

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3814051号
(P3814051)

(45) 発行日 平成18年8月23日(2006.8.23)

(24) 登録日 平成18年6月9日(2006.6.9)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 C
B 2 3 P 15/28 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A
	B 2 3 P 15/28 A

請求項の数 10 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-148849 (22) 出願日 平成9年6月6日(1997.6.6) (65) 公開番号 特開平10-71507 (43) 公開日 平成10年3月17日(1998.3.17) 審査請求日 平成15年10月20日(2003.10.20) (31) 優先権主張番号 特願平8-150774 (32) 優先日 平成8年6月12日(1996.6.12) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 503212652 住友電工ハードメタル株式会社 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 (74) 代理人 100064746 弁理士 深見 久郎 (74) 代理人 100085132 弁理士 森田 俊雄 (74) 代理人 100083703 弁理士 仲村 義平 (74) 代理人 100096781 弁理士 堀井 豊 (74) 代理人 100098316 弁理士 野田 久登 (74) 代理人 100109162 弁理士 酒井 将行</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆硬質合金工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

逃げ面とすくい面とのつなぎ部をなす切れ刃稜線部に刃先処理部を有する硬質合金基材と、該硬質合金基材の表面に被覆された被覆膜とを備え、前記被覆膜の表面の切れ刃稜線部に表面処理部を有する被覆硬質合金工具であって、前記硬質合金基材の表面において逃げ面と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{s1} 、前記被覆膜の表面において逃げ面と前記表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{c1} 、表面処理部以外の領域の被覆膜の平均膜厚を d としたとき、 $R_{c1} / (R_{s1} + d) < 1.0$ となるように被覆膜を形成したことを特徴とする被覆硬質合金工具。

【請求項2】

前記硬質合金基材の表面においてすくい面と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{s2} 、前記被覆膜の表面においてすくい面と表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{c2} としたときに、さらに $R_{c2} / (R_{s2} + d) > 1.0$ となるように被覆膜が形成された、請求項1記載の被覆硬質合金工具。

【請求項3】

$R_{c1} / (R_{s1} + d)$ が 0.2 以上 0.8 以下になるように形成された、請求項1記載の被覆硬質合金工具。

【請求項4】

$R_{c2} / (R_{s2} + d)$ が 2.0 以上 5.0 以下になるように形成された、請求項2記載の被覆硬質合金工具。

【請求項 5】

前記硬質合金基材の被覆膜の最も薄い部分の膜厚が $15 \mu\text{m}$ 以上であり、かつ、表面処理によって薄膜化された切れ刃稜線部での膜厚を d_x としたとき、 d_x / d が 0.2 以上 0.8 以下になるように形成された、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

【請求項 6】

前記硬質合金基材の表面においてすくい面と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{s2} としたときに、 R_{s2} / R_{s1} が 0.7 以上 1.3 以下になるように形成された、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

【請求項 7】

前記被覆膜の表面においてすくい面と表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{c2} としたときに、 R_{c2} / R_{c1} が 2.0 以上 5.0 以下になるように形成された、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

10

【請求項 8】

被覆膜表面における刃先処理部のすくい面側の幅を a 、逃げ面側の幅を b としたとき、これらの比 a / b が 1.5 以上 4.0 以下になるように形成された、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

【請求項 9】

前記被覆膜が多層構造を有し、そのうち少なくとも 1 層が酸化物セラミック層からなり、該酸化物セラミック層の少なくとも 1 層の厚みの一部が切れ刃稜線部全領域に渡って残存するように表面処理が施されたことを特徴とする、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

20

【請求項 10】

前記被覆膜の表面の表面処理部の少なくとも一部における増加表面積比率が 0.1% 以上 1.3% 以下である、請求項 1 記載の被覆硬質合金工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被覆硬質合金工具に関し、特に、硬質合金基材への被覆膜の膜厚を増大するとともに、被覆処理後の切れ刃稜線部の形状を特定する表面処理を施すことにより、耐欠損性を損なうことなく耐摩耗性を向上する技術に関するものである。

【0002】

30

【従来の技術】

従来、金属材料を切削する工具の材質としては、超硬合金（WC-Co 合金もしくは WC-Co 合金に Ti や Ta, Nb の炭窒化物を添加した合金）が用いられてきた。ところが近年は、切削条件が高速化してきた結果、超硬合金やサーメットからなる基材、あるいはアルミナ系や窒化珪素系のセラミックスからなる基材の表面に、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法や PVD (Physical Vapor Deposition) 法によって種々の材料の被覆膜を $3 \sim 15 \mu\text{m}$ の厚さに被覆した硬質合金工具の使用が増大している。その被覆膜の材質としては、元素周期律表 IVa, Va, VIA 族金属および Al などの、炭化物、窒化物、炭窒化物、炭酸化物、ホウ窒化物、または酸化物、もしくはこれらの固溶体が用いられている。また、ダイヤモンドあるいはダイヤモンド状炭素からなる被覆膜も用いられている。

40

【0003】

これらの被覆硬質合金工具は、硬質合金基材をホーニング、チャンファリング、またはそれらの複合処理により面取り加工することによって刃先形状を形成し、それによって、破壊しやすい硬質合金の耐欠損性を補った上で、被膜処理を行なっている。また、耐摩耗性の向上には、被覆膜を多層化する公知の技術が存在する。

【0004】

また、特公平 5 - 9201 号公報には、硬質合金基材表面への被覆処理後の表面処理によって、切れ刃稜線部の被覆膜の一部を除去することによって、刃先強度を改善し、耐摩耗性の向上を図る技術が開示されている。

