

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-24853

(P2012-24853A)

(43) 公開日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A	3 C 0 3 7
B 2 3 C 5/16 (2006.01)	B 2 3 C 5/16	3 C 0 4 6
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 J	4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/06 (2006.01)	C 2 3 C 14/06 A	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-162597 (P2010-162597)
 (22) 出願日 平成22年7月20日 (2010.7.20)

(71) 出願人 000006264
 三菱マテリアル株式会社
 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
 (74) 代理人 100139240
 弁理士 影山 秀一
 (74) 代理人 100076679
 弁理士 富田 和夫
 (74) 代理人 100119921
 弁理士 三宅 正之
 (72) 発明者 風見 大介
 茨城県常総市古間木1511番地 三菱マ
 テリアル株式会社筑波製作所内
 Fターム(参考) 3C037 CC02
 3C046 FF09 FF10 FF11 FF13 FF16
 4K029 AA04 BA58 BB02 BB07 BD05
 CA04 CA13 DD06

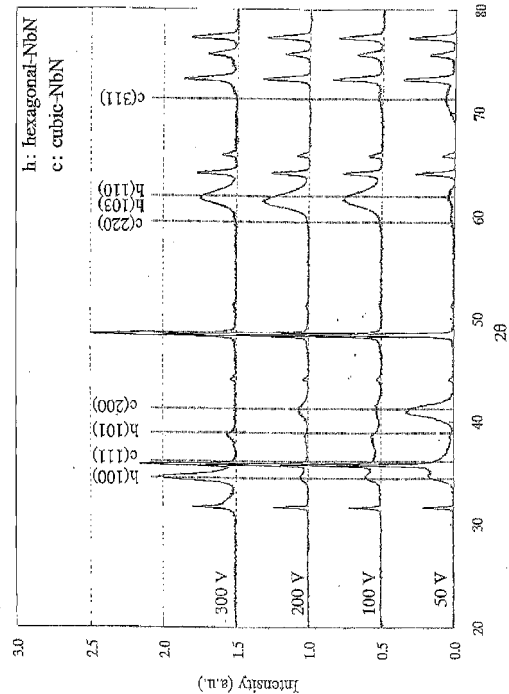
(54) 【発明の名称】 表面被覆切削工具

(57) 【要約】

【課題】低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材の高速重切削加工条件下において、硬質被覆層がすぐれた密着性と潤滑性と耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】WC基超硬合金またはTiCN基サーメットで構成された工具基体の表面に、硬質被覆層として、下部層に(AlTi)N層または(AlTiM)N層を形成し、上部層に立方晶構造のNbNと六方晶構造のNbNの混合組織からなり、かつ、該混合組織についてX線回折による回折ピーク強度を調査したとき、立方晶構造のNbNの(200)面からの回折ピーク強度をI_c、また、六方晶構造のNbNの(103)面と(110)面からの回折ピーク強度をI_hとした場合、0.1 I_h/I_c 0.7を満足する回折ピーク強度比を有する層を形成した表面被覆切削工具。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に、硬質被覆層が蒸着形成された表面被覆切削工具において、前記硬質被覆層が、

(a) 0.3 ~ 5 μmの平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_{x_1} \dots Ti)N$ （ここで、 x_1 はTiの含有割合を示し、原子比で、0.25 ~ 0.55である）を満足するAlとTiの複合窒化物層からなる下部層と、

(b) 0.3 ~ 5.0 μmの平均層厚を有し、かつ、

立方晶構造の窒化ニオブと六方晶構造の窒化ニオブの混合組織として構成され該混合組織についてX線回折による回折ピーク強度を測定したとき、

立方晶構造の窒化ニオブの(200)面からの回折ピーク強度を I_c 、

六方晶構造の窒化ニオブの(103)面と(110)面からの回折ピーク強度を I_h 、とした場合、

$$0.1 \leq I_h / I_c \leq 0.7$$

を満足する回折ピーク強度比を有する上部層とからなることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項2】

炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、前記硬質被覆層が、

(a) 0.3 ~ 5 μmの平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_{x_1} \dots Ti M)N$ （ここで、Mは、Tiを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種又は2種以上の添加成分を示し、また、 x_1 はTiの含有割合、 x_2 はMの含有割合をそれぞれ示し、原子比で、0.25 ~ 0.55、0.01 ~ 0.25である）を満足するAlとTiの複合窒化物層からなる下部層と、

(b) 0.3 ~ 5.0 μmの平均層厚を有し、かつ、

立方晶構造の窒化ニオブと六方晶構造の窒化ニオブの混合組織として構成され該混合組織についてX線回折による回折ピーク強度を測定したとき、

立方晶構造の窒化ニオブの(200)面からの回折ピーク強度を I_c 、

六方晶構造の窒化ニオブの(103)面と(110)面からの回折ピーク強度を I_h 、とした場合、

$$0.1 \leq I_h / I_c \leq 0.7$$

を満足する回折ピーク強度比を有する上部層とからなることを特徴とする表面被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材を、高熱発生を伴い、かつ、切刃に高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件で加工した場合にも、硬質被覆層がすぐれた密着性と潤滑性と高硬度を有し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性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】

一般に、被覆工具には、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるスローアウェイチップ、被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、またスローアウェイチップを着脱自在に取り付けてソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うスローア

ウエイエンドミル工具などが知られている。

【0003】

具体的な被覆工具としては、例えば、炭化タングステン基（以下、WC基で示す）超合金または炭窒化チタン基（以下、TiCN基で示す）サーメット等で構成された工具基体の表面に硬質皮膜を蒸着形成し、被覆工具の耐摩耗性、工具寿命の改善を図ったものが一般的に知られている。

例えば、特許文献1に示すように、工具基体表面に、ZrN、HfN、NbN、Ta_aN、MoN、WNからなる一種以上の固体潤滑膜を形成し、この固体潤滑膜と硬質皮膜との組み合わせにより、耐凝着性を高めた被覆工具が知られている。

また、特許文献2に示すように、工具基体表面に、 $h - [(V, Cr, Nb, Ta)_a (Ti, Zr, Hf, Al, Si)_{1-a}] (N, C, O, B)_b$ で表した場合、 $0.5 < b < 1.0$ かつ六方晶構造を有する硬質被覆層を形成することにより、耐摩耗性を改善した被覆工具が知られている。

また、特許文献3に示されるように、硬質被覆層をX線回折により測定した場合、六方晶構造の窒化ニオブの(103)面からの回折ピーク強度と六方晶構造の窒化ニオブの(110)面からの回折ピーク強度の合計量「I_h」と、立方晶構造の窒化ニオブの(220)面からの回折ピーク強度「I_c」との比の値I_h/I_cを2.0以下とすることにより、Ti合金の切削加工に適した被覆工具が提供されることが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2001-179533号公報

【特許文献2】特開2006-312235号公報

【特許文献3】国際公開パンフレット WO2009/035396

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年の切削加工装置のFA化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴って切削加工は一段と高効率化する傾向にあるが、前記従来被覆工具においては、これを通常条件での切削加工に用いた場合には問題はないが、これを特に、低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材の、高い発熱を伴い、かつ、切刃に高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件で用いた場合には、切削時に発生する高熱によって硬質被覆層が過熱されることにより、高温硬さの低下が生じるとともに、潤滑性が不足し、その結果、耐摩耗性の低下が避けられないことに加えて、硬質被覆層と工具表面との密着性が十分でないため、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

そこで、本発明者らは、前述のような観点から、高熱を発生し、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削条件で用いた場合にも、硬質被覆層がすぐれた潤滑性、耐摩耗性および密着性を発揮する被覆工具を開発すべく、前記従来被覆工具に着目し研究を行った結果、以下の知見を得た。

【0007】

(イ)被覆工具の硬質被覆層を窒化ニオブで構成した場合、窒化ニオブからなる硬質被覆層は、高硬度および高靱性を備え、かつ、化学的安定性にも優れることが一般的に知られているが、高硬度被削材を、高熱発生を伴うとともに切刃に高負荷が作用する高速重切削条件で使用した場合には、その硬度、靱性は十分であるとはいえない。

