} はいずれも原子比) が、それぞれ、 $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ 、 0
 $\leq Y_{avg} \leq 0.005$ を満足し、

(b) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、NaCl型の面心立方構造を有する複合窒化物または複合炭窒化物の相を少なくとも含み、

(c) また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、電子線後方散乱回折装置を用いて、複合窒化物または複合炭窒化物層内のNaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の結晶方位を、前記複合窒化物または複合炭窒化物層の縦断面方向から解析した場合、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である{111}面の法線がなす傾斜角を測定し、該傾斜角のうち法線方向に対して0～45度の範囲内にある傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計し傾斜角度数分布を求めたとき、0～10度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在すると共に、前記0～10度の範囲内に存在する度数の合計が、前記傾斜角度数分布における度数全体の45%以上の割合を示し、

(d) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内のNaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の平均粒子幅Wが0.1～2.0 μm、平均アスペクト比Aが2～10である柱状組織を有し、

(e) また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層の前記NaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒内に、組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ におけるTiとAlの周期的な組成変化が該結晶粒の<001>で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在し、周期的に変化するxの極大値の平均と極小値の平均の差Δxが0.03～0.25であることを特徴とする表面被覆切削工具。

(2) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層中のTiとAlの周期的な組成変化が存在するNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒において、TiとAlの周期的な組成変化が該結晶粒の<001>で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在し、その方位に沿った周期が3～100 nmであり、その方位に直交する面内でのAlのTiとAlの含量に占める含有割合X0の変化は0.01以下であること特徴とする(1)に記載の

表面被覆切削工具。

(3) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、X線回折からNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の格子定数 a を求め、前記NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の格子定数 a が、立方晶TiNの格子定数 a_{TiN} と立方晶AlNの格子定数 a_{AlN} に対して、 $0.05a_{TiN} + 0.95a_{AlN} \leq a \leq 0.4a_{TiN} + 0.6a_{AlN}$ の関係を満たすことを特徴とする(1)または(2)に記載の表面被覆切削工具。

(4) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、NaCl型の面心立方構造を有するTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物の単相からなることを特徴とする(1)乃至(3)のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

(5) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内のNaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織の粒界部に、六方晶構造を有する微粒結晶粒が存在し、該微粒結晶粒の存在する面積割合が30面積%以下であり、該微粒結晶粒の平均粒径 R が $0.01 \sim 0.3 \mu m$ であることを特徴とする(1)乃至(3)のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

(6) 前記工具基体と前記TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層の間に、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなり、 $0.1 \sim 20 \mu m$ の合計平均層厚を有する下部層が存在することを特徴とする(1)乃至(5)のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

(7) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層の上部に、少なくとも $1 \sim 25 \mu m$ の平均層厚を有する酸化アルミニウム層を含む上部層が存在することを特徴とする(1)乃至(6)のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

(8) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、少なくとも、トリメチルアルミニウムを反応ガス成分として含有する化学蒸着法により成膜されたものであることを特徴とする(1)乃至(7)のいずれかに記載の表面被覆切削工具。」

に特徴を有するものである。

[0014] 本発明について、以下に詳細に説明する。

[0015] 硬質被覆層を構成する複合窒化物または複合炭窒化物層の平均層厚：

本発明の硬質被覆層は、化学蒸着された組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ で表されるTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層を少なくとも含む。この複合窒化物または複合炭窒化物層は、硬さが高く、すぐれた耐摩耗性を有するが、特に平均層厚が $1 \sim 20 \mu m$ のとき、その効果が際立って発揮される。その理由は、平均層厚が $1 \mu m$ 未満では、層厚が薄いため長期の使用に亘っての耐摩耗性を十分確保することができず、一方、その平均層厚が $20 \mu m$ を越えると、TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層の結晶粒が粗大化し易くなり、チッピングを発生しやすくなる。したがって、その平均層厚を $1 \sim 20 \mu m$ と定めた。

なお、前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、立方晶と六方晶の混相であっても構わないが、NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の占める面積割合が70面積%を下回ると硬さが低下してくることから、NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の占める面積割合が70面積%であることが好ましく、さらに、NaCl型の面心立方構造を有するTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物の単相からなることがより好ましい。

[0016] 硬質被覆層を構成する複合窒化物または複合炭窒化物層の組成：

本発明の硬質被覆層を構成する複合窒化物または複合炭窒化物層は、AlのTiとAlの含量に占める平均含有割合 X_{avg} およびCのCとNの含量に占める平均含有割合 Y_{avg} （但し、 X_{avg} 、 Y_{avg} はいずれも原子比）が、それぞれ、 $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ 、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ を満足するように制御する。

その理由は、Alの平均含有割合 X_{avg} が0.60未満であると、TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層は硬さに劣るため、合金鋼等の高速断続切削に供した場合には、耐摩耗性が十分でない。一方、Alの平均含有割合 X_{avg} が0.95を超えると、相対的にTiの含有割合が減少する

ため、脆化を招き、耐チップング性が低下する。したがって、A l の平均含有割合 X_{avg} は、 $0.60 \leq X_{avg} \leq 0.95$ と定めた。

また、複合窒化物または複合炭窒化物層に含まれるC成分の平均含有割合 Y_{avg} は、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ の範囲の微量であるとき、複合窒化物または複合炭窒化物層と工具基体もしくは下部層との密着性が向上し、かつ、潤滑性が向上することによって切削時の衝撃を緩和し、結果として複合窒化物または複合炭窒化物層の耐欠損性および耐チップング性が向上する。一方、C成分の平均含有割合 Y_{avg} が $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ の範囲を逸脱すると、複合窒化物または複合炭窒化物層の靱性が低下するため耐欠損性および耐チップング性が逆に低下するため好ましくない。したがって、Cの平均含有割合 Y_{avg} は、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ と定めた。

[0017] T i と A l の複合窒化物または複合炭窒化物層 ($(T i_{1-x} A l_x) (C_y N_{1-y})$ 層) 内の N a C l 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面についての傾斜角度数分布：

本発明の前記 $(T i_{1-x} A l_x) (C_y N_{1-y})$ 層について、電子線後方散乱回折装置を用いて N a C l 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の結晶方位を、その縦断面方向から解析した場合、工具基体表面の法線（断面研磨面における工具基体表面と垂直な方向）に対する前記結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、その傾斜角のうち、法線方向に対して $0 \sim 45$ 度の範囲内にある傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計したとき、 $0 \sim 10$ 度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在すると共に、前記 $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数の合計が、傾斜角度数分布における度数全体の 45% 以上の割合となる傾斜角度数分布形態を示す場合に、前記 T i と A l の複合窒化物または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層は、N a C l 型の面心立方構造を維持したままで高硬度を有し、しかも、前述したような傾斜角度数分布形態によって硬質被覆層と基体との密着性が飛躍的に向上する。

したがって、このような被覆工具は、例えば、ステンレス鋼の高速断続切

削等に用いた場合であっても、チッピング、欠損、剥離等の発生が抑えられ、しかも、すぐれた耐摩耗性を発揮する。

[0018] 複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒の平均粒子幅 W 、平均アスペクト比 A :

複合窒化物または複合炭窒化物層中の NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒について、工具基体表面と平行な方向の粒子幅を w 、また、工具基体表面に垂直な方向の粒子長さを l とし、前記 w と l との比 l/w を各結晶粒のアスペクト比 a とし、さらに、個々の結晶粒について求めたアスペクト比 a の平均値を平均アスペクト比 A 、個々の結晶粒について求めた粒子幅 w の平均値を平均粒子幅 W とした場合、本発明では、平均粒子幅 W が $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、平均アスペクト比 A が $2 \sim 10$ を満足するように制御する。

この条件を満たすとき、複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒は柱状組織となり、すぐれた耐摩耗性を示す。一方、平均アスペクト比 A が 2 を下回ると、 NaCl 型の面心立方構造の結晶粒内に本発明の特徴である組成の周期的な分布を形成しにくくなり、 10 を上回るとクラックの進展を抑制し難くなる。また、平均粒子幅 W が $0.1 \mu\text{m}$ 未満であると耐摩耗性が低下し、 $2.0 \mu\text{m}$ を超えると靱性が低下する。したがって、複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する NaCl 型の面心立方構造の結晶粒の平均粒子幅 W は、 $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ と定めた。

[0019] NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒内に存在する Ti と Al の組成変化 :

さらに、 NaCl 型の面心立方構造を有する結晶を組成式 : $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ で表した場合、結晶粒内に Ti と Al の周期的な組成変化が存在するとき、結晶粒に歪みが生じ、硬さが向上する。しかしながら、 Ti と Al の組成変化の大きさの指標である前記組成式における x の極大値の平均と極小値の平均の差 Δx が 0.03 より小さいと前述した結晶粒の歪みが小さく十分な硬さの向上が見込めない。一方、 x の極大値の平均と極小値の

平均の差 Δx が 0.25 を超えると結晶粒の歪みが大きくなり過ぎ、格子欠陥が大きくなり、硬さが低下する。そこで、NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒内に存在する Ti と Al の組成変化は、周期的に変化する x の極大値の平均と極小値の平均の差 Δx を 0.05 ~ 0.25 とした。

また、Ti と Al の周期的な組成変化は、NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒の $\langle 001 \rangle$ で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在することが好ましい。しかしながら、その周期が 3 nm 未満であると靱性が低下する。一方、100 nm を超えると硬さの向上効果が見込めない。したがって、立方晶結晶粒の $\langle 001 \rangle$ で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在する周期は、3 ~ 100 nm であることが好ましい。また、その方位に直交する面内での Al の Ti と Al の含量に占める含有割合 X_O の変化は 0.01 以下となることにより、 $\{111\}$ 面と角度をなす $\{001\}$ 面内の転位のすべり運動を誘発して靱性が向上する。

[0020] 複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒の格子定数 a :

前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、X線回折装置を用い、Cu-K α 線を線源としてX線回折試験を実施し、NaCl 型の面心立方構造の結晶粒の格子定数 a を求めたとき、前記結晶粒の格子定数 a が、立方晶 TiN (JCPDS 00-038-1420) の格子定数 a_{TiN} : 4.24173 Å と立方晶 AlN (JCPDS 00-046-1200) の格子定数 a_{AlN} : 4.045 Å に対して、 $0.05 a_{TiN} + 0.95 a_{AlN} \leq a \leq 0.4 a_{TiN} + 0.6 a_{AlN}$ の関係を満たすとき、より高い硬さを示し、かつ高い熱伝導性を示すことで、すぐれた耐摩耗性に加えて、すぐれた耐熱衝撃性を備える。