50

【 0 0 0 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記各従来の被覆硬質合金工具では、硬質合金基材の刃先処理量を大きくすると、耐欠損性は改善されるものの耐摩耗性が低下し、刃先処理量を小さくすると、耐摩耗性は向上するものの耐欠損性が低下するという相反する現象による問題点を十分に回避することはできていなかった。また、特公平5 - 9 2 0 1号公報に記載の技術においても、被覆膜の除去の度合によって、必ずしも耐欠損性および耐摩耗性の双方の向上を図ることができない場合があるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、被覆硬質合金工具の刃先において、硬質合金基材の形状および被覆層の形状の双方を最適化することによって、耐欠損性を損なうことなく耐摩耗性を改善した、長寿命の被覆硬質合金工具を提供することを目的とする。

10

【 0 0 0 7 】

また、本発明は、耐欠損性および耐摩耗性の双方を改善した、長寿命の被覆硬質合金工具を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成する本発明の被覆硬質合金工具は、逃げ面とすくい面とのつなぎ部をなす切れ刃稜線部に刃先処理部を有する硬質合金基材と、該硬質合金基材の表面に被覆された被覆膜とを備え、前記被覆膜の表面の切れ刃稜線部に表面処理部を有している。この被覆硬質合金工具の特徴は、硬質合金基材の表面において逃げ面と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{s1} 、前記被覆膜の表面において逃げ面と表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を R_{c1} 、表面処理部以外の領域の被覆膜の平均膜厚を d としたとき、 $R_{c1} / (R_{s1} + d) < 1.0$ となるように被覆膜を形成したことにある。

20

【 0 0 0 9 】

この構造によれば、 $R_{c1} / (R_{s1} + d) < 1.0$ となるように被覆膜が形成されていることにより、耐欠損性を損なうことなく、耐摩耗性の向上を図ることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明者らが硬質合金基材および被覆層の双方の刃先の曲率半径の関係に着目して、上記本発明の構造を見出した経緯は、次のとおりである。

30

【 0 0 1 1 】

被覆硬質合金工具の耐欠損性は、被覆母材である硬質合金基材の材質によって決まる靱性、および被覆前の硬質合金基材の刃先処理形状によって支配されることはすでに知られている。通常、硬質合金基材の刃先形状は、アルミナや ZrO_2 などの酸化物を被覆した場合、切れ刃稜線をなす角部において被覆膜厚が極大化しやすくなる。そのため、逃げ面と表面処理された切れ刃部との境界における被覆膜表面の曲率半径を R_{c1} 、それに対応する硬質合金基材表面の曲率半径を R_{s1} 、および表面処理部以外の領域の被覆膜の平均膜厚を d としたときに、これらが $R_{c1} > R_{s1} + d$ をみたす関係になっていることが多い。ただし、アルミナ膜のコーティング時に原料ガスとして H_2S を用いて、角部での膜厚の極大化を抑制する技術を用いれば、硬質合金基材の刃先上に $R_{c1} = R_{s1} + d$ の関係をみたすほぼ均一な膜厚の被覆膜を形成することが可能である。

40

【 0 0 1 2 】

曲率半径 R_{c1} の大小が工具としての切れ味を決定付けるため、被覆処理を施さない場合に比較して、被覆処理を施した後の工具の切れ味は若干低下し、耐摩耗性も同時に劣化する。この傾向は、被覆膜の膜厚が増大するほど大きくなり、被覆膜厚が $15 \mu m$ 以上において特に著しいことが判明した。

【 0 0 1 3 】

そこで、靱性を維持したまま耐摩耗性を向上させるために、硬質合金基材の逃げ面と刃先処理された切れ刃部との境界における曲率半径 R_{s1} を従来の工具よりも大きくすると

50

もに、従来よりも被覆膜厚が大きくなるように被覆処理を行なって、その後に被覆膜の表面処理を行なうことを試みた。

【0014】

その際において、 $Rc1$ を小さくし、 $Rc1 < Rs1 + d$ の関係を満たすような刃先形状になるように刃先処理を施すことにより、耐欠損性を損なうことなく、耐摩耗性の向上を図ることができることを発見したものである。

【0015】

本発明の被覆硬質合金工具は、上記構造において、硬質合金基材の表面においてすくい面と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を $Rs2$ 、前記被覆膜の表面においてすくい面と表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を $Rc2$ としたときに、さらに $Rc2 / (Rs2 + d) > 1.0$ となるように被覆膜が形成されていることが好ましい。このように、 $Rc1 / (Rs1 + d) < 1.0$ および $Rc2 / (Rs2 + d) > 1.0$ の両方の関係を満たすことにより、耐欠損性および耐摩耗性の双方を向上することができる。

10

【0016】

また、耐欠損性および耐摩耗性の向上の効果を一層発揮させるためには、 $Rc1 / (Rs1 + d)$ が 0.2 以上 0.8 以下になるように、また、 $Rc2 / (Rs2 + d)$ が 2.0 以上 5.0 以下になるように形成することが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

20

【0018】

まず、図1を参照して、逃げ面4とすくい面6とのつなぎ部をなす切れ刃稜線部3を刃先処理した硬質合金基材1表面に被覆膜2を被覆処理した後、さらに表面処理を施して、被覆膜2の表面の切れ刃稜線部3に表面処理部を形成することにより、図1に示す断面形状を有する被覆硬質合金工具が形成される。

【0019】

このようにして形成された、図1に示す被覆硬質合金工具においては、硬質合金基材1表面において逃げ面4と刃先処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を $Rs1$ 、被覆膜2の表面において逃げ面4と表面処理部との境界部に形成される凸曲面の曲率半径を $Rc1$ 、表面処理部以外の領域の被覆膜2の平均膜厚を d としたとき、 $Rc1 / (Rs1 + d) < 1.0$ および $Rc2 / (Rs2 + d) > 1.0$ の関係を満たすように、硬質合金基材1の刃先処理部および被覆膜2表面の表面処理部が形成されている。

30

【0020】

このように、 $Rc1 / (Rs1 + d) < 1.0$ および $Rc2 / (Rs2 + d) > 1.0$ の両方の関係を満たすことによって、耐欠損性および耐摩耗性の双方を向上することができる。また、少なくとも $Rc1 / (Rs1 + d) < 1.0$ のみの関係を満たすことによって、耐欠損性を損なうことなく、耐摩耗性を向上することができる。