そこで、本発明者らは、窒化ニオブが有する複数の化合物形態、複数の結晶構造について詳細に検討したところ、特定の結晶構造からなる窒化ニオブが、特定の割合で混合した混合組織からなる窒化ニオブ層は、一段と優れた高温硬さと高靱性を備え、かつ、高温条

10

20

30

40

50

件下での高硬度被削材との潤滑性に優れることを見出したのである。

【0008】

(ロ) 即ち、窒化ニオブには、その化合物形態、結晶構造として、 α -Nb₂N (六方晶)、 β -Nb₄N₃ (正方晶)、 γ -NbN (立方晶)、 δ -NbN (六方晶)、 ϵ -NbN (六方晶)、 ζ -NbN (六方晶) 等があるが、アーキオンプレーティングにより窒化ニオブを成膜するにあたり、例えば、窒素圧力を 9.3 Pa とした条件でバイアス電圧を付加し成膜したところ、図 2 に示すように、バイアス電圧が 0 ~ -60 V では、立方晶構造の窒化ニオブ (以下、これを c-NbN で示す) が優先的に成膜されるが、バイアス電圧を高くし、-70 V 以上のバイアス電圧範囲で成膜したところ、六方晶構造の窒化ニオブ (以下、これを h-NbN で示す) が優先的に成膜されるようになり、硬質被覆層としては、c-NbN と h-NbN の混合組織からなる窒化ニオブが成膜された。

なお、前記成膜した c-NbN と h-NbN についての結晶構造は、例えば、K 照射による X 線回折を行い、その回折ピーク強度位置によって確認することができる。

【0009】

(ハ) さらに、本発明者らは、バイアス電圧を適正範囲に維持してアーキオンプレーティングで窒化ニオブ層を成膜した場合に、硬質被覆層は所定比率の c-NbN と h-NbN が存在する混合組織となり、そして、所定比率の混合組織からなる窒化ニオブによって硬質被覆層を構成した場合には、高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件において、硬質被覆層がすぐれた潤滑性と耐摩耗性を発揮することを見出したのである。

【0010】

(ニ) そして、本発明者らは、工具基体の表面に、(Al, Ti)N 層あるいは (Al, Ti, M)N 層を下部層として 0.3 ~ 5 μm の平均層厚で形成し、これの上に、窒化ニオブ層を上部層として形成すると、下部層である (Al, Ti)N 層あるいは (Al, Ti, M)N 層は、すぐれた高温硬さ、高温強度、耐熱性を示し、また、上部層である NbN 層はすぐれた高硬度および高靱性を示すが、特に、上部層の NbN 層中に含有される Nb 成分によって、下部層の密着性が向上することから、高熱発生を伴う切削加工においても、NbN 層のすぐれた高硬度および高靱性は維持され、したがって、軟質被削材の高速高送り切削加工において、切刃部が高温になったとしても被削材との潤滑性にすぐれ、その結果、切刃部におけるチッピング (微小欠け) の発生が抑制され、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性が発揮されるという新規な知見を得て、かかる知見に基づき、本発明を完成するに至ったものである。

【0011】

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または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に、硬質被覆層が蒸着形成された表面被覆切削工具において、前記硬質被覆層が、

(a) 0.3 ~ 5 μm の平均層厚を有し、かつ、

組成式: $(Al_x Ti_y)N$ (ここで、 x は Ti の含有割合を示し、原子比で、0.25 ~ 0.55 である) を満足する Al と Ti の複合窒化物層からなる下部層と、

(b) 0.3 ~ 5.0 μm の平均層厚を有し、かつ、

立方晶構造の窒化ニオブと六方晶構造の窒化ニオブの混合組織として構成され該混合組織について X 線回折による回折ピーク強度を測定したとき、

立方晶構造の窒化ニオブの (200) 面からの回折ピーク強度を I_c 、

六方晶構造の窒化ニオブの (103) 面と (110) 面からの回折ピーク強度を I_h 、とした場合、

$0.1 \leq I_h / I_c \leq 0.7$

を満足する回折ピーク強度比を有する上部層とからなることを特徴とする表面被覆切削工具。

(2) 炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基

10

20

30

40

50

体の表面に硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、
前記硬質被覆層が、

(a) $0.3 \sim 5 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(\text{Al}_1 \dots \text{Ti}_M) \text{N}$ （ここで、Mは、Tiを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種又は2種以上の添加成分を示し、また、 α はTiの含有割合、 β はMの含有割合をそれぞれ示し、原子比で、 $0.25 \sim 0.55$ 、 $0.01 \sim 0.25$ である）を満足するAlとTiの複合窒化物層からなる下部層と、