[0021] 複合窒化物または複合炭窒化物層内の NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織の粒界部に存在する微粒結晶粒と該微粒結晶粒の存在する面積割合および平均粒径 R :

NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織の粒界

部に六方晶構造を有する微粒結晶粒が存在することにより、粒界滑りが抑制され、靱性が向上する。しかしながら、その面積割合が30面積%を超えると相対的にNaCl型の面心立方構造の結晶相の割合が減少するため硬さが低下し好ましくない。また、微粒結晶粒の平均粒径Rが0.01μm未満であると粒界滑りを抑制すること効果が十分でなく、一方、0.3μmを超えると柱状組織内の歪みが大きくなり硬さが低下するため好ましくない。

[0022] 下部層および上部層：

また、本発明の複合窒化物または複合炭窒化物層は、それだけでも十分な効果を奏するが、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなり、0.1～20μmの合計平均層厚を有する下部層を設けた場合、および/または、1～25μmの平均層厚を有する酸化アルミニウム層を含む上部層を設けた場合には、これらの層が奏する効果と相俟って、一層すぐれた特性を創出することができる。Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなる下部層を設ける場合、下部層の合計平均層厚が0.1μm未満では、下部層の効果が十分に奏されず、一方、20μmを超えると結晶粒が粗大化し易くなり、チッピングを発生しやすくなる。また、酸化アルミニウム層を含む上部層の合計平均層厚が1μm未満では、上部層の効果が十分に奏されず、一方、25μmを超えると結晶粒が粗大化し易くなり、チッピングを発生しやすくなる。

発明の効果

[0023] 本発明は、工具基体の表面に、硬質被覆層を設けた表面被覆切削工具において、硬質被覆層は、化学蒸着法により成膜された平均層厚1～20μmのTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層を少なくとも含み、組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ で表した場合、AlのTiとAlの含量に占める平均含有割合 X_{avg} およびCのCとNの含量に占める平均含有割合 Y_{avg} （但し、 X_{avg} 、 Y_{avg} はいずれも原子比）が、それぞれ、0.

$60 \leq X_{avg} \leq 95$ 、 $0 \leq Y_{avg} \leq 0.005$ を満足し、複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する結晶粒中にNaCl型の面心立方構造を有するものが存在し、該結晶粒の結晶方位を、電子線後方散乱回折装置を用いて縦断面方向から解析した場合、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し該傾斜角のうち法線方向に対して $0 \sim 45$ 度の範囲内にある傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計し傾斜角度数分布を求めたとき、 $0 \sim 10$ 度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在すると共に、前記 $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数の合計が、前記傾斜角度数分布における度数全体の 45% 以上の割合を示し、また、複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内のNaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の平均粒子幅 W が $0.1 \sim 2.0 \mu m$ 、平均アスペクト比 A が $2 \sim 10$ である柱状組織を有し、複合窒化物または複合炭窒化物層の層厚方向に沿って、前記NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒内に、組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ におけるTiとAlの周期的な組成変化が存在し、周期的に変化する x の極大値の平均と極小値の平均の差 Δx が $0.03 \sim 0.25$ であるという本発明に特有の構成を有していることによって、立方晶構造を有する結晶粒内に歪みが生じるため、結晶粒の硬さが向上し、高い耐摩耗性を保ちつつ、靱性が向上する。その結果、耐チップング性が向上するという効果が発揮され、従来の硬質被覆層に比して、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮し、被覆工具の長寿命化が達成される。

特に、TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層のNaCl型の面心立方構造の結晶粒において、結晶粒内にTiとAlの周期的な組成変化が存在することにより、結晶粒内にひずみが生じ、硬さが向上し、また、柱状組織を有することにより、高い耐摩耗性を発揮すると同時に、柱状組織の粒界部に六方晶構造の微粒結晶粒が存在することにより、粒界滑りを抑制し、靱性が向上し、さらに、NaCl型の面心立方構造の結晶粒が $\{111\}$ 面に

配向することによって、耐逃げ面摩耗性、耐クレーター摩耗性がそれぞれ向上することが相俟って、切れ刃に断続的・衝撃的負荷が作用する合金鋼等の高速断続切削加工に用いた場合においても、本発明の被覆工具は、耐チップング性、耐欠損性とともによい耐摩耗性を発揮するのである。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層の断面を模式的に表した膜構成模式図である。

[図2]本発明の一実施態様に該当する硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物層または複合炭窒化物層の断面において、TiとAlの周期的な組成変化が存在するNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒について、TiとAlの周期的な組成変化が該結晶粒の<001>で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在し、その方位に直交する面内でのTiとAlの組成変化は小さいことを模式的に表した模式図である。

[図3]本発明の一実施態様に該当する硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物層または複合炭窒化物層の断面において、TiとAlの周期的な組成変化が存在するNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒について、透過型電子顕微鏡を用いて、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による線分析を行った結果のTiとAlの周期的な組成変化xのグラフの一例を示すものである。

[図4]本発明被覆工具の硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物層または複合炭窒化物層の断面において、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である{111}面の法線がなす傾斜角を測定し、該傾斜角のうち法線方向に対して0～45度の範囲内にある傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計することにより求めた傾斜角度数分布の一例を示す。

[図5]比較被覆工具の硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物層または複合炭窒化物層の断面において、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である{111}面の法線がなす傾斜角を測定し、該傾斜角のう

ち法線方向に対して0～45度の範囲内にある傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計することにより求めた傾斜角度数分布の一例を示す。

発明を実施するための形態

[0025] つぎに、本発明の被覆工具を実施例により具体的に説明する。

実施例 1

[0026] 原料粉末として、いずれも1～3 μ mの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr₃C₂粉末およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、98MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を5Paの真空中、1370～1470℃の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、ISO規格SEEN1203AFSNのインサート形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A～Cをそれぞれ製造した。

[0027] また、原料粉末として、いずれも0.5～2 μ mの平均粒径を有するTiCN（質量比でTiC/TiN=50/50）粉末、Mo₂C粉末、ZrC粉末、NbC粉末、WC粉末、Co粉末およびNi粉末を用意し、これら原料粉末を、表2に示される配合組成に配合し、ボールミルで24時間湿式混合し、乾燥した後、98MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を1.3kPaの窒素雰囲気中、温度：1500℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、ISO規格SEEN1203AFSNのインサート形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体Dを作製した。

[0028] つぎに、これらの工具基体A～Dの表面に、化学蒸着装置を用い、

(a) 表4に示される形成条件A～J、すなわち、NH₃とH₂からなるガス群Aと、TiCl₄、Al(CH₃)₃、AlCl₃、NH₃、N₂、H₂からなるガス群B、およびおのおのガスの供給方法として、反応ガス組成（ガス群Aおよびガス群Bを合わせた全体に対する容量%）を、ガス群AとしてNH₃：1.0～1.5%、N₂：0.0～5.0%、H₂：55～60%、ガス群

Bとして AlCl_3 ：0.6～0.9%、 TiCl_4 ：0.2～0.3%、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ：0～0.5%、 N_2 ：0.0～12.0%、 H_2 ：残、反応雰囲気圧力：4.5～5.0 kPa、反応雰囲気温度：700～900℃、供給周期1～5秒、1周期当たりのガス供給時間0.15～0.25秒、ガス供給Aとガス供給Bの位相差0.10～0.20秒として、所定時間、熱CVD法を行い、表7に示されるTiとAlの周期的な組成変化を示すNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒が表7に示される面積割合存在し、表7に示される目標層厚を有する $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層からなる硬質被覆層を形成することにより本発明被覆工具1～9を製造した。

なお、本発明被覆工具3～9については、表3に示される形成条件で、表6に示される下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0029] 前記本発明被覆工具1～15の硬質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層について、走査型電子顕微鏡（倍率5000倍及び20000倍）を用いて複数視野に亘って観察したところ、図1に示した膜構成模式図に示されるようにNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒からなる柱状組織の粒界部に六方晶結晶を有する微粒結晶粒が存在するとともに、その面積割合が30面積以下であり、さらに、微粒結晶粒の平均粒径Rが0.01～0.3 μm であることが確認された。微粒結晶粒の平均粒径Rは、微結晶粒が見出される柱状組織の粒界のうち、0.5 μm 以上の粒界長さを有する部位を複数の観察視野から3ヶ所見出し、おのおの0.5 μm の線分上に存在する粒界数を数え上げて、3か所での合計粒界数で1.5 μm を割ることにより得る事が出来る。

[0030] また、NaCl型の面心立方構造の結晶粒内にTiとAlの周期的な組成変化が存在していることが、透過型電子顕微鏡（倍率200000倍）を用いて、エネルギー分散型X線分光法（EDS）による面分析により確認された。さらに詳しく解析した結果、TiとAlの周期的な組成変化xの極大値と極小値の差が0.03～0.25であることが確認された。

[0031] また、比較の目的で、工具基体A～Dの表面に、表3および表5に示され

る条件かつ表8に示される目標層厚 (μm) で本発明被覆工具1～9と同様に、少なくともTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層を含む硬質被覆層を蒸着形成した。この時には、 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層の成膜工程中に工具基体表面における反応ガス組成が時間的に変化しない様に硬質被覆層を形成することにより比較被覆工具1～9を製造した。

なお、本発明被覆工具3～9と同様に、比較被覆工具3～9については、表3に示される形成条件で、表6に示される下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0032] 参考のため、工具基体Bおよび工具基体Cの表面に、従来の物理蒸着装置を用いて、アークイオンプレーティングにより、参考例の $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ 層を目標層厚で蒸着形成することにより、表8に示される参考被覆工具10を製造した。

なお、参考例の蒸着に用いたアークイオンプレーティングの条件は、次のとおりである。

(a) 前記工具基体BおよびCを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、アークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部にそって装着し、また、カソード電極（蒸発源）として、所定組成のAl-Ti合金を配置し、

(b) まず、装置内を排気して 10^{-2}Pa 以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を 500°C に加熱した後、前記回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に -1000V の直流バイアス電圧を印加し、かつAl-Ti合金からなるカソード電極とアノード電極との間に 200A の電流を流してアーク放電を発生させ、装置内にAlおよびTiイオンを発生させ、もって工具基体表面をボンバード洗浄し、