【0021】

これらの不等式によって表わされる関係は、図2に示されたスローアウェイチップ7の切れ刃3のノーズR部8の切れ刃のすべてにわたって成り立つように形成されていることが好ましいが、その一部において成り立つ場合であっても、ある程度の効果が発揮される。

40

【0022】

なお、曲率半径 $Rc1$ の値は、次のようにして測定される。まず、被覆膜2を表面処理した被覆硬質合金工具を切れ刃に対して垂直な断面で切断後、その切断面を樹脂に埋め込む。これに平面研削と鏡面研磨を施した後、エッチングし、その後さらに、必要に応じて金蒸着を行なう。次に、そのようにして形成された試料の切れ刃稜線部付近を、光学顕微鏡によって、 1500 倍の倍率で撮影する。次に、撮影された写真を画像処理装置に取り込み、その画像上で、逃げ面側の被覆膜の未処理部と表面処理部との境界部を起点(0点)とし、この0点から被覆膜の表面上をすくい面側へ $5 \mu m$ 離れた点(A点)、および、0

50

点から被覆膜の表面上を逃げ面側へ $5\ \mu\text{m}$ 離れた点(B点)を決定する。このようにして決定したO点, A点およびB点の(x, y)座標をもとに、これらの3点を通る円の半径を計算することにより、曲率半径 R_{c1} の値が求められる。曲率半径 R_{c2} , R_{s1} , R_{s2} についても、同様の方法によって求められる。

【0023】

被覆膜2の表面処理の方法としては、ダイヤモンドやSiCなどの硬質物質を含有したブラシや弾性砥石などによる処理方法が適しているが、これらの方法に限定されるものではない。ブラシや砥石の回転スピード, 硬さ, 工具のすくい面に対する処理角度など、あるいは砥石の加圧力, 切削油の有無などによって、表面処理後の刃先形状が左右される。そのため、所望の刃先形状を得るためには、これらの条件を適正に設定することが必要となる。

10

【0024】

硬質合金基材1の材質としては、超硬合金のほか、サーメットやセラミック(たとえば窒化珪素や繊維強化セラミック(FRC))を用いることができ、これらの材料が傾斜(gradient)組成を有していてもよい。傾斜組成材料としては、表面に強靱層やセラミック層を有するタイプのもので利用できる。被覆層2を構成する材料としては、元素の周期律表のIVa, Va, VIA族金属(すなわちTi, Zr, Hf; V, Nb, Ta; Cr, Mo, W)またはAl等の、炭化物, 窒化物, 炭窒化物, 炭酸化物, ホウ窒化物または酸化物、あるいはそれらの固溶体があげられる。また、被覆層2の材質として、ダイヤモンドやダイヤモンド状炭素等も用いられる。被覆層2は、CVD法やPVD法等により形成される。

20

【0025】

本実施例の被覆硬質合金工具においては、硬質合金基材の被覆膜の平均膜厚が $15\ \mu\text{m}$ 以上であり、かつ、表面処理によって薄膜化された切れ刃稜線部での膜厚を d_x としたとき、 d_x/d が 0.2 以上 0.8 以下になるように形成されている。

【0026】

被覆膜2の厚さが一定の従来の場合において、その厚さが $15\ \mu\text{m}$ を超えると、被覆膜2の表面の R_{c1} が増大して切れ味が低下する。それに対し、刃先処理を施していない領域である逃げ面4における被覆膜2の平均膜厚を d 、表面処理により薄膜化された切れ刃稜線部3での最も薄い部分での膜厚を d_x としたときの、 d_x/d が $0.2 \sim 0.8$ の範囲

30

【0027】

ここで、 d_x/d の値を 0.2 以上に設定したのは、この値が 0.2 未満であると被覆膜2の摩耗による硬質合金基材1が露出するまでの時間が極端に短くなって耐摩耗性が低下し、 0.8 を越える値に設定したとしても耐欠損性の大幅な向上が認められないためである。

【0028】

また、硬質合金基材1の2つの曲率半径の比 R_{s2}/R_{s1} が、 0.7 以上 1.3 以下になるように形成されることが好ましい。このように、 R_{s2}/R_{s1} を $0.7 \sim 1.3$ の範囲に形成すると、硬質合金基材1の切れ刃稜線部3に働く切削抵抗の応力集中が緩和される。このような刃先手法としては、遠心バレルや振動バレルなどによる研磨法が好ましい。これらの刃先処理法は、硬質合金基材1の表面性状を平滑($R_{max} 0.3\ \mu\text{m}$ 以下)にする工業的手段として有効である。ここで R_{s2}/R_{s1} の比が 0.7 未満では耐摩耗性が低下し、 1.3 を越えると耐欠損性が低下する。

40

【0029】

また、被覆膜2表面の2つの曲率半径の比 R_{c2}/R_{c1} が、 2.0 以上 50 以下になるように形成されることが好ましい。このように、 R_{c2}/R_{c1} が $2.0 \sim 50$ の範囲に

50

なるように形成すると、耐摩耗性と耐欠損性とのバランスが非常によくなる。Rc2/Rc1が2.0未満では耐摩耗性が劣化し、50を越えると耐欠損性が低下する。

【0030】

被覆膜2の表面における刃先処理部は、図1に示すように、そのすくい面側の幅をa、逃げ面側の幅をbとしたとき、これらの比a/bが1.5以上4.0以下になるように形成されることが好ましい。a/bの比が1.5未満になると、耐摩耗性の改善効果が小さく、4.0を越えると耐欠損性が低下する。