(b) $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、

立方晶構造の窒化ニオブと六方晶構造の窒化ニオブの混合組織として構成され該混合組織についてX線回折による回折ピーク強度を測定したとき、

立方晶構造の窒化ニオブの(200)面からの回折ピーク強度を I_c 、

六方晶構造の窒化ニオブの(103)面と(110)面からの回折ピーク強度を I_h 、
とした場合、

$0.1 \leq I_h / I_c \leq 0.7$

を満足する回折ピーク強度比を有する上部層とからなることを特徴とする表面被覆切削工具。」

に特徴を有するものである。

【0012】

つぎに、本発明の被覆工具の硬質被覆層について説明する。

【0013】

(a) 下部層の組成および平均層厚

下部層を構成する $(\text{Al}, \text{Ti}, \text{M}) \text{N}$ 層の構成成分であるAl成分には硬質被覆層における高温硬さを向上させ、同Ti成分には高温強度を向上させる作用があり、さらに、M成分のうちの、Tiを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、Bには硬質被覆層の耐摩耗性を向上させる作用があり、また、Yには硬質被覆層の高温耐酸化性を向上させる作用があるが、Tiの割合を示す値がAlとの含量あるいはAlとMの含量に占める割合（原子比、以下同じ）で0.25未満になると、所定の高温硬さを確保することができず、これが耐摩耗性低下の原因となり、一方、Tiの割合を示す値が同0.55を越えると、相対的にAlの含有割合が減少し、高速高送り切削加工で必要とされる高温硬さを確保することができず、耐摩耗性が低下し、さらに、M成分の含有割合を示す値がAlとの含量に占める割合（原子比、以下同じ）で0.01未満では、M成分を含有させたことによる耐摩耗性、高温耐酸化性等の特性向上が期待できず、一方、同値が0.25を超えると、高温強度に低下傾向が現れるようになることから、値を0.25～0.55、値を0.01～0.25と定めた。

【0014】

また、その平均層厚が $0.3 \mu\text{m}$ 未満では、自身のもつすぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するには不十分であり、一方、その平均層厚が $5.0 \mu\text{m}$ を越えると、上記の高速高送り切削では切刃部にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$ と定めた。

このような硬質被覆層の下部層は、例えば、図1に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアークイオンプレーティング装置に基体を装入し、ヒーターで装置内を、例えば、 500°C の温度に加熱した状態で、装置内に所定組成のAl-Ti合金あるいはAl-Ti-M合金からなるカソード電極（蒸発源）を配置し、アノード電極とカソード電極（蒸発源）との間に、例えば、電流：90Aの条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、例えば、2Paの反応雰囲気とし、一方、前記基体には、例えば、 -100V のバイアス電圧を印加した条件で蒸着することに形成することができる。

(b) 上部層の組成および平均膜厚

その後、c-NbN（立方晶構造の窒化ニオブ）とh-NbN（六方晶構造の窒化ニオ

10

20

30

40

50

ブ)の混合組織からなる上部層を構成するが、このような混合組織からなる上部層は、例えば、以下の条件のアーキオンプレーティングによって形成することができる。

【0015】

成膜条件：

カソード電極： 金属 Nb

反応ガス： N_2 、

反応ガス圧力： 1.0 ~ 30 Pa、

バイアス電圧： -20 ~ -60 V、

そして、蒸着形成された前記 c - NbN と h - NbN の混合組織からなる窒化ニオブ層について、K 照射による X 線回折を行い、c - NbN の (200) 面からの回折ピーク強度を I_c 、また、h - NbN の (103) 面と (110) 面からの回折ピーク強度を I_h とし、回折ピーク強度比 I_h / I_c の値を求めると、 I_h / I_c は 0.1 ~ 0.7 となる。