(c) 次に、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 4Pa の反応雰囲気とすると共に、前記回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に -50V の直流バイアス電圧を印加し、かつ、前記Al-Ti合金からなるカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間に 120A の電流を流してアーク

ク放電を発生させ、前記工具基体の表面に、表 8 に示される目標組成、目標層厚の (Ti, Al) N 層を蒸着形成し、参考被覆工具 10 を製造した。

[0033] また、本発明被覆工具 1～9、比較被覆工具 1～9 および参考被覆工具 10 の各構成層の工具基体に垂直な方向の断面を、走査型電子顕微鏡（倍率 5000 倍）を用いて測定し、観察視野内の 5 点の層厚を測って平均して平均層厚を求めたところ、いずれも表 6～表 8 に示される目標層厚と実質的に同じ平均層厚を示した。

また、複合窒化物または複合炭窒化物層の Al の平均含有割合 X_{avg} については、電子線マイクロアナライザ (EPMA, Electron-Probe-Micro-Analyser) を用い、表面を研磨した試料において、電子線を試料表面側から照射し、得られた特性 X 線の解析結果の 10 点平均から Al の平均含有割合 X_{avg} を求めた。C の平均含有割合 Y_{avg} については、二次イオン質量分析 (SIMS, Secondary-Ion-Mass-Spectroscopy) により求めた。イオンビームを試料表面側から $70\mu\text{m} \times 70\mu\text{m}$ の範囲に照射し、スパッタリング作用によって放出された成分について深さ方向の濃度測定を行った。C の平均含有割合 Y_{avg} は Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層についての深さ方向の平均値を示す。ただし C の含有割合には、意図的にガス原料として C を含むガスを用いなくても含まれる不可避免的な C の含有割合を除外している。具体的には Al(CH₃)₃ の供給量を 0 とした場合の複合窒化物または複合炭窒化物層に含まれる C 成分の含有割合（原子比）を不可避免的な C の含有割合として求め、Al(CH₃)₃ を意図的に供給した場合に得られる複合窒化物または複合炭窒化物層に含まれる C 成分の含有割合（原子比）から前記不可避免的な C の含有割合を差し引いた値を Y_{avg} として求めた。

また、本発明被覆工具 1～9、比較被覆工具 1～9 および参考被覆工具 10 について、工具基体に垂直な方向の断面方向から走査型電子顕微鏡（倍率 5000 倍及び 20000 倍）を用いて、工具基体表面と水平方向に長さ $10\mu\text{m}$ 、法線方向に該複合窒化物または複合炭窒化物層の膜厚未満の範囲に

存在する複合窒化物または複合炭窒化物層を構成する ($Ti_{1-x}Al_x$) (C_yN_{1-y}) 層中の NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒について、基体表面と平行な方向の粒子幅 w 、基体表面に垂直な方向の粒子長さ l を測定し、各結晶粒のアスペクト比 a ($= l/w$) を算出するとともに、個々の結晶粒について求めたアスペクト比 a の平均値を平均アスペクト比 A として算出し、また、個々の結晶粒について求めた粒子幅 w の平均値を平均粒子幅 W として算出した。さらに、立方晶構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織の粒界部に存在する微粒結晶粒の平均粒径 R についても算出した。その結果を、表 7 および表 8 に示した。

また、硬質被覆層の傾斜角度数分布については、 Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層の工具基体表面に垂直な方向の断面を研磨面とした状態で、電界放出型走査電子顕微鏡の鏡筒内にセットし、前記研磨面に 70 度の入射角度で 15 kV の加速電圧の電子線を 1 nA の照射電流で、前記断面研磨面の測定範囲内に存在する立方晶結晶格子を有する結晶粒個々に照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、工具基体表面と水平方向に長さ 100 μm 、工具基体表面と垂直な方向の断面に沿って膜厚以下の距離の測定範囲内の該硬質被覆層について 0.01 μm / step の間隔で、基体表面の法線（断面研磨面における基体表面と垂直な方向）に対して、前記結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、この測定結果に基づいて、前記測定傾斜角のうち、0～45 度の範囲内にある測定傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分すると共に、各区分内に存在する度数を集計することにより、0～10 度の範囲内に存在する度数のピークの存在を確認し、かつ 0～10 度の範囲内に存在する度数の割合を求めた。その結果を、同じく、表 7 および表 8 に示す。

図 4 に、一例として、本発明被覆工具について測定した傾斜角度数分布を示し、また、図 5 に、比較被覆工具について測定した傾斜角度数分布グラフを示す。

また、電子線後方散乱回折装置を用いて、 Ti と Al の複合窒化物または

複合炭窒化物層からなる硬質被覆層の工具基体に垂直な方向の断面を研磨面とした状態で、電界放出型走査電子顕微鏡の鏡筒内にセットし、前記研磨面に70度の入射角度で15kVの加速電圧の電子線を1nAの照射電流で、前記断面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に照射し、工具基体と水平方向に長さ50 μ m、法線方向に該複合窒化物または複合炭窒化物層の膜厚未満に亘り硬質被覆層について0.01 μ m/stepの間隔で、電子線後方散乱回折像を測定し、個々の結晶粒の結晶構造を解析することでNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒からなる柱状組織の粒界部に存在する微粒結晶粒が六方晶構造であることを同定し、その微粒結晶粒の占める面積割合を求めた。その結果を、同じく、表7および表8に示す。

さらに、透過型電子顕微鏡（倍率200000倍）を用いて、複合窒化物または複合炭窒化物層の微小領域の観察を行い、エネルギー分散型X線分光法（EDS）を用いて、断面側から面分析を行ったところ、前記NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒内に、組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ におけるTiとAlの周期的な組成変化が存在することを確認した。また、該結晶粒について電子線回折を行うことで、TiとAlの周期的な組成変化がNaCl型の面心立方構造の結晶粒の $\langle 001 \rangle$ で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在することを確認し、その方位に沿ったEDSによる線分析を行い、TiとAlの周期的な組成変化の極大値の平均と極小値の平均の差を Δx として求め、さらに極大値の周期をTiとAlの周期的な組成変化の周期として求め、その方位に直交する方向に沿った線分析を行い、TiとAlの含量に占めるAlの含有割合xの最大値と最小値の差をTiとAlの組成変化 Δx として求めた。

その結果を、同じく、表7および表8に示す。

[0034]

[表1]

種 別		配 合 組 成 (質量%)					
		Co	TiC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	WC
工 具 基 体	A	8.0	1.5	—	3.0	0.4	残
	B	8.5	—	1.8	0.2	—	残
	C	7.0	—	—	—	—	残

[0035] [表2]

種別		配 合 組 成 (質量%)						
		Co	Ni	ZrC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工 具 基 体	D	8	5	1	6	6	10	残

[0036] [表3]

硬質被覆層の構成層			形 成 条 件 (反応雰囲気はkPa, 温度は℃を示す)		
種別	形成記号		反応ガス組成 (容量%)	反応雰囲気	
				圧力	温度
(Ti _{1-x} Al _x)(C _y N _{1-y})層	TiAlCN	TiAlCN	表4, 表5参照		
Ti化合物層	TiC	TiC	TiCl ₄ :4.0%, CH ₄ :7.5%, H ₂ :残	7	1000
	TiN	TiN	TiCl ₄ :4.0%, N ₂ :30%, H ₂ :残	30	780
	TiCN	TiCN	TiCl ₄ :2%, CH ₃ CN:0.7%, N ₂ :10%, H ₂ :残	7	780
	TiCNO	TiCNO	TiCl ₄ :1%, CO:0.5%, CO ₂ :1%, CH ₃ CN:1%, N ₂ :10%, H ₂ :残	7	780
Al ₂ O ₃ 層	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	AlCl ₃ :1.2%, CO ₂ :5.5%, HCl:2.2%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :残	7	800

[0037] [表4]

硬質被覆層の形成		形成条件(反応ガス組成はガス群Aとガス群Bの合計に対する割合を示す。反応雰囲気気の圧力はkPa、温度は℃を示す)									
工程 種別 記号	反応ガス組成A組成(容量%)	ガス群A		反応ガス群B組成(容量%)	ガス群B		ガス群Aと ガス群Bの 供給の 位相差 (秒)		反応雰囲気	圧力	温度
		供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)		供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)					
本 発 明 の 成 成 工 程	A	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 0.0 %, H ₂ : 55 %	1	0.2	AlCl ₃ : 0.7 %, TiCl ₄ : 0.2 %, N ₂ : 0 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	1	0.2	0.1	4.7	700	
	B	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 5.0 %, H ₂ : 80 %	3	0.15	AlCl ₃ : 0.7 %, TiCl ₄ : 0.3 %, N ₂ : 0 %, Al(CH ₃) ₃ : 0.5 %, 残りH ₂	3	0.15	0.15	4.5	780	
	C	NH ₃ : 1.5 %, N ₂ : 0.0 %, H ₂ : 55 %	2	0.25	AlCl ₃ : 0.9 %, TiCl ₄ : 0.3 %, N ₂ : 0 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	2	0.25	0.2	5	800	
	D	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 1.0 %, H ₂ : 55 %	5	0.2	AlCl ₃ : 0.8 %, TiCl ₄ : 0.2 %, N ₂ : 5 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	5	0.2	0.1	4.7	800	
	E	NH ₃ : 1.5 %, N ₂ : 0.0 %, H ₂ : 80 %	4	0.2	AlCl ₃ : 0.8 %, TiCl ₄ : 0.3 %, N ₂ : 9 %, Al(CH ₃) ₃ : 0.2 %, 残りH ₂	4	0.2	0.15	5	850	
	F	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 2.5 %, H ₂ : 55 %	2.5	0.2	AlCl ₃ : 0.7 %, TiCl ₄ : 0.3 %, N ₂ : 10 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	2.5	0.2	0.2	4.5	750	
	G	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 0.0 %, H ₂ : 80 %	1.5	0.15	AlCl ₃ : 0.8 %, TiCl ₄ : 0.2 %, N ₂ : 12 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	1.5	0.15	0.2	4.7	800	
	H	NH ₃ : 1.0 %, N ₂ : 3.5 %, H ₂ : 80 %	1.2	0.25	AlCl ₃ : 0.9 %, TiCl ₄ : 0.2 %, N ₂ : 3 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	1.2	0.25	0.1	4.7	900	
	I	NH ₃ : 1.5 %, N ₂ : 0.0 %, H ₂ : 55 %	4.5	0.2	AlCl ₃ : 0.8 %, TiCl ₄ : 0.3 %, N ₂ : 7 %, Al(CH ₃) ₃ : 0 %, 残りH ₂	4.5	0.2	0.15	4.7	800	