【0031】

被覆膜2は、好ましくは、少なくとも酸化セラミック層を含む多層構造を有し、該酸化セラミック層の少なくとも1層の厚みの一部が、切れ刃稜線部全領域に渡って残存するように表面処理が施されていることが好ましい。たとえば、図6(a)に示すように、4層からなる被覆層2のうち1層のみが酸化セラミック層2aからなる被覆硬質合金の場合、被覆膜2の刃先処理を施した後において、酸化セラミック層2aが図6(b)に示すようにその厚みの一部が刃先処理部全域に残存していれば、良好な耐摩耗性を発揮するが、酸化セラミック層2aが、図6(c)に示すように刃先処理部の一部においても取り除かれていると、耐摩耗性が劣化することがある。

10

【0032】

より具体的には、高速高能率切削時の切削温度の上昇による図3に示す位置のクレータ摩耗9の発生が、酸化セラミック層2aが切れ刃稜線部3に存在していることによって大幅に抑制される。特に、上述の比a/bが1.5~4の範囲にあるときには、表面処理によってすくい面6側の被覆膜の除去量が大きくなり、クレータ摩耗9の発生しやすい領域と切屑10の接触面とが重なるため、酸化セラミック層を残存させてクレータ摩耗9を低減することが極めて有効である。

20

【0033】

本実施の形態の被覆硬質合金工具は、被覆膜2の表面処理部の少なくとも一部における増加表面積比率が0.1%以上1.3%以下になるように設定されている。表面処理後の切れ刃稜線部3における増加表面積比率を0.1~1.3%とすることにより、耐欠損性および耐摩耗性の双方を向上することに加えて、被覆膜の耐剥離性を向上させることができる。被覆膜2の耐剥離性は、表面処理後の表面が鏡面に近いほど向上するが、増加表面積比率が0.1未満になるように処理することは工業的に難しく、また、増加表面積比率が1.3を越えると耐剥離性の大幅な向上を得ることができない。被覆膜2の耐剥離性の向上により、刃先処理部における硬質合金基材表面が切削中に露出する度合いが抑制されるため、被削材の刃先処理部への溶着現象も抑制され、その結果として工具の耐欠損性をさらに向上することができる。

30

【0034】

ここで増加表面積比率とは、図4(a)に示すように測定視野面積をSm、測定部の表面積をSaとしたときに、 $(Sa/S_m - 1) \times 100\%$ という数式により定量化される数値である。すなわち、測定視野面積領域内を全くの鏡面とした場合の表面積に対して、測定視野面積領域の表面凹凸面積の増加率を表わしたものである。この数値で表面積を定量化した理由は、Rmax、Raなどの従来の粗さ指標が高さ方向の面粗さ性状しか表現できなかったのに対して、この数値では水平方向の面粗さをも含めた3次元の面粗さに関する情報を定量化できるからである。

40

【0035】

測定部の表面積Saは、図4(b)に黒点で示す位置の座標を、矢印M方向にサンプリングして求めた上で、測定部の表面上のサンプリング点x11, x12, x21, ...を頂点とした三角形の面積s11, s12, ...の和として計算される。

【0036】

【実施例】

以下、本発明の効果を検証した実施例を示す。

【0037】

50

実施例 1

型番 S N M G 1 2 0 4 0 8 形状の I S O - P 2 0 級スローアウェイチップの切れ刃稜線部での R_{s1} が $60 \mu\text{m}$ 、 R_{s2} が $90 \mu\text{m}$ となるように刃先処理し、下層から順に $0.5 \mu\text{m TiN} / 7 \mu\text{m TiCN} / 2 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3 / 0.5 \mu\text{m TiN}$ の 4 層からなるセラミック被膜 ($d = 10 \mu\text{m}$) を約 1000 の温度で CVD 法によってコーティングした。なお、アルミナ膜被覆時には H_2S ガスを原料として用い、エッジ部でのアルミナ膜の極大化を防いでおり、平坦部とエッジ部とで膜厚の差がほとんどない被覆膜を得ることができた。

【0038】

次に、この被覆スローアウェイチップを 400 のダイヤモンド砥粒を付着させたナイロン製ブラシでスローアウェイチップに対するすくい角を変化させて、表 1 に示すように R_{c1} および R_{c2} の異なるスローアウェイチップを用意した。次に、これらの試料を用いて、図 5 に横断面を示すように、外周に 4 つの溝 1 2 を設けた高炭素鋼 S C M 4 3 5 材からなる被削材 1 1 を次の条件で断続切削し、各試料の耐欠損性を評価するとともに、低炭素鋼 S C M 4 1 5 材からなる丸棒の被削材を用いて、次の条件で耐摩耗性を評価した。

【0039】

耐欠損性テスト 1

切削速度 100 m/min
 送り $0.2 \sim 0.4 \text{ mm/rev}$
 切り込み 2 mm
 切削油 なし
 使用ホルダ P S U N R 2 5 2 5 - 4 3

寿命時間は、切削開始から欠け発生時点までの時間とし、各試料における 4 コーナーの平均寿命時間を当該試料の寿命時間とした。

【0040】

耐摩耗性テスト 1

切削速度 300 m/min
 送り 0.3 mm/rev
 切り込み 1.5 mm
 切削時間 30 分
 切削油 あり

その結果を下記の表 1 に示している。

【0041】

【表 1】

10

20

30

試料番号	表面処理	d (μm)	Rc2 (μm)	R2比	R1比	Tav (ϕ)	W (mm)
比較品 1-1	なし	10	100	1.00	1.00	26	0.25
比較品 1-2	あり	10	80	0.80	1.14	26	0.28
発明品 1-1	あり	10	90	0.90	0.93	27	0.22
発明品 1-2	あり	10	85	0.85	0.86	29	0.20
発明品 1-3	あり	10	90	0.90	0.79	31	0.17
発明品 1-4	あり	10	90	0.90	0.57	28	0.16
発明品 1-5	あり	10	90	0.90	0.21	25	0.15
発明品 1-6	あり	10	95	0.95	0.14	19	0.15

