

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3969230号

(P3969230)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 J
B 2 3 C 5/16 (2006.01)	B 2 3 C 5/16
C 2 3 C 14/06 (2006.01)	C 2 3 C 14/06 A
C 2 3 C 14/16 (2006.01)	C 2 3 C 14/16 B

請求項の数 1 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2002-214710 (P2002-214710)	(73) 特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(22) 出願日	平成14年7月24日(2002.7.24)	(73) 特許権者	596091392 三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1
(65) 公開番号	特開2004-50381 (P2004-50381A)	(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
(43) 公開日	平成16年2月19日(2004.2.19)	(74) 代理人	100094824 弁理士 鴨井 久太郎
審査請求日	平成17年4月14日(2005.4.14)	(72) 発明者	田代 安彦 茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地 三菱マテリアル株式会社 筑波製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重切削加工条件で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超硬合金製切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化タングステン基超硬合金基体または炭窒化チタン系サーメット基体の表面に、CrとAlの複合窒化物層からなる硬質被覆層を1～15μmの全体平均層厚で物理蒸着してなる表面被覆超硬合金製切削工具において、

上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、Al最高含有点とAl最低含有点とが所定間隔において交互に繰り返して存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記Al最高含有点が、組成式： $(Cr_{1-x}Al_x)N$ （ただし、原子比で、Xは0.40～0.60を示す）、

上記Al最低含有点が、組成式： $(Cr_{1-y}Al_y)N$ （ただし、原子比で、Yは0.05～0.30を示す）、

を満足し、かつ隣り合う上記Al最高含有点とAl最低含有点の間隔が、0.01～0.1μmであること、

を特徴とする重切削加工条件で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超硬合金製切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、硬質被覆層が高強度を有し、かつ高温硬さと耐熱性にもすぐれ、したがって特に各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合に、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超硬合金製切削工具（以下、被覆超硬工具という）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、基体の表面に硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）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、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、さらに切削刃が断続切削加工形態をとる面削加工や溝加工、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、また前記スローアウェイチップを着脱自在に取り付けて前記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ェイエンドミル工具などが知られている。

10

【0003】

また、被覆工具として、基体の表面に、CrとAlの複合窒化物〔以下、(Cr, Al)Nで示す〕層からなる硬質被覆層を1～15μmの平均層厚で物理蒸着してなる被覆工具が提案され、各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削加工に用いられている（例えば特許文献1, 2参照）。

【0004】

さらに、上記の被覆工具が、例えば図2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、ヒータで装置内を、例えば500の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有するCr-Al合金がセットされたカソード電極（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、一方上記基体には、例えば-100Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記基体の表面に、上記(Cr, Al)N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより製造されることも知られている（例えば特許文献2参照）。

20

【0005】

【特許文献1】

特開平9-041127号公報

30

【特許文献2】

特開2000-271699号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

近年の切削加工装置の高性能化はめざましく、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、これに伴い、切削加工は高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なわれる傾向にあるが、上記の従来被覆工具においては、これを通常の切削加工条件で用いた場合には問題はないが、切削加工を高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合には、特に硬質被覆層の強度不足が原因でチップング（微小割れ）が発生し易くなり、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に重切削加工条件で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する被覆工具を開発すべく、上記の従来被覆工具を構成する硬質被覆層に着目し、研究を行った結果、

(a) 上記の図2に示されるアークイオンプレーティング装置を用いて形成された従来被覆工具を構成する(Cr, Al)N層は、層厚全体に亘って実質的に均一な組成を有し、したがって均質な強度および高温硬さと耐熱性を有するが、例えば図1(a)に概略平面図で、同(b)に概略正面図で示される構造のアークイオンプレーティング装置、すなわ

50

ち装置中央部に基体装着用回転テーブルを設け、前記回転テーブルを挟んで、一方側に相対的にAl含有量の高いCr-Al合金、他方側に相対的にAl含有量の低いCr-Al合金をカソード電極（蒸発源）として対向配置したアークイオンプレーティング装置を用い、この装置の前記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沿って複数の基体をリング状に装着し、この状態で装置内雰囲気（窒素雰囲気）として前記回転テーブルを回転させると共に、蒸着形成される硬質被覆層の層厚均一化を図る目的で基体自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間にアーク放電を発生させて、前記基体の表面に(Cr, Al)N層を形成すると、この結果の(Cr, Al)N層においては、回転テーブル上にリング状に配置された前記基体が上記の一方側の相対的にAl含有量の高いCr-Al合金のカソード電極（蒸発源）に最も接近した時点で層中にAl最高含有点が形成され、また前記基体が上記の他方側の相対的にAl含有量の低いCr-Al合金のカソード電極に最も接近した時点で層中にAl最低含有点が形成され、上記回転テーブルの回転によって層中には層厚方向にそって前記Al最高含有点とAl最低含有点が所定間隔をもって交互に繰り返し現れると共に、前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造をもつようになること。