[0038]

[表5]

硬質被覆層の形成		形成条件 (反応ガス組成はガス群Aとガス群Bの合計に対する割合を示す。反応雰囲気はkPa、温度は℃を示す)												
工程 種別	形成 記号	反応ガス群A組成 (容量%)				反応ガス群B組成 (容量%)				ガス群B		ガス群Aと ガス群Bの 供給の 位相差 (秒)	圧力	温度
		供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)	供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)	供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)	供給 周期 (秒)	1周期 当たり の供給 時間 (秒)					
比較成膜工程														
	A'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 0.0 %	H ₂ : 55 %	—	AlCl ₃ : 0.7 %	TiCl ₄ : 0.2 %	N ₂ : 0 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	4.7	700
	B'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 5.0 %	H ₂ : 60 %	—	AlCl ₃ : 0.7 %	TiCl ₄ : 0.3 %	N ₂ : 0 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	4.5	780
	C'	NH ₃ : 1.5 %	N ₂ : 0.0 %	H ₂ : 55 %	—	AlCl ₃ : 0.9 %	TiCl ₄ : 0.3 %	N ₂ : 0 %	Al(CH ₃) ₃ : 0.5 %	残りH ₂	—	—	5	800
	D'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 1.0 %	H ₂ : 55 %	—	AlCl ₃ : 0.8 %	TiCl ₄ : 0.2 %	N ₂ : 5 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	4.7	800
	E'	NH ₃ : 1.5 %	N ₂ : 3.0 %	H ₂ : 60 %	—	AlCl ₃ : 0.8 %	TiCl ₄ : 0.3 %	N ₂ : 9 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	5	850
	F'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 2.5 %	H ₂ : 55 %	—	AlCl ₃ : 0.7 %	TiCl ₄ : 0.3 %	N ₂ : 10 %	Al(CH ₃) ₃ : 0.2 %	残りH ₂	—	—	4.5	750
	G'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 0.0 %	H ₂ : 60 %	—	AlCl ₃ : 0.6 %	TiCl ₄ : 0.2 %	N ₂ : 12 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	4.7	800
	H'	NH ₃ : 1.0 %	N ₂ : 3.5 %	H ₂ : 60 %	—	AlCl ₃ : 0.9 %	TiCl ₄ : 0.2 %	N ₂ : 3 %	Al(CH ₃) ₃ : 0 %	残りH ₂	—	—	4.7	900
I'	NH ₃ : 1.5 %	N ₂ : 2.0 %	H ₂ : 55 %	—	AlCl ₃ : 0.6 %	TiCl ₄ : 0.3 %	N ₂ : 7 %	Al(CH ₃) ₃ : 0.4 %	残りH ₂	—	—	4.7	800	

[0039] [表6]

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層 (下段の数値は、該層の目標平均層厚(μm)を示す。)			
			下部層		上部層	
			第1層	第2層	第1層	第2層
本発明被覆工具・比較被覆工具・参考被覆工具	1	A	—	—	—	—
	2	D	—	—	—	—
	3	B	TiN (0.3)	—	—	—
	4	C	TiN (0.3)	—	—	—
	5	A	TiN (0.3)	—	—	—
	6	D	TiN (0.3)	—	Al ₂ O ₃ (2)	—
	7	B	TiN (0.3)	—	TiCNO (0.3)	Al ₂ O ₃ (1.5)
	8	C	TiC (0.5)		—	—
	9	A	TiN (0.3)	TiCN (2)	—	—

[0040]

[表7]

硬質被覆層															
TiAl複合炭化物、複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x) (C _y N _{1-y})															
種別	工具 基体 記号	TiAlN 成膜工程 形成記号 (表4参照)	Alの 平均含有 割合 X _{avg}	Cの 平均含有 割合 Y _{avg}	xの 極大値の 平均と 極小値の 平均の 差Δx	傾斜角度数 分布で 最高ピーク の存在す 傾斜角区 (度)	傾斜角度数 分布で 傾斜角区分 0〜10度の 度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子径 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期的 な組成変化と 重交する面内 でのAlの含有 割合平均XOの 変化	NaCl型の 面心立方構造 の結晶粒 の格子定数 (Å)	大方晶微粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	大方晶微粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)
		1 A	A	0.92	0.0001以下	0.18	3.5-3.75	48.0	0.3	5.00	15	0.02	4.061	0	-
	2 D	B	0.65	0.0040	0.21	6.25-6.5	50.0	0.2	8.00	35	0.01以下	4.114	0	-	6.5
	3 B	C	0.87	0.0001以下	0.12	0.5-0.75	65.0	1.5	3.50	45	0.01以下	4.071	0	-	4
	4 C	D	0.83	0.0001以下	0.10	1.5-1.75	55.0	1.2	4.50	25	0.01以下	4.078	0	-	3.5
	5 A	E	0.78	0.0018	0.05	1.25-1.5	68.0	0.8	3.00	75	0.01以下	4.088	15	0.15	5
	6 D	F	0.68	0.0001以下	0.14	0-0.25	75.0	0.5	4.00	10	0.01以下	4.108	0	-	3
	7 B	G	0.81	0.0001以下	0.07	1.75-2.0	70.0	0.9	5.00	60	0.01以下	4.082	0	-	6
	8 C	H	0.75	0.0001以下	0.04	5-5.25	80.0	0.8	6.00	25	0.01以下	4.094	30.00	0.08	2
	9 A	I	0.88	0.0001以下	0.08	8.75-9.0	68.0	1.9	2.20	90	0.01以下	4.069	0.0	-	4
本発明被覆工具															

[0041] [表8]

硬質被覆層															
種別	工具 基体 記号	TiAl複合炭化物・複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x) (C ₁ N _{1-y})													
		TiAlN 成膜工程 形成記号 (表5参照)	Alの 平均含有 割合 Xavg	Cの 平均含有 割合 Yavg	傾斜角度数 分布で 最もピーク の存在する 傾斜角度分 (度)	傾斜角度数 分布で 傾斜角度分 0~10度 の度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子幅 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A	xの 極大値の 平均と 極小値の 平均の 差Δx	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期的 な組成変化と 直交する面内 でのAlの含有 割合平均XO の変化	NaCl型の 面心立方構造 の結晶粒 の格子定数 (Å)	大方晶微粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	大方晶微粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)
比較被覆工具	1 A	A'	0.93	0.0001以下	8.0-8.25	35.0	1.5	3	—	—	—	4.059	35	0.25	2.5
	2 D	B'	0.82	0.0001以下	11.0-11.25	30.0	1.8	4	—	—	—	4.080	3	0.04	6.5
	3 B	C'	0.65	0.008	22.25-22.5	18.0	1.2	1.2	—	—	—	4.114	10	0.23	4
	4 C	D'	0.77	0.0001以下	15.25-15.5	26.0	0.9	5	—	—	—	4.090	5	0.18	3.5
	5 A	E'	0.94	0.0001以下	18.75-19	33.0	2.2	2	—	—	—	4.057	12	0.23	5
	6 D	F'	0.87	0.004	9.5-9.75	25.0	1.6	1.2	—	—	—	4.071	28	0.35	3
	7 B	G'	0.64	0.0001以下	31.25-31.5	26.0	0.8	3.5	—	—	—	4.116	16	0.12	6
	8 C	H'	0.81	0.0001以下	23.75-24	29.0	0.9	3.8	—	—	—	4.082	32	0.21	2
	9 A	I'	0.78	0.0025	29.25-29.5	19.0	1.9	1.3	—	—	—	4.088	18.0	0.2	4
	10 B	AIP	0.48	—	—	—	1.2	3.5	—	—	—	4.147	—	—	3.5
参考被覆工具															

(注)「AIP」は、アーケイオンプレーティングによる成膜を示す。

[0042] つぎに、前記各種の被覆工具をいずれもカット径125mmの工具鋼製カッタ先端部に固定治具にてクランプした状態で、本発明被覆工具1～9、比

較被覆工具 1 ～ 9 および参考被覆工具 10 について、以下に示す、合金鋼の高速断続切削の一種である乾式高速正面フライス、センターカット切削加工試験を実施し、切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。その結果を表 9 に示す。

- [0043] 工具基体：炭化タングステン基超硬合金、炭窒化チタン基サーメット、
切削試験： 乾式高速正面フライス、センターカット切削加工、
被削材： J I S ・ S C M 4 4 0 幅 1 0 0 m m、長さ 4 0 0 m m のブロック材、
回転速度： 9 6 8 min^{-1} 、
切削速度： 3 8 0 m/min 、
切り込み： 1 . 0 mm 、
一刃送り量： 0 . 1 mm/刃 、
切削時間： 8 分、
(通常の切削速度は、2 2 0 m/min)、

[0044]

[表9]

種別		逃げ面 摩耗幅 (mm)	種別		切削試験 結果 (分)
本発明被覆工具	1	0.22	比較被覆工具	1	4.5
	2	0.28		2	2.5
	3	0.15		3	6.8
	4	0.18		4	5.3
	5	0.27		5	3.1
	6	0.19		6	2.8
	7	0.26		7	3.6
	8	0.24		8	1.8
	9	0.17		9	7.2
			参考被覆工具	10	2.1

比較被覆工具, 参考被覆工具の欄の*印は、チップング発生が原因で 寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

実施例 2

[0045] 原料粉末として、いずれも $1 \sim 3 \mu\text{m}$ の平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、TaC粉末、NbC粉末、 Cr_3C_2 粉末、TiN粉末およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表10に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、98MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この

圧粉体を 5 P a の真空中、1 3 7 0 ~ 1 4 7 0 ° C の範囲内の所定の温度に 1 時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、切刃部に R : 0 . 0 7 m m のホーニング加工を施すことにより I S O 規格 C N M G 1 2 0 4 1 2 のインサート形状をもった W C 基超硬合金製の工具基体 $\alpha \sim \gamma$ をそれぞれ製造した。