注1. d : 表面未処理部の被覆膜平均膜厚

注2. R2比 : $Rc2/(Rs2+d)$, R1比 : $Rc1/(Rs1+d)$

注3. Tav : 耐欠損性テスト1における平均寿命時間

注4. W : 耐摩耗性テスト1における摩耗量

【0042】

表1の結果からわかるように、表面処理を施していない比較品1-1および表面処理を施したものの本発明の範囲に入らない比較品1-2に比べて、Rc1をRs1+dよりも小さくした発明品1-1~1-6は、耐欠損性を損なうことなく、耐摩耗性が向上していることがわかる。中でも、 $Rc1/(Rs+d)$ が0.2~0.8の範囲内にある発明品1-3~1-5は、特に優れた耐摩耗性を示している。

【0043】

実施例2

ISO-P20級のサーメット系スローアウェイチップを基材とし、その表面に厚さd = 10~22 μm の被覆膜を被覆処理した試料を形成し、この試料に、実施例1と同一のダイヤモンドブラシを用いて、Rc2, Rs2, Rc1, Rs1の値が異なる比較品2-1, 発明品2-1~2-7を用意した。そのテスト結果を下記の表に示す。

【0044】

【表2】

10

20

30

試料番号	表面処理	Rc2 (μm)	Rs2 (μm)	d (μm)	R2比	R1比	Tav (ϕ)	W (mm)
比較品 2-1	あり	80	60	10	1.14	1.20	5	0.28
発明品 2-1	あり	60	60	10	0.86	0.82	12	0.22
発明品 2-2	あり	80	60	10	1.14	0.82	16	0.22
発明品 2-3	あり	120	60	10	1.71	0.78	19	0.17
発明品 2-4	あり	200	70	22	2.17	0.84	31	0.18
発明品 2-5	あり	250	50	16	3.79	0.65	25	0.15
発明品 2-6	あり	350	60	13	4.79	0.75	27	0.16
発明品 2-7	あり	400	60	10	5.71	0.70	19	0.23

- 注1. R2比： $Rc2/(Rs2+d)$ 、R1比： $Rc1/(Rs1+d)$
 注2. Tav：耐欠損性テスト1における平均寿命時間
 注3. W：耐摩耗性テスト1における摩耗量
 注4. d：表面未処理部の被覆膜平均膜厚

【0045】

表2に示す結果からわかるように、本発明の範囲から外れる比較品2-1に比べて、発明品2-1～2-7は優れた耐欠損性および耐摩耗性を示した。中でも、 $Rc2/(Rs2+d)$ を1.0よりも大きくした発明品2-2～2-7は、特に優れた切削特性を示し、とりわけ、 $Rc2/(Rs2+d)$ が2.0～5.0の範囲内にある発明品2-4～2-6が優れた切削性能を発揮した。

【0046】

実施例3

実施例1で用意した比較品1-1と同じ $Rs1 (= 60 \mu\text{m})$ 、 $Rs2 (= 90 \mu\text{m})$ の硬質合金基材に、下記の表3に示す中間層のTiCN膜の膜厚のみが実施例1と異なり、その他は実施例1と同一の被覆膜をコーティングし、実施例1と同様にダイヤモンドブラシで表面処理し、 $Rc1$ 、 $Rc2$ を発明品1-4と同一の $40 \mu\text{m}$ 、 $90 \mu\text{m}$ とした発明品3-1～3-4に対し、実施例1と同様の耐摩耗性テストを行なった。その結果を表4に示す。

【0047】

【表3】

試料番号	被覆膜構造	d (μm)
発明品 1-4	基材/0.5 μm TiN/7 μm TiCN/2 μm Al ₂ O ₃ /0.5 μm TiN	10
発明品 3-1	基材/0.5 μm TiN/10 μm TiCN/2 μm Al ₂ O ₃ /0.5 μm TiN	13
発明品 3-2	基材/0.5 μm TiN/13 μm TiCN/2 μm Al ₂ O ₃ /0.5 μm TiN	16
発明品 3-3	基材/0.5 μm TiN/19 μm TiCN/2 μm Al ₂ O ₃ /0.5 μm TiN	22
発明品 3-4	基材/0.5 μm TiN/37 μm TiCN/2 μm Al ₂ O ₃ /0.5 μm TiN	40

10

注. d : 表面未処理部の被覆膜平均膜厚

【0048】

【表4】

試料番号	R 2 比	R 1 比	V 1 (mm)	V 0 (mm)	改善比率 (%)	d (μm)
発明品 1-4	0.90	0.57	0.16	0.25	36.0	10
発明品 3-1	0.87	0.54	0.15	0.25	40.0	13
発明品 3-2	0.85	0.53	0.13	0.28	53.6	16
発明品 3-3	0.80	0.49	0.12	0.31	61.3	22
発明品 3-4	0.69	0.40	0.12	0.34	64.7	40

20

注1. R 2 比 : $Rc2/(Rs2+d)$, R 1 比 : $Rc1/(Rs1+d)$

注2. V 1 : 表面処理を施した試料の
耐摩耗性テスト1における摩耗量

注3. V 0 : 表面処理なしの試料の
耐摩耗性テスト1における摩耗量

注4. 改善比率 : $(V 0 - V 1) / V 0 \times 100$

注5. d : 表面未処理部の被覆膜平均膜厚

30

【0049】

表4の結果から、被覆膜の膜厚dが15 μm よりも厚い発明品3-2~3-4における切削性能向上の度合いが特に大きいことがわかる。

【0050】

次に、発明品3-3 ($Rs1 = 60\mu\text{m}$, $Rs2 = 90\mu\text{m}$, $d = 22\mu\text{m}$) を用いて、ブラシのスローアウエイチップに対するすくい角を -10° にし、表面処理時間を変えることによって切れ刃稜線部での膜厚が異なる発明品4-1~4-6を用意した。また、全く表面処理を施さない試料を比較品4-2とした。さらに、ブラシのスローアウエイチップに対するすくい角を 30° に設定して表面処理を施した、本発明の範囲から外れる比較品4-1を用意した。なお、このようにして得られた発明品4-1~4-6のRc1はそれぞれ40 μm , 42 μm , 45 μm , 47 μm , 48 μm および50 μm であって、いずれも40~50 μm の範囲内のものであり、比較品4-1のRc1は100 μm のものを用意した。また、発明品4-1~4-6のRc2はそれぞれ70 μm , 75 μm , 80 μm , 83 μm , 86 μm および90 μm であって、いずれも70~90 μm の範囲内のものであり、比較品4-1のRc2は90 μm であった。