10

【0008】

(b) 上記(a)の繰り返し連続変成分濃度分布構造の(Cr, Al)N層において、上記の基体を炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金または炭窒化チタン（以下、TiCNで示す）基サーメットからなる基体（以下、これらを総称して超硬基体と云う）に特定した上で、対向配置の一方側のカソード電極（蒸発源）であるCr-Al合金におけるAl含有量をCrとの含量に占める割合で、原子比で、0.40~0.60とし、かつ同他方側のカソード電極（蒸発源）であるCr-Al合金におけるAl含有量を相対的に低くして、同じくCrとの含量に占める割合で、原子比で、0.05~0.30とする共に、前記超硬基体が装着されている回転テーブルの回転速度を制御して、

20

上記Al最高含有点が、組成式： $(Cr_{1-x}Al_x)N$ （ただし、原子比で、Xは0.40~0.60を示す）、

上記Al最低含有点が、組成式： $(Cr_{1-y}Al_y)N$ （ただし、原子比で、Yは0.05~0.30を示す）、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記Al最高含有点とAl最低含有点の厚さ方向の間隔を0.01~0.1 μ mとすると、

30

上記Al最高含有点部分では、相対的にAl含有量が高くなることから、高温硬さと耐熱性の高いものとなり、一方上記Al最低含有点部分では、前記Al最高含有点部分に比してAl含有量が低く、Cr含有量の高いものとなるので、相対的に一段と高い強度を示すようになり、かつこれらAl最高含有点とAl最低含有点の間隔をきわめて小さくしたことから、層全体の特性として高強度を保持した上で、高温硬さと耐熱性も具備するようになり、したがって、上記の超硬基体表面にかかる構成の(Cr, Al)N層からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬工具は、各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、特に高い機械的衝撃を伴うので高強度が要求される、高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮するようになること。

40

以上(a)および(b)に示される研究結果を得たのである。

【0009】

この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、超硬基体の表面に、(Cr, Al)N層からなる硬質被覆層を1~15 μ mの全体平均層厚で物理蒸着してなる被覆超硬工具において、

上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、Al最高含有点とAl最低含有点とが所定間隔において交互に繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記Al最高含有点が、組成式： $(Cr_{1-x}Al_x)N$ （ただし、原子比で、X

50

は 0.40 ~ 0.60 を示す)、
 上記 A1 最低含有点が、組成式： $(Cr_{1-Y}Al_Y)N$ (ただし、原子比で、Y は 0.05 ~ 0.30 を示す)、
 を満足し、かつ隣り合う上記 A1 最高含有点と A1 最低含有点の間隔が、0.01 ~ 0.1 μm である、

重切削加工条件で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する被覆超硬工具に特徴を有するものである。

【0010】

つぎに、この発明の被覆超硬工具において、これを構成する硬質被覆層の構成を上記の通りに限定した理由を説明する。

(a) A1 最高含有点の組成

A1 最高含有点の $(Cr, Al)N$ における Cr 成分は、層自体の強度を向上させ、また Al 成分は層の高温硬さと耐熱性を向上させる作用をもつものであり、したがって Al 成分の含有割合が高くなればなるほど高温硬さと耐熱性は向上したものになるが、Al の割合を示す X 値が Cr との含量に占める割合 (原子比) で 0.60 を越えて高くなると、高強度を有する A1 最低含有点が隣接して存在しても層自体の強度の低下は避けられず、この結果チップングなどが発生し易くなり、一方同 X 値が同 0.40 未満では高温硬さと耐熱性に所望の向上効果が得られないことから、A1 最高含有点での Al の割合を示す X 値を 0.40 ~ 0.60 と定めた。

