



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107635702 B

(45)授权公告日 2019.08.13

(21)申请号 201680034356.4

(22)申请日 2016.06.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107635702 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(30)优先权数据
2015-129102 2015.06.26 JP
2016-117818 2016.06.14 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.12.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/068628 2016.06.23

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/208663 JA 2016.12.29

(73)专利权人 三菱综合材料株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 奥出正树 山口健志

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
代理人 康泉 王珍仙

(51)Int.Cl.
B23B 27/14(2006.01)
G23C 16/30(2006.01)
G23C 16/36(2006.01)
G23C 16/40(2006.01)

(56)对比文件
CN 1229442 A, 1999.09.22,
CN 1192049 A, 1998.09.02,
JP H0641671 A, 1994.02.15,
US 4019873 A, 1977.04.26,
CN 1274761 A, 2000.11.29,

审查员 肖丽华

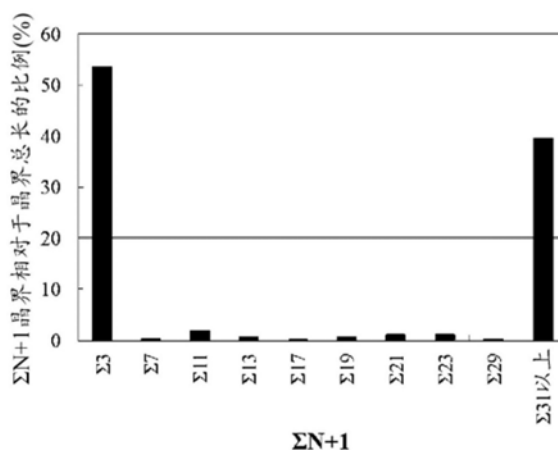
权利要求书1页 说明书17页 附图2页

(54)发明名称

表面包覆切削工具

(57)摘要

本发明提供一种在有高负载作用于切削刃的高速高切深量/高进给量的重切削条件下发挥优异的耐剥离性、耐崩刀性的表面包覆切削工具。本发明的表面包覆切削工具,其在由碳化钨基硬质合金或碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体的表面形成有由下部层和上部层构成的硬质包覆层,其中,所述下部层由至少包括TiCN层的Ti化合物层构成,所述上部层由具有α型的晶体结构的Al₂O₃层构成,并且,关于上部层的Al₂O₃晶粒,测定重位晶界分布图表时,在Σ31以上的晶界有疏偏析,其晶界长相对于作为Σ3以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长占20~50%,此外,上部层的至少包括切削刃棱线部的后刀面及前刀面的残余应力值的绝对值为100MPa以下。



1. 一种表面包覆切削工具, 在由碳化钨基硬质合金或碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体的表面形成有由下部层和上部层构成的硬质包覆层, 该表面包覆切削工具的特征在于,

(a) 所述下部层具有 $3\sim 20\mu\text{m}$ 的总平均层厚, 且由TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCN₀中的两层以上构成, 其中至少一层由以TiCN层构成的Ti化合物层构成,

(b) 所述上部层具有 $2\sim 15\mu\text{m}$ 的平均层厚, 且由具有 α 型的晶体结构的Al₂O₃层构成,

(c) 关于所述上部层的Al₂O₃晶粒, 对截面研磨面进行基于高角度散射环状暗场扫描透射显微镜法的观察及元素分析和进行基于场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置的观察时, 测定由刚玉型六方晶晶格构成的晶格面的各个法线与所述截面研磨面的法线相交的角度, 并根据该测定结果计算相邻的晶格彼此的晶体取向关系, 并计算构成晶格界面的构成原子各自在所述晶格彼此之间共用1个构成原子的晶格点即构成原子共有晶格点的分布, 以 $\Sigma N+1$ 表示存在N个在所述构成原子共有晶格点之间不共用构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时, 计算各自的分布比例, 在示出了由各构成原子共有晶格点构成的重位晶界长在重位晶界总长中所占的比例的重位晶界分布图表中, 在作为 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界有疏偏析, 其晶界长相对于作为 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长占 $20\sim 50\%$ 。

2. 根据权利要求1所述的表面包覆切削工具, 其中,

所述下部层的最表层由至少具有500nm的层厚的TiCN层构成, 若除去作为不可避免的杂质的氧, 则仅在从所述TiCN层与所述上部层的界面至500nm的深度区域中含有氧, 所述深度区域中所含有的平均含氧量为所述深度区域中含有的Ti、C、N、O的合计含量的 $1\sim 3$ 原子%。