40

50

【 0 0 5 1 】

これらの比較品および発明品についての切削テスト結果を下記の表 5 に示す。

【 0 0 5 2 】

【 表 5 】

試料番号	表面処理	R 2 比	R 1 比	dx (μm)	dx/d	T _{av} (秒)	W (mm)
比較品 4-1	あり	0.80	1.22	20	0.77	32	0.30
比較品 4-2	なし	1.00	1.00	22	1.00	初期欠損	0.31
発明品 4-1	あり	0.63	0.49	20	0.91	9	0.14
発明品 4-2	あり	0.67	0.51	17	0.77	27	0.14
発明品 4-3	あり	0.71	0.55	13	0.59	46	0.13
発明品 4-4	あり	0.74	0.57	8	0.36	49	0.13
発明品 4-5	あり	0.77	0.59	5	0.23	52	0.13
発明品 4-6	あり	0.80	0.61	3	0.14	33	25分で火花発生 テスト中断

注 1. R 2 比 : $Rc2/(Rs2+d)$, R 1 比 : $Rc1/(Rs1+d)$

注 2. T_{av} : 耐欠損性テスト 1 における平均寿命時間

注 3. W : 耐摩耗性テスト 1 における摩耗量

注 4. dx : 被覆膜の最薄部膜厚, d : 表面未処理部の被覆膜平均膜厚

【 0 0 5 3 】

表 5 に示すテスト結果からわかるように、比較品 4 - 2 の表面処理を施さない試料が耐欠損性テストにおいて初期チッピングを発生したのに対して、発明品 4 - 1 ~ 4 - 6 は大幅に切削可能時間が延びている。また、耐摩耗性テストの結果から、発明品 4 - 6 を除いて、耐摩耗性が向上していることがわかる。以上の結果を総合すると、 $dx/d = 0.2 \sim 0.8$ の範囲にある発明品 4 - 2 ~ 4 - 5 の切削性能が特に優れていることがわかる。中でも、 $dx/d = 0.2 \sim 0.6$ の範囲にある発明品 4 - 3 ~ 4 - 5 は、特に優れた耐欠損性を示している。

【 0 0 5 4 】

実施例 4

型番 S N M G 1 2 0 4 0 8 形状の I S O - K 1 0 級基材の切れ刃稜線部での $R s 1$ が $30 \mu\text{m}$ 、 $R s 2$ が $30 \mu\text{m}$ となるように表面処理を施したスローアウェイチップに、実施例 1 と同様のセラミック膜 ($d = 10 \mu\text{m}$) を被覆後、表面処理を施し、 $R c 1$ 、 $R c 2$ の異なる比較品 5 - 1、5 - 2、発明品 5 - 1 ~ 5 - 5 を用意した。これらのスローアウェイチップを用いて、F C D 4 5 0 製被削材 1 1 を次の条件で切削し、各試料の耐欠損性を評価するとともに、F C D 7 0 0 製被削材 1 1 を用いて次の条件で耐摩耗性を評価した。なお、これらのテストにおいてダクタイル鋳鉄を使用したのは、K 1 0 級基材を採用したためである。

【 0 0 5 5 】

耐欠損性テスト 2

切削速度 150 m/min
 送り $0.2 \sim 0.4 \text{ mm/rev}$
 切り込み 2 mm
 切削油 あり

寿命時間は、切削開始から欠け発生時点までの時間とし、各試料における4コーナーの平均寿命時間を当該試料の寿命時間とした。

【0056】

耐摩耗性テスト2

切削速度 200 m/min
送り 0.3 mm/rev
切り込み 1.5 mm
切削時間 10分
切削油 あり

これらの切削テストの結果を下記の表6に示す。

10

【0057】

【表6】

試料番号	表面処理	Rs1 (μm)	Rc1 (μm)	Rc2 (μm)	R2比	R1比	Rc比	Tav (秒)	W (mm)
比較品5-1	なし	30	40	40	1.00	1.00	1.3	75	0.25
比較品5-2	あり	30	50	150	3.75	1.25	3.0	90	0.29
発明品5-1	あり	30	25	18	0.45	0.63	0.7	144	0.22
発明品5-2	あり	30	20	42	1.05	0.50	2.1	161	0.15
発明品5-3	あり	30	15	200	5.00	0.38	13.3	178	0.14
発明品5-4	あり	30	11	500	12.5	0.28	45.5	153	0.12
発明品5-5	あり	30	10	600	15.0	0.25	60.0	107	0.11

20

注1. R2比: $Rc2/(Rs2+d)$, R1比: $Rc1/(Rs1+d)$, Rc比: $Rc2/Rc1$

注2. Tav: 耐欠損性テスト2における平均寿命時間

注3. W: 耐摩耗性テスト2における摩耗量

30

【0058】

表6に示す結果からわかるように、発明品5-1~5-5は、比較品5-1および5-2と比較して、耐欠損性および耐摩耗性ともに優れ、中でもRc2/Rc1が2.0~5.0の範囲にある発明品5-2~5-4は、特に優れた切削性能を示すことがわかる。

【0059】

実施例5

実施例3で用意した発明品3-2と同一基材、同一被覆層を有する、表面処理を施していない比較品6-1 ($Rs1 = 60 \mu m$, $Rs2 = 90 \mu m$, $d = 16 \mu m$)を、400のSiC砥粒の付着した弾性砥石を用いて、回転数、硬さ、加圧力を選んで、下記の表7