【0011】

(b) A1 最低含有点の組成

上記の通り A1 最高含有点は相対的に高い高温硬さと耐熱性を有するが、反面相対的に強度の劣るものであるため、この A1 最高含有点の強度不足を補う目的で、Cr 含有割合が高く、これによって高強度を有するようになる A1 最低含有点を厚さ方向に交互に介在させるものであり、したがって Al の割合を示す Y 値が Cr との含量に占める割合 (原子比) で 0.30 を越えると、A1 最低含有点の強度が低下し、これが原因でチップングが発生し易くなり、一方同 Y 値が 0.05 未満になると、相対的に Cr の割合が多くなり過ぎて、A1 最低含有点に所望の高温硬さと耐熱性を具備せしめることができなくなり、この結果摩耗の進行が急激に促進されるようになることから、A1 最低含有点での Al の割合を示す Y 値を 0.05 ~ 0.30 と定めた。

【0012】

(c) A1 最高含有点と A1 最低含有点間の間隔

その間隔が 0.01 μm 未満ではそれぞれの点を上記の組成で明確に形成することが困難であり、この結果層に所望の高強度、さらに高温硬さと耐熱性を確保することができなくなり、またその間隔が 0.1 μm を越えるとそれぞれの点をもつ欠点、すなわち A1 最高含有点であれば強度不足、A1 最低含有点であれば高温硬さと耐熱性不足が層内に局部的に現れ、これが原因で切刃にチップングが発生し易くなったり、摩耗進行が促進されるようになることから、その間隔を 0.01 ~ 0.1 μm と定めた。

【0013】

(d) 硬質被覆層の全体平均層厚

その層厚が 1 μm 未満では、所望の耐摩耗性を確保することができず、一方その平均層厚が 15 μm を越えると、チップングが発生し易くなることから、その平均層厚を 1 ~ 15 μm と定めた。

【0014】

【発明の実施の形態】

つぎに、この発明の被覆超硬工具を実施例により具体的に説明する。

(実施例 1)

原料粉末として、いずれも 1 ~ 3 μm の平均粒径を有する WC 粉末、TiC 粉末、VC 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、ボールミルで 72 時間湿式混合し、乾燥した後

10

20

30

40

50

、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基超硬合金製の超硬基体A1～A10を形成した。

【0015】

また、原料粉末として、いずれも0.5～2μmの平均粒径を有するTiCN（重量比で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系サーメット製の超硬基体B1～B6を形成した。

【0016】

ついで、上記の超硬基体A1～A10およびB1～B6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、一方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったA1最低含有点形成用Cr-A1合金、他方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったA1最高含有点形成用Cr-A1合金を前記回転テーブルを挟んで対向配置し、またポンパート洗浄用金属Crも装着し、まず、装置内を排気して0.5Pa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超硬基体に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極の前記金属Crとアノード電極との間に150Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬基体表面をCrポンパート洗浄し、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超硬基体に-120Vの直流バイアス電圧を印加し、それぞれのカソード電極（前記A1最低含有点形成用Cr-A1合金およびA1最高含有点形成用Cr-A1合金）とアノード電極との間に150Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体の表面に、層厚方向に沿って表3，4に示される目標組成のA1最低含有点とA1最高含有点とが交互に同じく表3，4に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記A1最高含有点から前記A1最低含有点、前記A1最低含有点から前記A1最高含有点へA1含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表3，4に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ（以下、本発明被覆超硬チップと云う）1～16をそれぞれ製造した。

【0017】

また、比較の目的で、これら超硬基体A1～A10およびB1～B6を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図2に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として種々の成分組成をもったCr-A1合金を装着し、さらにポンパート洗浄用金属Crも装着し、まず、装置内を排気して0.5Pa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、前記超硬基体に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極の前記金属Crとアノード電極との間に150Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬基体表面をCrポンパート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して4Paの反応雰囲気とすると共に、超硬基体に-120Vの直流バイアス電圧を印加し、前記カソード電極のCr-A1合金とアノード電極との間に150Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体A1～A10およびB1～B6のそれぞれの表面に、表5，6に示される目標組成および目標層厚（それぞれ本発明被覆超硬チップ1～16を構成する硬質被覆層のA1最高含有点の目標組成および目標層厚と同じ）を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない（Cr，A1）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、

10

20

30

40

50

比較被覆超硬工具としての比較表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ（以下、比較被覆超硬チップと云う）1～16をそれぞれ製造した。

【0018】

つぎに、上記本発明被覆超硬チップ1～16および比較被覆超硬チップ1～16について、これを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、

被削材：JIS・SCM440の丸棒、

切削速度：140m/min、

切り込み：5mm、

送り：0.2mm/rev、

切削時間：8分、

10

の条件での合金鋼の乾式連続高切り込み切削加工試験、

被削材：JIS・S45Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：170m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.7mm/rev、