[0046] また、原料粉末として、いずれも 0 . 5 ~ 2 μ m の平均粒径を有する T i C N (質量比で T i C / T i N = 5 0 / 5 0) 粉末、N b C 粉末、W C 粉末、C o 粉末、および N i 粉末を用意し、これら原料粉末を、表 1 1 に示される配合組成に配合し、ボールミルで 2 4 時間湿式混合し、乾燥した後、9 8 M P a の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を 1 . 3 k P a の窒素雰囲気中、温度 : 1 5 0 0 ° C に 1 時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分に R : 0 . 0 9 m m のホーニング加工を施すことにより I S O 規格・C N M G 1 2 0 4 1 2 のインサート形状をもった T i C N 基サーメット製の工具基体 δ を形成した。

[0047] つぎに、これらの工具基体 $\alpha \sim \gamma$ および工具基体 δ の表面に、化学蒸着装置を用い、実施例 1 と同様の方法により表 3 および表 4 に示される条件で、少なくとも (T i _{1-x} A l_x) (C_y N_{1-y}) 層を含む硬質被覆層を目標層厚で蒸着形成することにより、表 1 3 に示される本発明被覆工具 1 1 ~ 1 9 を製造した。

なお、本発明被覆工具 1 3 ~ 1 9 については、表 3 に示される形成条件で、表 1 2 に示される下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0048] また、比較の目的で、同じく工具基体 $\alpha \sim \gamma$ および工具基体 δ の表面に、通常の化学蒸着装置を用い、表 3 および表 5 に示される条件かつ表 1 3 に示される目標層厚で本発明被覆工具と同様に硬質被覆層を蒸着形成することにより、表 1 4 に示される比較被覆工具 1 6 ~ 2 8 を製造した。

なお、本発明被覆工具 1 1 ~ 1 9 と同様に、比較被覆工具 1 1 ~ 1 9 については、表 3 に示される形成条件で、表 1 2 に示される下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0049] 参考のため、工具基体 β および工具基体 γ の表面に、従来の物理蒸着装置

を用いて、アーキオンプレーティングにより、参考例の ($Ti_{1-x}Al_x$) (C_yN_{1-y}) 層を目標層厚で蒸着形成することにより、表 14 に示される参考被覆工具 20 を製造した。

なお、アーキオンプレーティングの条件は、実施例 1 に示される条件と同様の条件を用いた。

[0050] また、本発明被覆工具 11～19、比較被覆工具 11～19 および参考被覆工具 20 の各構成層の断面を、走査電子顕微鏡（倍率 5000 倍）を用いて測定し、観察視野内の 5 点の層厚を測って平均して平均層厚を求めたところ、いずれも表 12～表 14 に示される目標層厚と実質的に同じ平均層厚を示した。

また、前記本発明被覆工具 11～19、比較被覆工具 11～19 および参考被覆工具 20 の硬質被覆層について、実施例 1 に示される方法と同様の方法を用いて、Al の平均含有割合 X_{avg} 、C の平均含有割合 Y_{avg} 、柱状組織 ($Ti_{1-x}Al_x$) (C_yN_{1-y}) 層を構成する立方晶構造を有する結晶粒の平均粒子幅 W 、平均アスペクト比 A を算出した。また、実施例 1 に示される方法と同様な方法を用いて、基体表面の法線（断面研磨面における基体表面と垂直な方向）に対して、前記 NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、この測定結果に基づいて、前記測定傾斜角のうち、0～45 度の範囲内にある測定傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分すると共に、各区分内に存在する度数を集計することにより、0～10 度の範囲内に存在する度数のピークの存在を確認し、かつ 0～10 度の範囲内に存在する度数の割合を求めた。

さらに、NaCl 型の面心立方構造を有する結晶粒からなる柱状組織の粒界面部に存在する微粒結晶粒の平均粒径 R および微粒結晶粒が存在する面積割合についても、実施例 1 に示される方法と同様の方法を用いて算出した。その結果を、表 13 および表 14 に示す。

[0051] 前記本発明被覆工具 11～19 の硬質被覆層を構成する Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層について、走査型電子顕微鏡（倍率 5000 倍

及び20000倍)を用いて複数視野に亘って観察したところ、図1に示した膜構成模式図に示されるようにNaCl型の面心立方晶結晶と六方晶結晶が存在する柱状組織の $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層が確認された。また、NaCl型の面心立方晶結晶粒内にTiとAlの周期的な組成分布が存在していることが、透過型電子顕微鏡(倍率200000倍)を用いて、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による面分析により確認された。さらに詳しく解析した結果、xの極大値の平均と極小値の平均の Δx が0.03~0.25であることが確認された。

[0052] また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、電子線後方散乱回折装置を用いて立方晶構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織を、TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層の縦断面方向から解析したところ、粒界部に存在する微粒結晶粒は六方晶構造を有することが確認された。

[0053] [表10]

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	TiC	ZrC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	WC
工 具 基 体	α	6.5	—	1.5	—	2.9	0.1	1.5	残
	β	7.6	2.6	—	4.0	0.5	—	1.1	残
	γ	6.0	—	—	—	—	—	—	残

[0054]

[表11]

種別		配 合 組 成 (質量%)				
		Co	Ni	NbC	WC	TiCN
工具基体	δ	11	4	6	15	残

[0055]

[表12]

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層 (下段の数値は、 該層の目標平均層厚(μm)を示す。)			
			下部層		上部層	
			第1層	第2層	第1層	第2層
本発明被覆工具・比較被覆工具・参考被覆工具	11	α	—	—	—	—
	12	δ	—	—	—	—
	13	β	TiN (0.3)	—	—	—
	14	γ	TiN (0.3)	—	—	—
	15	α	TiN (0.3)	—	—	—
	16	δ	TiN (0.3)	—	Al ₂ O ₃ (2.5)	—
	17	β	TiN (0.3)	—	TiCNO (0.3)	Al ₂ O ₃ (3.5)
	18	γ	TiC (0.5)		—	—
	19	α	TiN (0.3)	TiCN (5)	—	—

[0056]

[表13]

硬質被覆層															
種別	工具 基体 記号	TiAl複合炭化物、複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x) (C _y N _{1-y})													
		TiAlCN 成膜工程 形成記号 (表4参照)	Alの 平均含有 割合 Xavg	Cの 平均含有 割合 Yavg	xの 極大値の 平均と 極小値の 平均の 差Δx	傾斜角度数分 布で 最高ピーク の存在す 傾斜角区 (度)	傾斜角度数分 布で 傾斜角区分 0~10度 の度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子幅 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期的 な組成変化と 重交する面内 でのAlの含有 割合平均XOの 変化	NaCl型の 面心立方精 造の結晶粒 の格子定数 (Å)	大方晶微粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	大方晶微粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)
		11	α	A	0.90	0.0001以下	0.14	1.25-1.5	46	0.35	3.6	16	0.015	4.065	0
12	δ	B	0.68	0.003	0.19	5.25-5.5	48	0.12	2.3	33	0.01以下	4.108	0	-	2.5
13	β	C	0.85	0.0001以下	0.13	1.25-1.5	72	2.2	3.8	48	0.01以下	4.075	0	-	10.0
14	γ	D	0.86	0.0001以下	0.09	2.25-2.5	68	1.8	5	23	0.01以下	4.073	0	-	7.0
15	α	E	0.79	0.0012	0.06	1.75-2.0	78	1.6	7	85	0.01以下	4.086	18	0.15	20.0
16	δ	F	0.71	0.0001以下	0.13	3.25-3.5	72	0.8	3.5	12	0.01以下	4.102	0	-	10.0
17	β	G	0.83	0.0001以下	0.11	3.75-4.0	66	1.1	6.5	65	0.01以下	4.078	0	-	6.0
18	γ	H	0.77	0.0001以下	0.05	7.25-7.5	83	1.6	7	33	0.01以下	4.090	25	0.11	9.0
19	α	I	0.84	0.0001以下	0.09	8.25-8.5	71	1.8	1.8	78	0.01以下	4.076	0	-	5.0

本発明被覆工具

[0057] [表14]

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層													
		TiAl複合炭化物、複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x)(C _{0.5} N _{1-y})													
		TiAlN 成膜工程 形成記号 (表5参照)	Alの 平均含有 割合 Xavg	Cの 平均含有 割合 Yavg	傾斜角度数 分布で 最高ピーク の存在する 傾斜角度分 (度)	傾斜角度数 分布で 傾斜角度分 0〜10度 の度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子幅 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A /B	xの 極大値の 平均と 極小値の 平均の 差Δx	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期 的な組成変 化と直交する 面内のAl の含有割合 平均XOの変 化	NaCl型の 面心立方構 造の結晶粒 の格子定数 (Å)	大方晶微粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	大方晶微粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)
比較被覆工具	11	α	A'	0.91	0.0001以下	11.5-11.75	25.0	2.1	2.5	—	—	4.063	28	0.23	3.5
	12	δ	B'	0.83	0.0001以下	34.25-34.5	31.0	1.3	4.5	—	—	4.078	5	0.06	2.5
	13	β	C'	0.67	0.011	41.25-41.5	19.0	1.5	1.6	—	—	4.110	15	0.21	10.0
	14	γ	D'	0.73	0.0001以下	27.5-27.75	22.0	0.8	5.5	—	—	4.098	7	0.25	7.0
	15	α	E'	0.96	0.0001以下	31.25-31.5	23.0	2.4	3	—	—	4.053	13	0.18	20.0
	16	δ	F'	0.88	0.005	36.25-36.5	31.0	1.5	1.5	—	—	4.069	25	0.34	10.0
	17	β	G'	0.62	0.0001以下	23.5-23.75	18.0	1.2	3.2	—	—	4.120	12	0.15	6.0
	18	γ	H'	0.78	0.0001以下	17.5-17.75	26.0	1.3	4.4	—	—	4.088	34	0.26	9.0
	19	α	I'	0.8	0.003	39.25-39.5	22.5	1.6	2.3	—	—	4.084	16	0.18	5.0
	20	β	AIP	0.48	—	—	—	1.2	3.5	—	—	4.147	—	—	3.5
参考被覆 工具		(注)「AIP」は、アーケイオンプレーティングによる成膜を示す。													

[0058] つぎに、前記各種の被覆工具をいずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治

具にてネジ止めした状態で、本発明被覆工具 11～19、比較被覆工具 11～19 および参考被覆工具 20 について、以下に示す、炭素鋼の乾式高速断続切削試験、鋳鉄の湿式高速断続切削試験を実施し、いずれも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

切削条件 1 :

被削材 : J I S ・ S C M 4 3 5 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度 : 3 8 0 m / m i n 、