10

図3から明らかなように、この回折ピーク強度 I_h 、 I_c の値は、前記アーキオンプレーティング法における成膜条件の内のバイアス電圧によって変化し、その結果、回折ピーク強度比 I_h / I_c の値 (即ち、h - NbN と c - NbN との混合比率) も、前記アーキオンプレーティング法におけるバイアス電圧によって大きく影響される。

そして、バイアス電圧が -20 V 未満の場合には、c - NbN の形成割合が高く h - NbN の形成が少ないため、回折ピーク強度比 $I_h / I_c < 0.1$ となるが、c - NbN の混合比率が増加すると硬質被覆層の硬さを低下させ、耐摩耗性が劣化傾向を示すようになる。

20

一方、バイアス電圧が -60 V を超えると、優先的に h - NbN が形成され、c - NbN の形成割合が低下するため、回折ピーク強度比が $0.7 < I_h / I_c$ となるが、h - NbN の混合比率の増加によって硬質被覆層の硬さ、軟質被削材に対する潤滑性は大きくなるものの、半面、硬質被覆層の靱性の低下が生じるため、重切削加工においてチップングが発生しやすくなる。

したがって、本発明では、c - NbN と h - NbN との混合比率を表す回折ピーク強度比 I_h / I_c の値を 0.1 ~ 0.7 と定めた。

【0016】

なお、本発明でいう「h - NbN の (103) 面と (110) 面からの回折ピーク強度 I_h 」は、図2からも分かるように、 $2\theta = 61.9^\circ$ に出現する (103) 面からの X 線回折強度と、 $2\theta = 62.6^\circ$ に出現する (110) 面からの X 線回折強度との合計に相当する値である。

30

【0017】

本発明では、回折ピーク強度比 I_h / I_c の値を 0.1 ~ 0.7 の範囲に維持することによって、低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材を、高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件において切削加工する場合でも、硬質被覆層がすぐれた潤滑性と耐摩耗性を発揮することによって、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を維持することができる。

なお、c - NbN と h - NbN との混合組織からなる本発明の硬質被覆層は、その平均層厚が 0.3 μm 未満では、長期に亘ってすぐれた潤滑性、耐摩耗性を発揮することができず、工具寿命が短命化し、一方、その平均層厚が 5.0 μm を超えるとチップングが発生しやすくなることから、平均層厚は 0.3 ~ 5.0 μm とすることが望ましい。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明の被覆工具は、硬質被覆層を、下部層として (Al, Ti) N 層あるいは (Al, Ti, M) 層を形成し、上部層として立方晶構造の窒化ニオブ (c - NbN) と六方晶構造の窒化ニオブ (h - NbN) の混合組織を有し、かつ、X 線回折により該混合組織について回折ピーク強度を測定したとき、六方晶構造の窒化ニオブ (h - NbN) の (103) 面と (110) 面からの回折ピーク強度 I_h と、立方晶構造の窒化ニオブ (c - Nb

50

N)の(200)面からの回折ピーク強度 I_c との回折ピーク強度比 I_h/I_c が、0.1~0.7となるような層を形成したことにより、低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材を、高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件において用いた場合でも、硬質被覆層がすぐれた密着性と潤滑性と耐摩耗性を発揮することによって、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を維持するものである。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】被覆工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアークイオンプレーティング装置の概略正面図である。

【図2】アークイオンプレーティングにおいて、バイアス電圧とX線回折ピーク強度の関係を示す。

10

【発明を実施するための形態】

【0020】

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】

【0021】

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、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr₃C₂粉末、TiN粉末、TaN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、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度：1400に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A1~A10を形成した。

20

【0022】

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、TaC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、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を2kPa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、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体B1~B6を形成した。