切削時間：8分、

の条件での炭素鋼の乾式断続高送り切削加工試験、さらに、

被削材：JIS・FC250の長さ方向等間隔4本溝入り丸棒、

切削速度：200m/min、

切り込み：6mm、

20

送り：0.25mm/rev、

切削時間：8分、

の条件での鋳鉄の乾式断続高切り込み切削加工試験を行い、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3～6に示した。

【0019】

【表1】

種別	配合組成 (質量%)						
	Co	TiC	TaC	NbC	VC	Cr ₃ C ₂	WC
A-1	5	2	-	-	-	-	残
A-2	6	-	1.5	1	-	-	残
A-3	6.5	0.6	-	-	-	-	残
A-4	7	0.4	-	1	-	-	残
A-5	8	-	-	-	1	0.3	残
A-6	8.5	-	2.5	-	-	-	残
A-7	9.5	-	-	-	-	0.5	残
A-8	10.5	5	-	2	-	-	残
A-9	12	0.6	2.5	-	-	-	残
A-10	12.5	1.5	-	-	-	-	残

超硬基体 (チップ)

【 0 0 2 0 】

【 表 2 】

種別	配合組成 (質量%)									
	Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN		
B-1	13	5	-	10	-	10	16	残		
B-2	8	7	-	5	-	7.5	-	残		
B-3	5	-	-	-	-	6	10	残		
B-4	10	5	-	11	2	-	-	残		
B-5	9	4	1	8	-	10	10	残		
B-6	12	5.5	-	10	-	9.5	14.5	残		

超硬基体 (チップ)

【 0 0 2 1 】

【 表 3 】

10

20

30

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層										逃げ面摩耗幅(mm)				
		Al最高含有点					Al最低含有点					両点間 の目標 間隔 (μm)	目標 全体 層厚 (μm)	合金鋼 の連続 高切り 込み	炭素鋼 の連続 高送り	鑄鉄 の連続 高切り 込み
		目標組成(原子比)					目標組成(原子比)									
		Cr	Al	N	Cr	Al	N	Cr	Al	N	Cr	Al	N			
1	A-1	0.60	0.40	1.00	0.85	0.15	1.00	0.06	10	0.26	0.25	0.24				
2	A-2	0.55	0.45	1.00	0.75	0.25	1.00	0.03	2	0.22	0.20	0.20				
3	A-3	0.50	0.50	1.00	0.80	0.20	1.00	0.01	3	0.21	0.22	0.22				
4	A-4	0.45	0.55	1.00	0.90	0.10	1.00	0.08	12	0.24	0.23	0.23				
5	A-5	0.40	0.60	1.00	0.95	0.05	1.00	0.09	10	0.26	0.26	0.23				
6	A-6	0.60	0.40	1.00	0.70	0.30	1.00	0.05	5	0.21	0.23	0.19				
7	A-7	0.55	0.45	1.00	0.85	0.15	1.00	0.04	4	0.22	0.25	0.20				
8	A-8	0.50	0.50	1.00	0.75	0.25	1.00	0.07	15	0.25	0.24	0.22				
9	A-9	0.45	0.55	1.00	0.80	0.20	1.00	0.04	1	0.18	0.20	0.21				
10	A-10	0.40	0.60	1.00	0.90	0.10	1.00	0.10	8	0.20	0.22	0.22				

本発明被覆超硬チップ

【 0 0 2 2 】

【 表 4 】

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層										逃げ面摩耗幅(mm)		
		Al最高含有点			Al最低含有点			両点間 の目標 間隔 (μm)	目標 全体 層厚 (μm)	合金鋼 の連続 高切り 込み	炭素鋼 の連続 高送り	鑄鉄 の連続 高切り 込み		
		目標組成(原子比)			目標組成(原子比)									
		Cr	Al	N	Cr	Al	N	Cr	Al	N				
11	B-1	0.45	0.55	1.00	0.90	0.10	1.00	1.00	1.00	0.08	8	0.21	0.22	0.20
12	B-2	0.60	0.40	1.00	0.85	0.15	1.00	1.00	1.00	0.06	3	0.20	0.18	0.17
13	B-3	0.50	0.50	1.00	0.95	0.05	1.00	1.00	1.00	0.10	15	0.19	0.20	0.18
14	B-4	0.55	0.45	1.00	0.80	0.20	1.00	1.00	1.00	0.05	5	0.18	0.20	0.16
15	B-5	0.40	0.60	1.00	0.75	0.25	1.00	1.00	1.00	0.04	10	0.22	0.23	0.21
16	B-6	0.50	0.50	1.00	0.70	0.30	1.00	1.00	1.00	0.01	1	0.18	0.19	0.19