切り込み : 1 . 5 m m 、

送り : 0 . 2 m m / r e v 、

切削時間 : 5 分、

(通常の切削速度は、2 2 0 m / m i n) 、

切削条件 2 :

被削材 : J I S ・ F C D 7 0 0 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度 : 3 2 0 m / m i n 、

切り込み : 1 . 0 m m 、

送り : 0 . 2 m m / r e v 、

切削時間 : 5 分、

(通常の切削速度は、1 8 0 m / m i n) 、

表 1 5 に、前記切削試験の結果を示す。

[0059]

[表15]

種別		逃げ面 摩耗幅 (mm)		種別		切削試験 結果 (分)	
		切削条件 1	切削条件 2			切削条件 1	切削条件 2
本 発 明 被 覆 工 具	11	0.26	0.28	比 較 被 覆 工 具	11	2.3	3.5
	12	0.25	0.31		12	3.6	3.2
	13	0.19	0.21		13	2.1	3.6
	14	0.12	0.13		14	4.2	3.3
	15	0.15	0.17		15	4.8	2.1
	16	0.18	0.16		16	3.6	2.3
	17	0.11	0.14		17	1.8	2.5
	18	0.22	0.24		18	1.9	2.8
	19	0.23	0.21		19	2.3	2.1
				参考被 覆工具	20	1.2	1.5

比較被覆工具、参考被覆工具の欄の*印は、
チッピング発生が原因で寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

実施例 3

[0060] 原料粉末として、いずれも0.5～4 μ mの範囲内の平均粒径を有するcBN粉末、TiN粉末、TiCN粉末、TiC粉末、Al粉末、Al₂O₃粉末を用意し、これら原料粉末を表16に示される配合組成に配合し、ボールミルで80時間湿式混合し、乾燥した後、120MPaの圧力で直径：50mm×厚さ：1.5mmの寸法をもった圧粉体にプレス成形し、ついでこの圧粉体を、圧力：1Paの真空雰囲気中、900～1300℃の範囲内の所定温度に60分間保持の条件で焼結して切刃片用予備焼結体とし、この予備焼結体を、別途用意した、Co：8質量%、WC：残りの組成、並びに直径：50mm×厚さ：2mmの寸法をもったWC基超硬合金製支持片と重ね合わせた状態で、通常の超高压焼結装置に装入し、通常の条件である圧力：4GPa、温度：1200～1400℃の範囲内の所定温度に保持時間：0.

8時間の条件で超高压焼結し、焼結後上下面をダイヤモンド砥石を用いて研磨し、ワイヤー放電加工装置にて所定の寸法に分割し、さらにC o : 5 質量%、T a C : 5 質量%、W C : 残りの組成およびJ I S規格C N G A 1 2 0 4 1 2の形状(厚さ: 4. 7 6mm×内接円直径: 1 2. 7mmの8 0° 菱形)をもったW C基超硬合金製インサート本体のろう付け部(コーナー部)に、質量%で、Z r : 3 7. 5 %、C u : 2 5 %、T i : 残りからなる組成を有するT i - Z r - C u合金のろう材を用いてろう付けし、所定寸法に外周加工した後、切刃部に幅: 0. 1 3mm、角度: 2 5° のホーニング加工を施し、さらに仕上げ研磨を施すことによりI S O規格C N G A 1 2 0 4 1 2のインサート形状をもった工具基体イ、ロをそれぞれ製造した。

[0061] [表16]

種 別		配 合 組 成 (質量%)				
		TiN	TiC	Al	Al ₂ O ₃	cBN
工 具 基 体	イ	50	—	5	3	残
	ロ	—	50	4	3	残

[0062] つぎに、これらの工具基体イ、ロの表面に、通常の化学蒸着装置を用い、実施例1と同様の方法により表3および表4に示される条件で、少なくとも $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を含む硬質被覆層を目標層厚で蒸着形成することにより、表18に示される本発明被覆工具21～24を製造した。

なお、本発明被覆工具22～24については、表3に示される形成条件で、表17に示すような下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0063] また、比較の目的で、同じく工具基体イ、ロの表面に、通常の化学蒸着装

置を用い、表3および表5に示される条件で、少なくとも $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を含む硬質被覆層を目標層厚で蒸着形成することにより、表19に示される比較被覆工具21～24を製造した。

なお、本発明被覆工具22～24と同様に、比較被覆工具22～24については、表3に示される形成条件で、表17に示すような下部層、上部層のいずれかを形成した。

[0064] 参考のため、工具基体イ、ロの表面に、従来の物理蒸着装置を用いて、アーキオンプレーティングにより、 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を目標層厚で蒸着形成することにより、表19に示される参考被覆工具25を製造した。

なお、アーキオンプレーティングの条件は、実施例1に示される条件と同様の条件を用い、前記工具基体の表面に、表19に示される目標組成、目標層厚の $(Al, Ti)N$ 層を蒸着形成し、参考被覆工具25を製造した。

[0065] また、本発明被覆工具21～24、比較被覆工具21～24および参考被覆工具25の各構成層の断面を、走査電子顕微鏡（倍率5000倍）を用いて測定し、観察視野内の5点の層厚を測って平均して平均層厚を求めたところ、いずれも表17～表19に示される目標層厚と実質的に同じ平均層厚を示した。

[0066] また、前記本発明被覆工具21～24、比較被覆工具21～24および参考被覆工具25の硬質被覆層について、実施例1に示される方法と同様の方法を用いて、Alの平均含有割合 X_{avg} 、Cの平均含有割合 Y_{avg} 、 $(Ti_{1-x}Al_x)(C_yN_{1-y})$ 層を構成するNaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の平均粒子幅 W 、平均アスペクト比 A を算出した。また、実施例1に示される方法と同様の方法を用いて、基体表面の法線（断面研磨面における基体表面と垂直な方向）に対して、前記NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、この測定結果に基づいて、前記測定傾斜角のうち、0～45度の範囲内にある測定傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分すると共に、各区分内に存在する度数

を集計することにより、 $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数のピークの存在を確認し、かつ $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数の割合を求めた。

さらに、NaCl型の面心立方構造を有する結晶粒からなる柱状組織の粒界部に存在する微粒結晶粒の平均粒径Rおよび微粒結晶粒が存在する面積割合についても、実施例1に示される方法と同様の方法を用いて算出した。その結果を、表18および表19に示す。

[0067] [表17]

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層 (下段の数値は、該層の目標平均層厚(μm)を示す。)	
			下部層	上部層
			第1層	
本発明被覆工具・ 比較被覆工具・ 参考被覆工具	31	イ	—	—
	32	ロ	TiN (0.3)	—
	33	イ	TiN (0.3)	—
	34	ロ	TiN (0.3)	TiN (0.3)

[0068]

[表18]

硬質被覆層																
TiAl複合炭化物、複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x)(C ₀ N _{1-y})																
種別	工具 基体 記号	TiAlCN 成膜工程 形成記号 (表4参照)	Alの 平均含有 割合 Xavg	Cの 平均含有 割合 Yavg	xの 最大値の 平均と 最小値の 平均の 差Δx	傾斜角度数分 布で 最高ピーク の存在す る傾斜角区 (度)	傾斜角度数分 布で 傾斜角区分 0~10度 の度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子幅 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期的 な組成変化と 重なる面内 でのAlの含有 割合平均XO の変化	NaCl型の 面心立方構造 の結晶粒 の格子定数 (Å)	六方晶結晶粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	六方晶結晶粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)	
		イ	A	0.91	0.0001以下	0.15	5.25-5.5	55	0.4	3	18	0.015	4.063	0	-	3.5
		ロ	B	0.66	0.002	0.18	7.5-7.75	48	0.2	5	28	0.01以下	4.112	0	-	1.2
		イ	C	0.85	0.0001以下	0.09	1.25-1.5	61	0.9	2.1	43	0.01以下	4.075	0	-	2.0
		ロ	D	0.81	0.0001以下	0.11	2.25-2.5	53	0.8	2.8	26	0.01以下	4.082	0	-	2.5
		本発明被覆工具														

[表19]

		硬質被覆層														
		TiAl複合炭化物、複合炭窒化物層 (Ti _{1-x} Al _x)(C _y N _{1-y})														
種別	工具 基体 記号	TiAlN 成膜工程 形成記号 (表5参照)	Alの 平均含有 割合 X _{avg}	Cの 平均含有 割合 Y _{avg}	傾斜角度数 分布で 最高ピーク の存在する 傾斜角区分 (度)	傾斜角度数 分布で 傾斜角区分 0~10度 の度数割合 (%)	立方晶 結晶粒の 平均粒子幅 W(μm)	立方晶 結晶粒の 平均アスペ クト比A	xの 極大値の 平均と 極小値の 平均の 差Δx	<001>方位 に沿ったTi とAlの組成 変化の周期 の平均値 (nm)	<001>方位に 沿った周期的 な組成変化と 直交する面 内でのAlの 含有割合平 均XOの変化	NaCl型の 面心立方構 造の結晶粒 の格子定数 (Å)	六方晶微粒 結晶粒の面 積割合(面 積%)	六方晶微粒 結晶粒の平 均粒径R (μm)	目標 層厚 (μm)	
比較被覆工具	21	A'	0.93	0.0001以下	15.5~15.75	29.0	0.8	2.2	—	—	—	4.059	23	0.25	3.5	
	22	B'	0.85	0.0001以下	22.25~22.5	19.0	0.6	2.5	—	—	—	4.075	3	0.12	1.2	
	23	C'	0.63	0.009	38.25~38.5	23.0	0.7	1.3	—	—	—	4.118	16	0.18	2.0	
	24	D'	0.71	0.0001以下	16~16.25	27.0	0.9	2.4	—	—	—	4.102	5	0.28	2.5	
	25	AIP	0.48	—	—	—	1.2	3.5	—	—	—	4.147	—	—	2.5	
参考被覆工具																

(注)「AIP」は、アーキオンプラズマレーティングによる成膜を示す。

[0070] つぎに、各種の被覆工具をいずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具に

てネジ止めした状態で、本発明被覆工具 21～24、比較被覆工具 21～24 および参考被覆工具 25 について、以下に示す、浸炭焼入れ合金鋼の乾式高速断続切削加工試験を実施し、切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

工具基体： 立方晶窒化ホウ素基超高压焼結体、

切削試験： 浸炭焼入れ合金鋼の乾式高速断続切削加工、

被削材： JIS・SCr420（硬さ：HRC62）の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度： 240 m/min、