3. 根据权利要求1或2所述的表面包覆切削工具, 其中,

关于所述上部层的Al₂O₃晶粒, 使用场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置, 对存在于截面研磨面的测定范围内的具有刚玉型六方晶晶格的各晶粒照射电子束, 以测定作为所述晶粒的晶面的(0001)面的法线相对于所述工具基体的表面的法线所成的倾斜角, 将所述测定倾斜角中 $0\sim 45$ 度的范围内的测定倾斜角按每 0.25 度的间隔进行分区, 并且以合计存在于各分区内的度数而成倾斜角度数分布表示时, 呈现出如下倾斜角度数分布图表: 在 $0\sim 10$ 度的范围内的倾斜角分区存在最高峰, 并且存在于所述 $0\sim 10$ 度的范围内的度数的合计占倾斜角度数分布图表中度数整体的 50% 以上的比例。

4. 根据权利要求1或2所述的表面包覆切削工具, 其中,

将所述表面包覆切削工具的后刀面及前刀面的残余应力的绝对值设为100MPa以下。

5. 根据权利要求3所述的表面包覆切削工具, 其中,

将所述表面包覆切削工具的后刀面及前刀面的残余应力的绝对值设为100MPa以下。

表面包覆切削工具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种表面包覆切削工具(以下,称为包覆工具),其在高速且有高负载作用于切削刃的高进给量/高切深量的重切削条件下进行各种钢或铸铁等的切削加工的情况下,硬质包覆层也发挥优异的耐剥离性和耐崩刀性,且在长期使用中发挥优异的切削性能。

背景技术

[0002] 以往,一般已知有在由碳化钨(以下,用WC表示)基硬质合金或碳氮化钛(以下,用TiCN表示)基金属陶瓷构成的基体(以下,将这些统称为工具基体)的表面蒸镀形成有由以下的(a)及(b)构成的硬质包覆层的包覆工具:

[0003] (a)下部层为由Ti的碳化物(以下,用TiC表示)层、氮化物(以下,同样地用TiN表示)层、碳氮化物(以下,用TiCN表示)层、碳氧化物(以下,用TiCO表示)层及碳氮氧化物(以下,用TiCNO表示)层中的一层或两层以上构成的Ti化合物层;

[0004] (b)上部层为在进行了化学蒸镀的状态下具有 α 型的晶体结构的氧化铝层(以下,用 Al_2O_3 层表示)。

[0005] 如上述的以往的包覆工具,虽然例如在各种钢或铸铁等的连续切削中发挥优异的耐磨性,但将该包覆工具用于高速断续切削的情况下,容易发生包覆层的剥离或崩刀,存在工具寿命缩短的问题。

[0006] 因此,为了抑制包覆层的剥离、崩刀,提出有对下部层、上部层加以改良的各种包覆工具。

[0007] 例如,已知专利文献1中公开有在由WC基硬质合金或TiCN基金属陶瓷构成的工具基体的表面蒸镀形成硬质包覆层而成的包覆工具,其在高速断续切削加工中发挥优异的耐崩刀性,所述硬质包覆层由以下的(a)及(b)构成:

[0008] (a)下部层为如下的Ti化合物层:由Ti的碳化物层、氮化物层、碳氮化物层、碳氧化物层及碳氮氧化物层中的一层或二层以上构成,并且具有 $3\sim 20\mu m$ 的总平均层厚;

[0009] (b)上部层为如下的氧化铝层:其具有 $1\sim 15\mu m$ 的平均层厚,且在进行了化学蒸镀的状态下具有 α 型的晶体结构,并且使用场发射扫描电子显微镜对存在于表面研磨面的测定范围内的具有六方晶晶格的各晶粒照射电子束,测定所述晶粒的晶面(0001)面及(10-10)面的法线相对于所述表面研磨面的法线所成的倾斜角,此时所述晶粒具有在晶格点分别存在由Al及氧构成的构成原子的刚玉型六方晶的晶体结构,根据从该结果获得的测定倾斜角,计算在彼此相邻的晶粒的界面中由所述构成原子各自在所述晶粒之间共用一个构成原子的晶格点(构成原子共有晶格点)构成的重位晶界的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示由存在N个(其中,在刚玉型六方晶的晶体结构中N成为2以上的偶数,但是从分布频率的观点考虑,将N的上限设为28时,不存在偶数4、8、14、24及26)在所述构成原子共有晶格点之间不共用构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态构成的重位晶界时,在表示各 $\Sigma N+1$ 在 $\Sigma N+1$ 总体中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图表中,呈现出在 $\Sigma 3$ 存在最高峰并且所述 $\Sigma 3$