【 0 0 2 3 】

【 表 5 】

10

20

30

40

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層				切削試験結果		
		目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)	合金鋼の連続 高切り込み	炭素鋼の 連続高送り	鑄鉄の連続 高切り込み
		Cr	Al	N				
1	A-1	0.60	0.40	1.00	10	2分で寿命	3分で寿命	5分で寿命
2	A-2	0.55	0.45	1.00	2	4分で寿命	5.5分で寿命	7分で寿命
3	A-3	0.50	0.50	1.00	3	4.5分で寿命	6分で寿命	7.5分で寿命
4	A-4	0.45	0.55	1.00	12	2分で寿命	2.5分で寿命	4分で寿命
5	A-5	0.40	0.60	1.00	10	1.5分で寿命	3分で寿命	4.5分で寿命
6	A-6	0.60	0.40	1.00	5	2.5分で寿命	6分で寿命	6.5分で寿命
7	A-7	0.55	0.45	1.00	4	3.5分で寿命	5.5分で寿命	7分で寿命
8	A-8	0.50	0.50	1.00	15	2分で寿命	2.5分で寿命	3分で寿命
9	A-9	0.45	0.55	1.00	1	4.5分で寿命	6.5分で寿命	7.5分で寿命
10	A-10	0.40	0.60	1.00	8	2分で寿命	3分で寿命	5分で寿命

比較被覆超硬チップ

(表中、寿命は切刃に発生したチップングが原因)

【 0 0 2 4 】

【 表 6 】

10

20

30

40

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層				切削試験結果		
		目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)	合金鋼の連続 高切り込み	炭素鋼の断続 高送り	鑄鉄の断続 高切り込み
		Cr	Al	N				
比較被覆超硬チップ	B-1	0.45	0.55	1.00	8	2分で寿命	5.5分で寿命	4分で寿命
	B-2	0.60	0.40	1.00	3	4.5分で寿命	6分で寿命	7分で寿命
	B-3	0.50	0.50	1.00	15	2.5分で寿命	4分で寿命	3分で寿命
	B-4	0.55	0.45	1.00	5	3.5分で寿命	5分で寿命	7.5分で寿命
	B-5	0.40	0.60	1.00	10	2.5分で寿命	2分で寿命	5分で寿命
	B-6	0.50	0.50	1.00	1	1分で寿命	3.5分で寿命	2.5分で寿命

(表中、寿命は切刃に発生したチップピングが原因)

10

20

30

【0025】

(実施例2)

原料粉末として、平均粒径：5.5 μm を有する中粗粒WC粉末、同0.8 μm の微粒WC粉末、同1.3 μm のTaC粉末、同1.2 μm のNbC粉末、同1.2 μm のZrC粉末、同2.3 μm のCr₃C₂粉末、同1.5 μm のVC粉末、同1.0 μm の(Ti, W)C(質量比でTiC/WC=50/50)粉末、および同1.8 μm のCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表7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、100MPaの圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体を、6Paの真空雰囲気中、7/分の昇温速度で1370~1470の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に1時間保持後、炉冷の条件で焼結して、直径が8mm、13mm、および26mmの3種の超

40

50

硬基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の3種の丸棒焼結体から、研削加工にて、表7に示される組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ6mm×13mm、10mm×22mm、および20mm×45mmの寸法を有し、かついずれもねじれ角：30度の4枚刃スクエア形状をもった超硬基体（エンドミル）C-1～C-8をそれぞれ製造した。

【0026】

ついで、これらの超硬基体（エンドミル）C-1～C-8を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図1に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、層厚方向に沿って表8に示される目標組成のAl最高含有点とAl最低含有点とが交互に同じく表8に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表8に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製エンドミル（以下、本発明被覆超硬エンドミルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

10

【0027】

また、比較の目的で、上記の超硬基体（エンドミル）C-1～C-8を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図2に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、表9に示される目標組成および目標層厚（それぞれ本発明被覆超硬エンドミル1～8を構成する硬質被覆層のAl最高含有点の目標組成および目標層厚と同じ）を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない（Cr, Al）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、比較被覆超硬工具としての比較表面被覆超硬合金製エンドミル（以下、比較被覆超硬エンドミルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

20

【0028】

つぎに、上記本発明被覆超硬エンドミル1～8および比較被覆超硬エンドミル1～8のうち、本発明被覆超硬エンドミル1～3および比較被覆超硬エンドミル1～3については、被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SKD11の板材、