切り込み： 0.12 mm、

送り： 0.1 mm/rev、

切削時間： 4 分、

表 20 に、前記切削試験の結果を示す。

[0071] [表20]

種別		逃げ面 摩耗幅 (mm)	種別		切削試験 結果 (分)
本 発 明 被 覆 工 具	21	0.18	比 較 被 覆 工 具	21	1.5
	22	0.16		22	1.2
	23	0.12		23	2.2
	24	0.15		24	2.8
			参考被覆工具	25	1.3

比較被覆工具、参考被覆工具の欄の*印は、
チッピング発生が原因で 寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

[0072] 表 9、表 15 および表 20 に示される結果から、本発明の被覆工具は、硬

質被覆層を構成するTiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層を構成するNaCl型の面心立方構造の結晶粒内において、結晶粒内にTiとAlの周期的な組成変化が存在することにより、結晶粒内にひずみが生じ、硬さが向上し、また、柱状組織を有することにより、高い耐摩耗性を発揮すると同時に、柱状組織の粒界部に六方晶構造の微粒結晶粒が存在することにより、粒界滑りを抑制し、靱性が向上し、さらに、NaCl型の面心立方構造の結晶粒が{111}面に配向することによって、耐逃げ面摩耗性、耐クレータ－摩耗性がそれぞれ向上し、その結果、切れ刃に断続的・衝撃的高負荷が作用する高速断続切削加工に用いた場合でも、耐チッピング性、耐欠損性にすぐれ、長期の使用に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮することが明らかである。

[0073] これに対して、比較被覆工具1～9、10～19、21～24および参考被覆工具10、20、25については、高熱発生を伴い、しかも、切れ刃に断続的・衝撃的高負荷が作用する高速断続切削加工に用いた場合、チッピング、欠損等の発生により短時間で寿命にいたることが明らかである。

産業上の利用可能性

[0074] 前述のように、本発明の被覆工具は、合金鋼の高速断続切削加工ばかりでなく、各種の被削材の被覆工具として用いることができ、しかも、長期の使用に亘ってすぐれた耐チッピング性、耐摩耗性を発揮するものであるから、切削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、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

請求の範囲

[請求項1]

炭化タングステン基超硬合金、炭窒化チタン基サーメットまたは立方晶窒化ホウ素基超高压焼結体のいずれかで構成された工具基体の表面に、硬質被覆層を設けた表面被覆切削工具において、

(a) 前記硬質被覆層は、化学蒸着法により成膜された平均層厚 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物層を少なくとも含み、組成式： $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ で表した場合、前記複合窒化物または複合炭窒化物層の Al の Ti と Al の含量に占める平均含有割合 X_{avg} および C の C と N の含量に占める平均含有割合 Y_{avg} (但し、 X_{avg} 、 Y_{avg} はいずれも原子比) が、それぞれ、 $0.60 \leq X_{\text{avg}} \leq 0.95$ 、 $0 \leq Y_{\text{avg}} \leq 0.005$ を満足し、

(b) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、 NaCl 型の面心立方構造を有する複合窒化物または複合炭窒化物の相を少なくとも含み、

(c) また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、電子線後方散乱回折装置を用いて、複合窒化物または複合炭窒化物層内の NaCl 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の結晶方位を、前記複合窒化物または複合炭窒化物層の縦断面方向から解析した場合、工具基体表面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶面である $\{111\}$ 面の法線がなす傾斜角を測定し、該傾斜角のうち法線方向に対して $0 \sim 45$ 度の範囲内にある傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計し傾斜角度数分布を求めたとき、 $0 \sim 10$ 度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在すると共に、前記 $0 \sim 10$ 度の範囲内に存在する度数の合計が、前記傾斜角度数分布における度数全体の 45% 以上の割合を示し、

(d) 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内の Na

C I 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒の平均粒子幅 W が $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、平均アスペクト比 A が $2 \sim 10$ である柱状組織を有し、

(e) また、前記複合窒化物または複合炭窒化物層の前記 N a C I 型の面心立方構造を有する個々の結晶粒内に、組成式： $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)(\text{C}_y\text{N}_{1-y})$ における Ti と Al の周期的な組成変化が該結晶粒の $\langle 001 \rangle$ で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在し、周期的に変化する x の極大値の平均と極小値の平均の差 Δx が $0.03 \sim 0.25$ であることを特徴とする表面被覆切削工具。

[請求項2] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層中の Ti と Al の周期的な組成変化が存在する N a C I 型の面心立方構造を有する結晶粒において、Ti と Al の周期的な組成変化が該結晶粒の $\langle 001 \rangle$ で表される等価の結晶方位のうちの一つの方位に沿って存在し、その方位に沿った周期が $3 \sim 100 \text{ nm}$ であり、その方位に直交する面内での Al の Ti と Al の含量に占める含有割合 X_0 の変化は 0.01 以下であること特徴とする請求項 1 に記載の表面被覆切削工具。

[請求項3] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、X線回折から N a C I 型の面心立方構造を有する結晶粒の格子定数 a を求め、前記 N a C I 型の面心立方構造を有する結晶粒の格子定数 a が、立方晶 Ti N の格子定数 a_{TiN} と立方晶 Al N の格子定数 a_{AlN} に対して、 $0.05 a_{\text{TiN}} + 0.95 a_{\text{AlN}} \leq a \leq 0.4 a_{\text{TiN}} + 0.6 a_{\text{AlN}}$ の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の表面被覆切削工具。

[請求項4] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、N a C I 型の面心立方構造を有する Ti と Al の複合窒化物または複合炭窒化物の単相からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

[請求項5] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層について、該層の縦断面方向

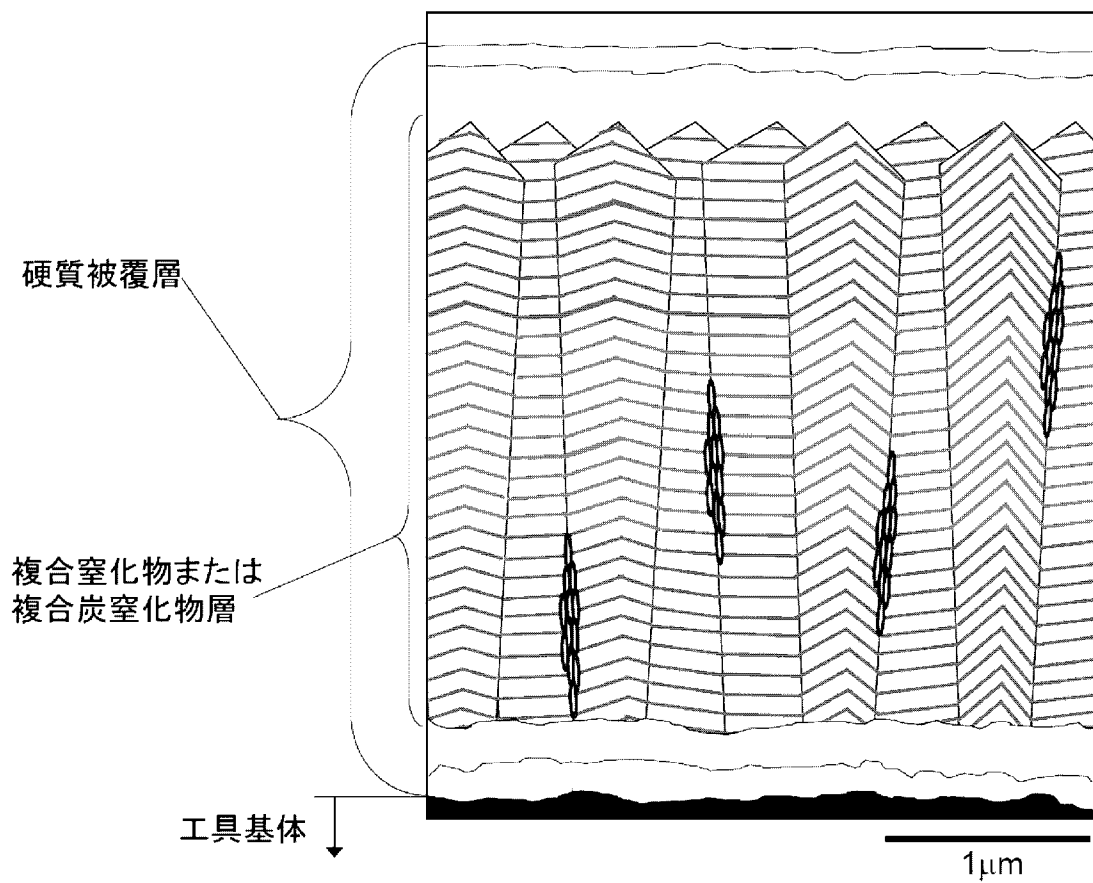
から観察した場合に、複合窒化物または複合炭窒化物層内のNaCl型の面心立方構造を有する個々の結晶粒からなる柱状組織の粒界部に、六方晶構造を有する微粒結晶粒が存在し、該微粒結晶粒の存在する面積割合が30面積%以下であり、該微粒結晶粒の平均粒径Rが0.01~0.3 μ mであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

[請求項6] 前記工具基体と前記TiとAlの複合窒化物または複合炭窒化物層の間に、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなり、0.1~20 μ mの合計平均層厚を有する下部層が存在することを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

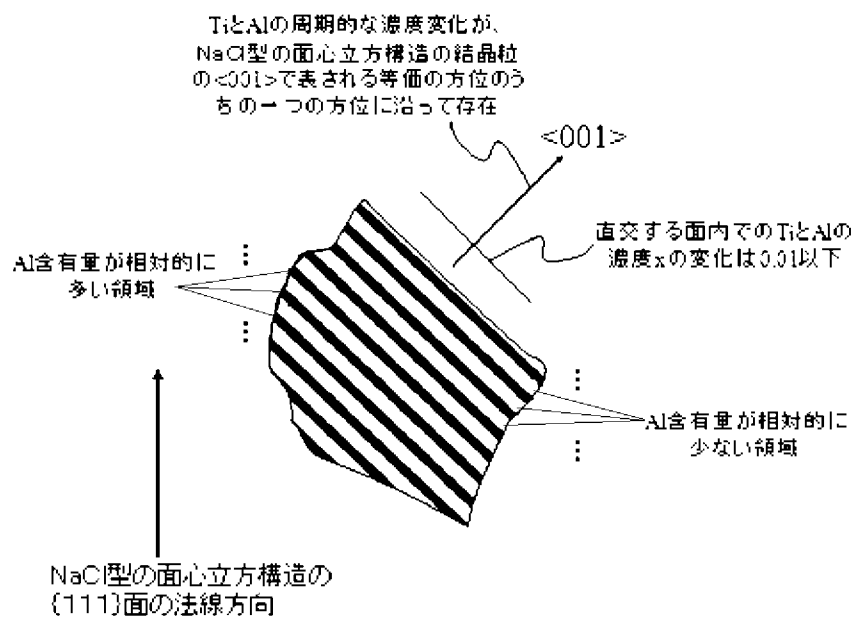
[請求項7] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層の上部に、少なくとも1~25 μ mの平均層厚を有する酸化アルミニウム層を含む上部層が存在することを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