40

【0060】

【表7】

試料番号	表面処理	Rc2 (μm)	Rc1 (μm)	R2比	R1比	a (μm)	b (μm)	a/b	Tav (秒)	W (mm)
比較品6-1	なし	106	76	1.00	1.00	0.14	0.07	2.0	15	0.29
比較品6-2	あり	120	100	1.13	1.32	0.15	0.09	1.7	23	0.33
発明品6-1	あり	120	60	1.13	0.79	0.09	0.09	1.0	24	0.25
発明品6-2	あり	120	60	1.13	0.79	0.15	0.09	1.7	29	0.19
発明品6-3	あり	120	50	1.13	0.66	0.20	0.07	2.5	31	0.16
発明品6-4	あり	120	45	1.13	0.59	0.26	0.07	3.7	26	0.13
発明品6-5	あり	120	40	1.13	0.53	0.35	0.07	5.0	7	0.12

注1. R2比: $Rc2/(Rs2+d)$, R1比: $Rc1/(Rs1+d)$
 注2. Tav: 耐欠損性テスト1における平均寿命時間
 注3. W: 耐摩耗性テスト1における摩耗量

【0061】

表7の結果からわかるように、発明品6-1~6-5は、比較品6-1および6-2に比べて優れた切削性能を示している。中でもa/bが1.5~4.0の範囲にある発明品6-2~6-4は、特に優れた切削性能を示している。

【0062】

実施例6

実施例5で用意した発明品6-1~6-5と評価品6-1とを、切削温度の上昇しやすい高炭素鋼SCM435からなる丸棒の被削材を用いて、下記条件で切削テストを行なった。

【0063】

耐摩耗テスト3

切削速度 180 m/min
 送り 0.3 mm/rev
 切り込み 1.5 mm
 切削時間 10分
 切削油 なし

この試験の結果、下記の表8に示すように、比較品6-1は摩耗量は大きいものの、10分間切削できたのに対し、発明品6-3~6-5は切削途中で火花が発生し、切削を継続することが不能となった。その原因は、被覆後の表面処理によって切れ刃稜線部のアルミナ膜が除去されたためと推定される。

【0064】

そこで、被覆膜を下層から順に0.5 μm TiN / 2 μm Al₂O₃ / 13 μm TiCN / 0.5 μm TiNの4層(総膜厚d = 16 μm)とし、アルミナ膜を下層に被覆して表面処理後のアルミナ膜が切れ刃稜線部に残る構造とした被覆膜を、発明品6-1~6-5と同一組成、同一Rs1、Rs2 (Rs1 = 60 μm , Rs2 = 90 μm)の基材へコーティングし、発明品6-4と同一のRc1、Rc2、a、b (Rc1 = 45 μm , Rc2 = 120 μm , a = 0.26 mm, b = 0.07 mm)となるように表面処理を施した発明品7-1を用意した。そして、上記の耐摩耗性テスト3を行なった結果、下記の表8に示す優れた耐摩耗性を示すことがわかった。

【0065】

【表8】

試料番号	R 2 比	R 1 比	刃先処理部でのアルミナ膜の有無	耐摩耗テスト 3 摩耗量(mm)
比較品 6-1	1.13	1.00	あり	0.35
発明品 6-1	1.13	0.79	あり	0.28
発明品 6-2	1.13	0.79	あり	0.26
発明品 6-3	1.13	0.66	なし	9分で火花発生 テスト中断
発明品 6-4	1.13	0.59	なし	7分で火花発生 テスト中断
発明品 6-5	1.13	0.53	なし	5分で火花発生 テスト中断
発明品 7-1	1.13	0.59	あり	0.24

注. R 2 比 : $Rc2/(Rs2+d)$, R 1 比 : $Rc1/(Rs1+d)$

【 0 0 6 6 】

表 8 に示す結果から、本発明の表面処理の際、表面処理後も切れ刃稜線部に酸化物被膜の残存する被膜構造を持つスローアウエイチップが、切削温度の上昇しやすい高炭素鋼の高速切削において特に優れた切削性能を示すことがわかる。

【 0 0 6 7 】

実施例 7

800 および 1200 の SiC 砥粒の付着した弾性砥石を用いて、表面処理を行っていない比較品 1-1 を表面処理した発明品 8-1 ~ 8-5 を用意した。なお、これらのスローアウエイチップの $Rs1$, $Rs2$, $Rc1$, $Rc2$, a , b , d は、それぞれ $60\mu m$, $90\mu m$, $40\mu m$, $90\mu m$, $0.15mm$, $0.08mm$, $10\mu m$ であり、発明品 1-4 とほぼ同一である。次に、実施例 1 で用いた発明品 1-4 (切れ刃稜線部の増加表面積比率 1.5%) の試料と発明品 8-1 ~ 8-5 の (増加表面積比率 0.2 ~ 1.3%) および比較品 1-1 (増加表面積比率 2.4%) の試料を比較する。増加表面積比率の測定は、株式会社エリオニクス(Elionix) 製 ERA8000 型測定器を用い、測定倍率は、硬質合金基材の表面のうねりを排除して微細な凹凸を測定するため 5000 倍とし、測定視野内の水平方向および垂直方向のサンプリング数をそれぞれ 280 点および 210 点とした。

【 0 0 6 8 】

これらのスローアウエイチップを用いて、溶着の発生しやすい金型鋼 SKD61 からなる、図 5 に示す横断面形状を有する被削材 11 を次の条件で断続切削し、各試料の耐剥離性を評価した。