30

【0023】

(a)ついで、前記工具基体A-1~A-10およびB-1~B-6のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図1に示される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、前記回転テーブルを挟んで相対向する両側にカソード電極(蒸発源)を配置し、その一方には、カソード電極(蒸発源)として上部層形成用の金属Nbを配置し、その他方には、カソード電極(蒸発源)として所定組成の下部層形成用のAl-Ti合金あるいはAl-Ti-M合金を配置し、

40

(b)まず、装置内を排気して0.1Pa以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を500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、かつカソード電極とアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、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-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、かつカソード電極のAl-Ti合金あるいはAl-Ti-M合金のいずれかとアノード電極との間に120Aの電流を流してアーク放電を発生させ、前記工具基体の表面に、表3に示される目標組成、目標層厚の単層としての下部層としての(A1, Ti)N層あるいは(A1, Ti, M)N層を1~5 μ mの平均層厚で蒸着形成した後、前記

50

カソード電極（蒸発源）とアノード電極との間のアーク放電を停止し、
 (d) ついで、装置内に反応ガスとして、窒素ガスを導入して表 3 に示される反応雰囲気
 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表 3 に示される直
 流バイアス電圧を印加して、カソード電極の金属 Nb とアノード電極との間に 100 A の
 電流を流してアーク放電を発生させ、表 3 に示される目標層厚の窒化ニオブ層を蒸着形成
 することにより、

ISO・CNMG120408 に規定するスローアウェイチップ形状の本発明被覆工具
 1～16（以下、本発明チップ 1～16 という）をそれぞれ製造した。

【0024】

比較の目的で、前記工具基体 A1～A10 および B1～B6 のそれぞれを、本発明と同
 様な方法で Ti ボンバード洗浄し、

ついで、装置内に反応ガスとして、窒素ガスを導入して表 4 に示される反応雰囲気とす
 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表 4 に示される直流バ
 イアス電圧を印加して、カソード電極の金属 Nb とアノード電極との間に 100 A の電流
 を流してアーク放電を発生させ、表 4 に示される目標層厚の窒化ニオブ層を蒸着形成す
 ることにより、

ISO・CNMG120408 に規定するスローアウェイチップ形状の比較例被覆工具
 1～16（以下、比較例チップ 1～16 という）をそれぞれ製造した。

【0025】

つぎに、本発明チップ 1～16 および比較例チップ 1～16 のそれぞれの硬質被覆層に
 ついて、K 照射による X 線回折を行い、c-NbN の (200) 面からの回折ピーク強
 度 I_c 、また、h-NbN の (103) 面からの回折ピーク強度 I_h を求め、回折ピーク
 強度比 I_h / I_c の値を算出した。

この算出値を表 3、表 4 に示す。

なお、図 2 には、本発明チップ 5（バイアス電圧 - 50 V）、比較例チップ 9（バイア
 ス電圧 - 100 V）、比較例チップ 6（バイアス電圧 - 200 V）、比較例チップ 15（
 バイアス電圧 - 300 V）について測定した X 線回折チャートを示す。

表 3、表 4 から、本発明チップ 1～16 の回折ピーク強度比 I_h / I_c の値は、いず
 れも 0.1～0.7 の範囲内であるのに対して、比較例チップ 1～5、11～13 の回折ピ
 ーク強度比 I_h / I_c の値は、0.1～0.7 の範囲内であり、比較例 6～10、14～
 16 の回折ピーク強度比 I_h / I_c の値は、0.1～0.7 の範囲を外れたものであるこ
 とが分かる。

【0026】

つぎに、前記各種の被覆チップを、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、本発明チップ 1～16 および比較例チップ 1～16 について、

被削材：JIS・S10C の丸棒、

切削速度：250 m/min、

切り込み：2.0 mm、

送り：0.35 mm/rev、

切削時間：8 分、

の条件（切削条件 A）での炭素鋼の乾式高速高送り切削加工試験（通常の切削速度および
 送りは、それぞれ、200 m/min、0.25 mm/rev、）、

被削材：JIS・SS400 の丸棒、

切削速度：260 m/min、

切り込み：3.0 mm、

送り：0.25 mm/rev、

切削時間：7 分、

の条件（切削条件 B）での軟鋼の乾式高速高切込み切削加工試験（通常の切削速度および
 切込みは、それぞれ、200 m/min、2.0 mm）、

被削材：JIS・SCM415 の丸棒、

10

20

30

40

50

切削速度： 250 m/min、
 切り込み： 3.0 mm、
 送り： 0.4 mm/rev、
 切削時間： 5分、

の条件（切削条件B）での合金鋼の乾式高速高送り・高切込み切削加工試験（通常の切削速度、送りおよび切込みは、それぞれ、190 m/min、0.3 mm/rev、2.0 mm）、
 を行い、いずれの切削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表5に示した。