[請求項8] 前記複合窒化物または複合炭窒化物層は、少なくとも、トリメチルアルミニウムを反応ガス成分として含有する化学蒸着法により成膜されたものであることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

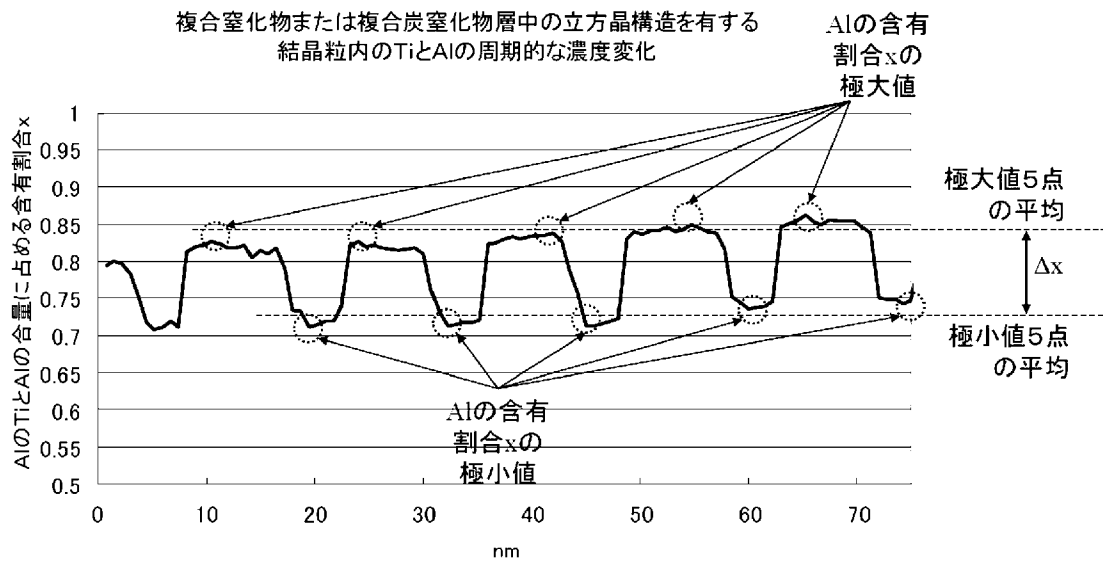
[図1]



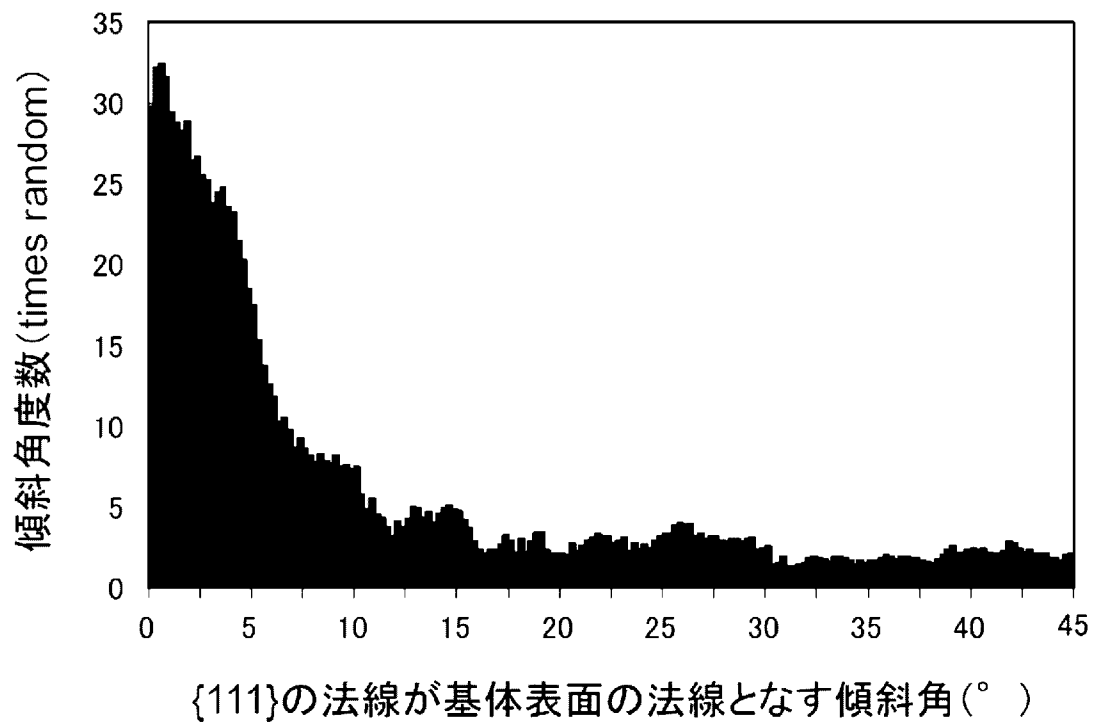
[図2]



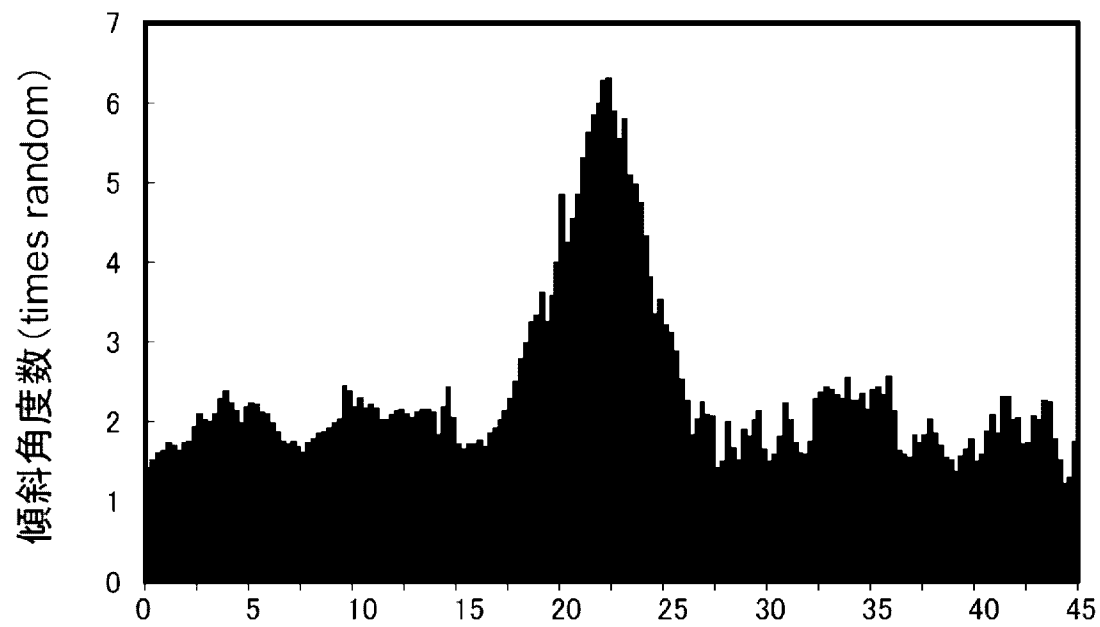
[図3]



[図4]



[図5]



{111}の法線が基体表面の法線となす傾斜角(°)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B27/14(2006.01)i, C23C16/34(2006.01)i, C23C16/36(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, 51/00, B23C5/16, B23P5/28, C23C16/34, 16/36

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	WO 2015/147160 A1 (Mitsubishi Materials Corp.), 01 October 2015 (01.10.2015), claims 1, 4; fig. 4 (Family: none)	1-8
P, A	JP 2015-157351 A (Mitsubishi Materials Corp.), 03 September 2015 (03.09.2015), claims 1 to 2; fig. 4 (Family: none)	1-8
P, A	JP 2015-163423 A (Mitsubishi Materials Corp.), 10 September 2015 (10.09.2015), claims 1, 4 & CN 104816141 A	1-8

☒ 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
18 November 2015 (18.11.15)

Date of mailing of the international search report
01 December 2015 (01.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076645

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 2014-133267 A (Mitsubishi Materials Corp.), 24 July 2014 (24.07.2014), claims 1 to 3 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-94763 A (Mitsubishi Materials Corp.), 30 April 2010 (30.04.2010), claim 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2014-24130 A (Mitsubishi Materials Corp.), 06 February 2014 (06.02.2014), claim 1 & CN 103572250 A	1-8

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, C23C16/34(2006.01)i, C23C16/36(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, 51/00, B23C5/16, B23P5/28, C23C16/34, 16/36

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

WPI

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
E, A	WO 2015/147160 A1（三菱マテリアル株式会社）2015. 10. 01, 請求項 1, 4, 図 4（ファミリーなし）	1-8
P, A	JP 2015-157351 A（三菱マテリアル株式会社）2015. 09. 03, 請求項 1-2, 図 4（ファミリーなし）	1-8
P, A	JP 2015-163423 A（三菱マテリアル株式会社）2015. 09. 10, 請求項 1, 4 & CN 104816141 A	1-8

☒ 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

1 8 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 1 2 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

山本 忠博

3 C

9 5 3 1

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	JP 2014-133267 A (三菱マテリアル株式会社) 2014. 07. 24, 請求項 1-3 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-94763 A (三菱マテリアル株式会社) 2010. 04. 30, 請求項 1 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-24130 A (三菱マテリアル株式会社) 2014. 02. 06, 請求項 1 & CN 103572250 A	1-8