切削速度：60m/min、

溝深さ（切り込み）：3mm、

テーブル送り：150mm/分、

の条件での工具鋼の湿式高送り溝切削加工試験、本発明被覆超硬エンドミル4～6および比較被覆超硬エンドミル4～6については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SUS304の板材、

切削速度：35m/min、

溝深さ（切り込み）：12mm、

テーブル送り：75mm/分、

の条件でのステンレス鋼の湿式高切り込み溝切削加工試験、本発明被覆超硬エンドミル7, 8および比較被覆超硬エンドミル7, 8については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SNM439の板材、

切削速度：90m/min、

溝深さ（切り込み）：20mm、

テーブル送り：600mm/分、

の条件での合金鋼の湿式高切り込みおよび高送り溝切削加工試験（いずれの溝切削加工試験でも水溶性切削油使用）をそれぞれ行い、いずれの溝切削加工試験でも切刃部の外周刃の逃げ面摩耗幅が使用寿命の目安とされる0.1mmに至るまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表8、9にそれぞれ示した。

30

40

【0029】

50

【表7】

種別	配合組成 (質量%)								切刃部の 直径×長さ (mm)	
	Co	(Ti, W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr ₃ C ₂	VC	WC		
C-1	5	5	-	-	-	-	-	-	中粗粒:残	6×13
C-2	6	-	1	0.5	-	-	-	-	微粒:残	6×13
C-3	6	-	1	-	1	0.5	0.5	0.5	微粒:残	6×13
C-4	8	-	-	-	-	0.5	0.5	0.5	微粒:残	10×22
C-5	9	25	10	1	-	-	-	-	中粗粒:残	10×22
C-6	10	-	-	-	-	1	-	-	微粒:残	10×22
C-7	12	17	9	1	-	-	-	-	中粗粒:残	20×45
C-8	16	-	10	5	10	-	-	-	中粗粒:残	20×45

超硬基体 (エントロピー)

【0030】

【表8】

10

20

30

40

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層										切削溝長 (m)		
		Al最高含有点					Al最低含有点						両点間 の目標 間隔 (μ m)	目標 全体 層厚 (μ m)
		目標組成(原子比)					目標組成(原子比)							
		Cr	Al	N			Cr	Al	N					
1	C-1	0.40	0.60	1.00			0.95	0.05	1.00			0.08	13	32
2	C-2	0.50	0.50	1.00			0.85	0.15	1.00			0.04	10	35
3	C-3	0.60	0.40	1.00			0.70	0.30	1.00			0.01	1	48
4	C-4	0.55	0.45	1.00			0.75	0.25	1.00			0.03	3	42
5	C-5	0.50	0.50	1.00			0.80	0.20	1.00			0.05	5	31
6	C-6	0.45	0.55	1.00			0.90	0.10	1.00			0.06	8	28
7	C-7	0.55	0.45	1.00			0.85	0.15	1.00			0.05	2	52
8	C-8	0.45	0.55	1.00			0.75	0.25	1.00			0.10	15	23

本発明被覆超硬エンドミル

【0031】

【表9】

10

20

30

40

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層				目標層厚 (μm)	切削溝長 (m)
		目標組成(原子比)					
		Cr	Al	N			
比較被覆超硬 エンドミル	1	C-1	0.40	0.60	1.00	13	6mで寿命
	2	C-2	0.50	0.50	1.00	10	7mで寿命
	3	C-3	0.60	0.40	1.00	1	8mで寿命
	4	C-4	0.55	0.45	1.00	3	5.5mで寿命
	5	C-5	0.50	0.50	1.00	5	5mで寿命
	6	C-6	0.45	0.55	1.00	8	3.5mで寿命
	7	C-7	0.55	0.45	1.00	2	7.5mで寿命
	8	C-8	0.45	0.55	1.00	15	3mで寿命

(表中、寿命は切刃に発生したチップングが原因)

【0032】

(実施例3)

上記の実施例2で製造した直径が8mm(超硬基体C-1~C-3形成用)、13mm(超硬基体C-4~C-6形成用)、および26mm(超硬基体C-7、C-8形成用)の3種の丸棒焼結体を用い、この3種の丸棒焼結体から、研削加工にて、溝形成部の直径×長さがそれぞれ4mm×13mm(超硬基体D-1~D-3)、8mm×22mm(超硬基体D-4~D-6)、および16mm×45mm(超硬基体D-7、D-8)の寸法を有し、かついずれもねじれ角:30度の2枚刃形状をもった超硬基体(ドリル)D-1~D-8をそれぞれ製造した。