【0027】

10

【表1】

種別		配合組成（質量%）						
		Co	TiC	TaC	NbC	VC	Cr ₃ C ₂	WC
工具 基体	A-1	5	3	—	—	—	—	残
	A-2	5.5	—	2	1	—	—	残
	A-3	6	1.3	—	—	—	—	残
	A-4	7	0.5	—	2	—	—	残
	A-5	7.5	—	—	—	1	0.5	残
	A-6	8	—	3	—	—	—	残
	A-7	9	—	—	—	—	1	残
	A-8	10	4	—	3	—	—	残
	A-9	11	1.5	2	—	—	—	残
	A-10	12	2	—	—	—	—	残

20

30

【0028】

【表 2】

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工 具 基 体	B-1	12	6	—	8	—	11	14	残
	B-2	7	8	—	4	—	8.5	—	残
	B-3	5	—	—	—	—	8	8	残
	B-4	13	6	—	10	2	—	—	残
	B-5	10	5	1	7	—	9	16	残
	B-6	8	4	—	12	—	8	10	残

10

20

【 0 0 2 9 】

【表 3】

種別	工具 基体 記号	下部層 ((Al, Ti, M)N層)			上部層 (窒化ニオブ層)				
		Ti 含有量 (α 値)	Mの種類と含有量 (成分と β 値)	目標層厚 (μm)	反応 雰囲気 圧力 (Pa)	バイアス 電圧 (-V)	目標 層厚 (μm)	Ih/Ic	
本 発 明 チ ップ	1	A1	0.55	—	2.5	5.3	25	2.0	0.33
	2	A2	0.3	—	5.0	9.3	60	1.0	0.60
	3	A3	0.5	—	4.0	1.0	60	0.3	0.65
	4	A4	0.25	—	0.3	5.3	20	4.0	0.10
	5	A5	0.4	—	1.0	9.3	50	5.0	0.17
	6	A6	0.3	Mo:0.25	0.3	13.3	20	4.5	0.15
	7	A7	0.5	V:0.1	3.5	1.0	25	0.3	0.25
	8	A8	0.55	Y:0.01	5.0	4.0	40	1.0	0.45
	9	A9	0.4	Nb:0.1, W:0.05	2.0	30.0	30	3.5	0.24
	10	A10	0.25	Zr:0.03, B:0.02	1.0	20.0	20	5.0	0.12
	11	B1	0.35	—	4.0	1.0	30	0.3	0.30
	12	B2	0.25	—	0.3	13.3	25	3.0	0.40
	13	B3	0.55	—	1.0	9.3	30	2.0	0.35
	14	B4	0.4	Hf:0.01	2.5	20.0	60	3.5	0.70
	15	B5	0.3	Si:0.15	5.0	30.0	40	1.0	0.42
	16	B6	0.35	Ta:0.1, Cr:0.01	3.0	4.0	50	5.0	0.50

10

20

30

【 0 0 3 0 】

【表 4】

種別	工具 基体 記号	反応 雰囲気 圧力 (Pa)	バイアス 電圧 (-V)	窒化ニオブ層		
				目標 層厚 (μm)	Ih/Ic	
比較 例 チ ップ	1	A1	13.3	20	3.5	0.15
	2	A2	20.0	60	0.5	0.70
	3	A3	30.0	40	5.0	0.42
	4	A4	4.0	50	7.0	0.50
	5	A5	1.0	25	4.0	0.25
	6	A6	9.3	200	0.3	4.1
	7	A7	13.3	5	2.0	◎
	8	A8	20.0	500	1.0	*
	9	A9	9.3	100	5.0	6.0
	10	A10	1.0	300	8.0	25
	11	B1	9.3	50	3.0	0.17
	12	B2	5.3	20	1.5	0.10
	13	B3	9.3	30	2.5	0.35
	14	B4	1.0	15	4.0	0.06
	15	B5	9.3	300	3.0	*
	16	B6	30.0	200	6.0	20