【 0 0 6 9 】

耐剥離テスト 1

切削速度 100 m/min
送り 0.15 mm/rev
切り込み 1.5 mm
切削油 なし

このテストにおいては、切削開始から、試料の刃先に被削材が溶着して被膜剥離が発生するまでを寿命時間とした。そのテスト結果を下記の表 9 に示す。

【 0 0 7 0 】

【表 9】

10

20

30

40

50

試料番号	R 2 比	R 1 比	増加表面積 比率 (%)	a / b	耐剥離性テスト1 寿命時間(秒)
発明品 1-4	0.9	0.57	1.5	1.9	78
発明品 8-1	0.9	0.54	0.8	1.9	152
発明品 8-2	0.9	0.60	0.2	1.9	184
発明品 8-3	0.9	0.56	1.3	1.9	126
発明品 8-4	0.9	0.55	1.0	1.9	164
発明品 8-5	0.9	0.56	0.6	1.9	167
比較品 1-1	1.0	1.0	2.4	1.9	55

注. R 2 比 : $Rc2/(Rs2+d)$, R 1 比 : $Rc1/(Rs1+d)$

【 0 0 7 1 】

表 9 に示すテスト結果から、増加表面積比率が 0.1 ~ 1.3 % の範囲にあるスローアウエイチップは、耐剥離性能が優れていることがわかる。中でも、増加表面積比率が 0.2 ~ 1.0 % の範囲にある発明品 8 - 1 , 8 - 2 , 8 - 4 , 8 - 5 は、特に優れた耐剥離性を示している。

【 0 0 7 2 】

以上開示された本発明の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、上述の説明では、特許請求の範囲によって示され、特許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を含むことが意図される。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明の被覆硬質合金工具の刃先稜線部における、硬質合金基材の刃先処理部の形態と、被覆膜の表面処理部の形態とを示す断面図である。

【 図 2 】本発明の効果を検証するために用いたスローアウエイチップの形態を示す斜視図である。

【 図 3 】切削テストの際に、切り屑とスローアウエイチップのすくい面との接触面に発生するクレータ摩耗を説明するための図である。

【 図 4 】(a) は増加表面積比率の定義を説明するための模式的斜視図、(b) はサンプリングによって測定部の表面積を求める手法を説明するための図である。

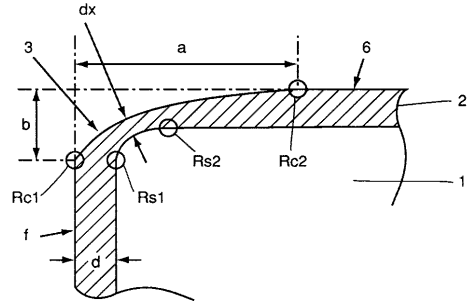
【 図 5 】耐欠損性テストにおける断続切削に用いられる被削材の横断面形状を示す断面図である。

【 図 6 】(a) は、4 層の被覆膜を被覆した被覆硬質合金工具の、被覆膜を表面処理する前の状態の断面図、(b) は、被覆膜を表面処理した後に酸化セラミック層が切れ刃稜線部全域に残存した状態の断面図、(c) は、被覆膜を表面処理した後に、刃先稜線部の一部において酸化セラミック層が除去された状態の断面図である。

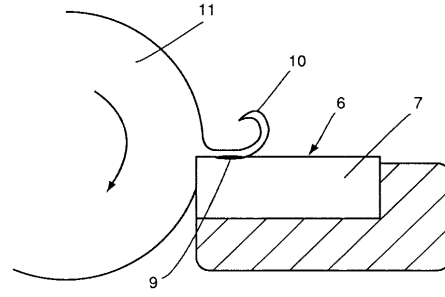
【 符号の説明 】

- 1 硬質合金基材
- 2 被覆膜
- 3 切れ刃稜線部
- 4 逃げ面
- 6 すくい面

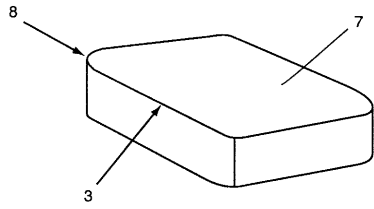
【 図 1 】



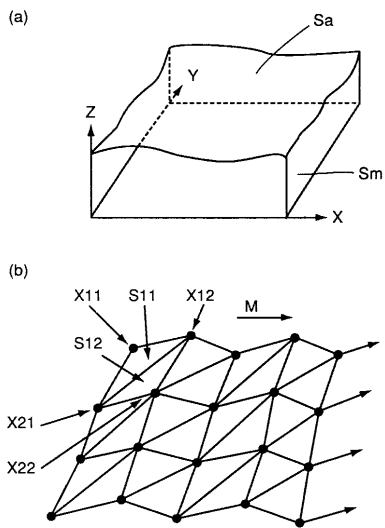
【 図 3 】



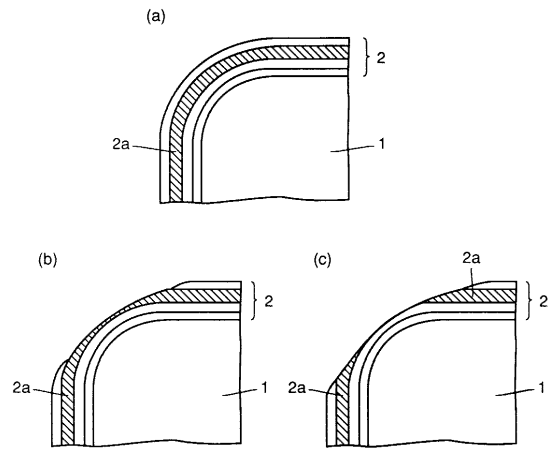
【 図 2 】



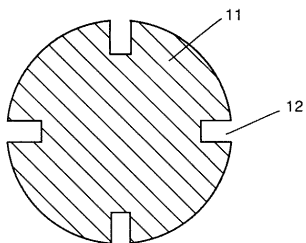
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 森口 秀樹

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内

(72)発明者 池ヶ谷 明彦

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 特開平02-218522(JP,A)

特開昭59-219122(JP,A)

特公平05-009201(JP,B2)

特開平05-057507(JP,A)

特開平03-086403(JP,A)

特開平05-277809(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14

27/00-27/12

B23P 15/28