【0033】

ついで、これらの超硬基体(ドリル)D-1~D-8の切刃に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図1に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、層厚方向に沿って表10に示される目標組成のAl最高含有点とAl最低含有点とが交互に同じく表10に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表10に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製ドリル(以下、本発明被覆超硬ドリルと云う)1~8をそれぞれ製造した。

【0034】

また、比較の目的で、上記の超硬基体(ドリル)D-1~D-8の切刃に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図2に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、表11に示される目標組成および目標層厚(それぞれ本発明被覆超硬ドリル1~8を構成する硬質被覆層のAl最高含有点の目標組成および目標層厚と同じ)を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない(Cr, Al)N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、比較被覆超硬工具としての比較表面被覆超硬合金製ドリル(以下、比較被覆超硬ドリルと云う)1~8をそれぞれ製造した。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

つぎに、上記本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 8 および比較被覆超硬ドリル 1 ~ 8 のうち、本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 3 および比較被覆超硬ドリル 1 ~ 3 については、

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の J I S ・ S K D 6 1 の板材、

切削速度：20 m / m i n .、

送り：0.2 mm / r e v、

穴深さ：8 mm

の条件での工具鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験、本発明被覆超硬ドリル 4 ~ 6 および比較被覆超硬ドリル 4 ~ 6 については、

10

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の J I S ・ S C M 4 4 0 の板材、

切削速度：45 m / m i n .、

送り：0.35 mm / r e v、

穴深さ：15 mm

の条件での合金鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験、本発明被覆超硬ドリル 7 , 8 および比較被覆超硬ドリル 7 , 8 については、

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の J I S ・ F C 3 0 0 の板材、

切削速度：60 m / m i n .、

送り：0.6 mm / r e v、

穴深さ：30 mm

20

の条件での鋳鉄の湿式高送り穴あけ切削加工試験、をそれぞれ行い、いずれの湿式穴あけ切削加工試験（水溶性切削油使用）でも先端切刃面の逃げ面摩耗幅が 0.3 mm に至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結果を表 10、11 にそれぞれ示した。

【 0 0 3 6 】

【 表 1 0 】

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層										穴あけ 加工数 (穴)		
		AI最高含有点					AI最低含有点						両点間 の目標 間隔 (μm)	目標 全体 層厚 (μm)
		目標組成(原子比)					目標組成(原子比)							
		Cr	Al	N			Cr	Al	N					
1	D-1	0.60	0.40	1.00		0.95	0.25	1.00		0.10	15	2200		
2	D-2	0.50	0.50	1.00		0.65	0.20	1.00		0.05	10	2400		
3	D-3	0.40	0.60	1.00		0.80	0.05	1.00		0.07	7	3000		
4	D-4	0.55	0.45	1.00		0.85	0.15	1.00		0.02	8	2600		
5	D-5	0.40	0.50	1.00		0.70	0.20	1.00		0.03	5	3200		
6	D-6	0.45	0.55	1.00		0.90	0.10	1.00		0.05	12	2400		
7	D-7	0.55	0.45	1.00		0.75	0.30	1.00		0.01	1	2600		
8	D-8	0.45	0.55	1.00		0.90	0.15	1.00		0.09	13	2400		

本発明被覆超硬ドリル

【0037】

【表11】

10

20

30

40

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層				穴あけ 加工数 (穴)	
		目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)		
		Cr	Al	N			
比較被覆超硬ドリル	1	D-1	0.60	0.40	1.00	15	460穴で寿命
	2	D-2	0.50	0.50	1.00	10	420穴で寿命
	3	D-3	0.40	0.60	1.00	7	750穴で寿命
	4	D-4	0.55	0.45	1.00	8	520穴で寿命
	5	D-5	0.40	0.50	1.00	5	620穴で寿命
	6	D-6	0.45	0.55	1.00	12	500穴で寿命
	7	D-7	0.55	0.45	1.00	1	640穴で寿命
	8	D-8	0.45	0.55	1.00	13	380穴で寿命

(表中、寿命は切刃に発生したチッピングが原因)