(注) *印は、c-NbNの生成がないことを示す。
◎印は、h-NbNの生成がないことを示す。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

【表5】

種 別	逃げ面摩耗幅(mm)			種 別	逃げ面摩耗幅(mm)				
	切削条件(A)	切削条件(B)	切削条件(C)		切削条件(A)	切削条件(B)	切削条件(C)		
本 発 明 チ ッ プ	1	0.16	0.14	0.15	比 較 例 チ ッ プ	1	0.43	0.43	0.40
	2	0.14	0.15	0.12		2	0.35	0.38	0.32
	3	0.13	0.14	0.11		3	0.39	0.41	0.37
	4	0.19	0.20	0.18		4	0.39	0.38	0.35
	5	0.18	0.18	0.15		5	0.41	0.40	0.38
	6	0.19	0.19	0.16		6	6.0*	6.2*	4.5*
	7	0.14	0.14	0.13		7	6.5*	6.8*	4.8*
	8	0.15	0.15	0.16		8	2.5*	3.0*	3.8*
	9	0.17	0.16	0.12		9	5.4*	5.2*	3.5*
	10	0.13	0.14	0.11		10	3.8*	4.0*	4.2*
	11	0.15	0.14	0.18		11	0.39	0.37	0.39
	12	0.15	0.15	0.17		12	0.35	0.38	0.41
	13	0.16	0.17	0.19		13	0.36	0.35	0.39
	14	0.12	0.13	0.13		14	5.5*	5.8*	4.5*
	15	0.14	0.14	0.15		15	3.2*	3.5*	2.8*
	16	0.13	0.13	0.12		16	5.0*	4.8*	4.0*

比較例チップの欄の*は、チップングが原因で寿命に至った
切削時間(分)を示す。

【0032】

表3～5に示される結果から、本発明の被覆工具は、低炭素鋼、軟鋼等の軟質被削材を、高熱発生を伴い、かつ、切刃に高負荷が作用する高送り、高切込みの高速重切削条件で加工した場合にも、硬質被覆層がすぐれた密着性と潤滑性と高硬度を有し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、比較例被覆工具においては、軟質被削材を高速重切削条件で加工した場合、硬さ、潤滑性、靱性の不足によって、溶着、チップング等の

10

20

30

40

50

発生によって、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

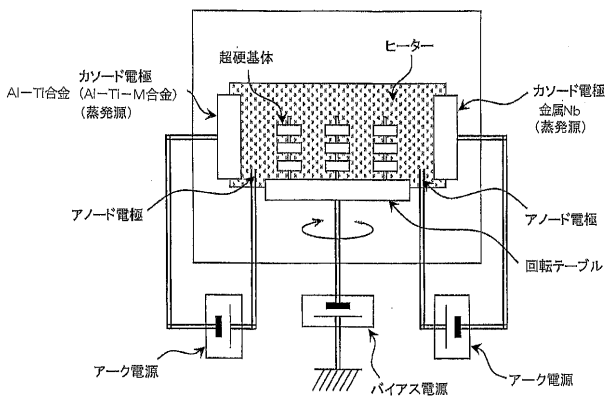
なお、被覆チップばかりでなく、被覆エンドミル、被覆ドリルを作成し、同様な切削試験を行ったところ、被覆エンドミル、被覆ドリルについても、被覆チップの場合と同様な結果が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0033】

上述のように、本発明の被覆工具は、一般鋼や普通鋳鉄などの切削加工は勿論のこと、軸受鋼、合金工具鋼、浸炭焼入れ鋼等の高硬度被削材の高い発熱を伴うとともに、切刃に高負荷が作用する高速重切削加工に用いた場合でも、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性、耐チッピング性を発揮し、すぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置のFA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。

【図1】



【図2】