【0038】

この結果得られた本発明被覆超硬工具としての本発明被覆超硬チップ1~16、本発明被覆超硬エンドミル1~8、および本発明被覆超硬ドリル1~8、並びに比較被覆超硬工具としての比較被覆超硬チップ1~16、比較被覆超硬エンドミル1~8、および比較被覆超硬ドリル1~8をそれぞれ構成する硬質被覆層について、層厚方向に沿ってCrおよびAl成分の含有量をオージェ分光分析装置を用いて測定し、この測定結果から各測定点におけるCrおよびAl成分の含有量を検討したところ、本発明被覆超硬工具では、Al最高含有点とAl最低含有点とがそれぞれ目標値と実質的に同じ組成および間隔で交互に繰り返り存在し、かつ、Al最高含有点からAl最低含有点、前記Al最低含有点からAl最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有することが確認され、また、硬質被覆層の全体平均層厚も目標全体層厚と実質的に同じ値を示した。一方前記比較被覆超硬工具の硬質被覆層では、層厚方向に沿って組成変化が見られず、かつ目標組成と実質的に同じ組成および目標全体層厚と実質的に同じ全体平均層厚を示すことが確認された。

【0039】

【発明の効果】

表3~11に示される結果から、硬質被覆層が層厚方向に、相対的にすぐれた高温硬さと耐熱性を有するAl最高含有点と、高強度を有するAl最低含有点とが交互に所定間隔をおいて繰り返り存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有する本発明被覆超硬工具は、いずれも各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮するのに対して、硬質被覆層が層厚方向に沿って実質的に組成変化のない(Cr, Al)N層からなる比較被覆超硬工具においては、前記硬質被覆層がすぐれた高温硬さと耐熱性を有するものの、強度に劣るものであるために、チッピングが発生し、これが原因で比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

上述のように、この発明の被覆超硬工具は、通常の条件での切削加工は勿論のこと、特に

10

20

30

40

50

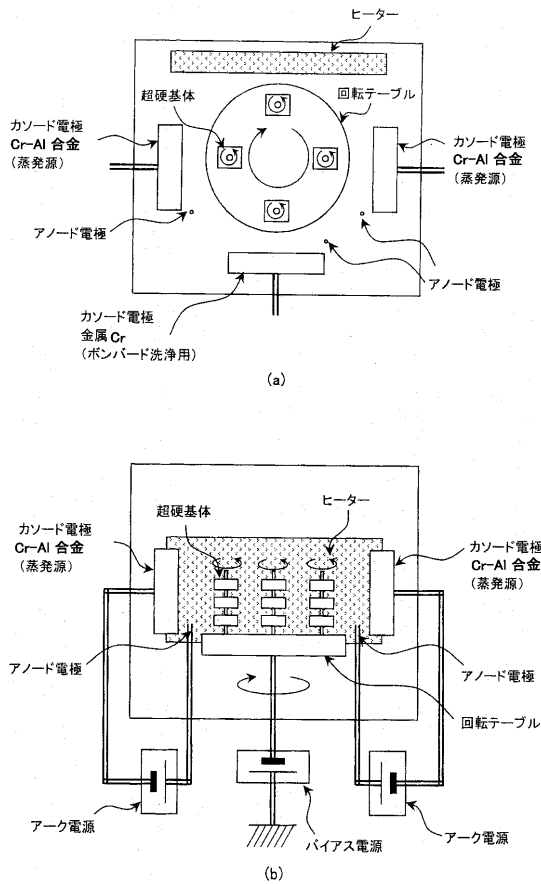
各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、すぐれた耐チップング性を発揮し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を示すものであるから、切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

【図面の簡単な説明】

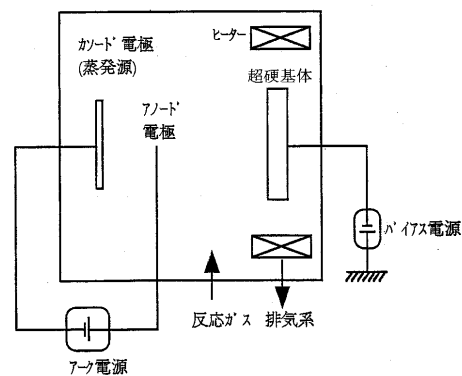
【図1】この発明の被覆超硬工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアークイオンプレATING装置を示し、(a)は概略平面図、(b)は概略正面図である。

【図2】比較被覆超硬工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いた通常のアークイオンプレATING装置の概略説明図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

審査官 中村 泰二郎

- (56)参考文献 特開平07 - 048666 (JP, A)
特開平09 - 323205 (JP, A)
特開平08 - 127863 (JP, A)
特開2001 - 254187 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14,51/00

B23C 5/16

B23P 15/28

C23C 14/00-14/58

C23C 16/00-16/56