在 $\Sigma N+1$ 总体中所占的分布比例为60~80%的构成原子共有晶格点分布图表。

[0010] 并且,专利文献2中提出一种包覆工具,其在工具基体表面包覆形成有下部层及上部层,并将上部层设为满足下列(a)~(c)的龟裂填充加热转化 α 型氧化铝层,由此改善高速断续切削中的耐崩刀性。

[0011] (a)将加热转化 α 型氧化铝层作为层基体,该加热转化 α 型氧化铝层通过对在进行了化学蒸镀形成的状态下具有 κ 型或 θ 型的晶体结构的氧化铝层实施加热处理来将晶体结构转化为 α 型晶体结构而成,并且在截面观察中,层中具有作为加热转化生成龟裂的树枝状非连续龟裂分布而成的组织及1~15 μm 的平均层厚;

[0012] (b)通过对所述层基体表面的喷砂处理,将存在于上述层基体中的树枝状非连续龟裂的分布形态设为同样在截面观察中,层中分布有网格状连续龟裂的状态;

[0013] (c)将在所述层基体的合计总量中所占的比例为0.5~5质量%的氮化钛化学蒸镀填充到上述网格状连续龟裂。

[0014] 并且,专利文献3中提出一种包覆工具,通过如下设定来改善高速重切削、高速断续切削中的耐剥离性、耐崩刀性,即:所述包覆工具通过蒸镀形成硬质包覆层而成,所述硬质包覆层的下部层由Ti化合物层构成且上部层由 α 型 Al_2O_3 层构成,其中,将下部层正上方的 Al_2O_3 晶粒的30~70%设为(11-20)取向 Al_2O_3 晶粒,将上部层的所有 Al_2O_3 晶粒的45%以上设为(0001)取向 Al_2O_3 晶粒,进一步优选将下部层的最表层形成为仅在至500nm的深度区域含有0.5~3原子%的氧的含氧TiCN层,并且,将下部层最表层的含氧TiCN晶粒数与在下部层和上部层的界面中的 Al_2O_3 晶粒数之比值设为0.01~0.5。

[0015] 专利文献1:日本专利公开2006-198735号公报

[0016] 专利文献2:日本专利第4389593号公报

[0017] 专利文献3:日本专利公开2013-63504号公报

[0018] 近年来,切削装置的高性能化非常显著,另一方面对切削加工的省力化、节能化以及低成本化的要求加强。伴随与此,切削加工变得进一步高速化,并且存在在高切深量或高进给量等的重切削、断续切削等中有高负载作用于切削刃的倾向。将上述以往的包覆工用于钢或铸铁等的一般条件下的连续切削时并不成问题。但是,在高速高切深量/高进给量的重切削条件下使用以往的包覆工具时,容易发生硬质包覆层的剥离,且因此在比较短的时间内达到工具寿命。

发明内容

[0019] 因此,本发明人等从如上观点出发,对即使在有高负载作用于切削刃并且容易发生工具基体的塑性变形的高速高切深量/高进给量的重切削条件下使用时,也不发生硬质包覆层的剥离、崩刀的硬质包覆层的结构进行了深入研究,发现如下结果:关于构成硬质包覆层的上部层的 Al_2O_3 层,将相对于该 Al_2O_3 层中的所述晶界总长具有规定的长度比例的龟裂形成在 Al_2O_3 晶粒的晶界,由此可抑制高速高切深量/高进给量的重切削条件下的硬质包覆层的剥离、崩刀的发生。

[0020] 本发明是鉴于上述见解而完成的。

[0021] (1)一种表面包覆切削工具,在由碳化钨基硬质合金或碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体的表面形成有由下部层和上部层构成的硬质包覆层,该表面包覆切削工具的特

征在于，

[0022] (a) 所述下部层具有3~20 μm 的总平均层厚，且由TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCNO中的两层以上构成，其中至少一层由以TiCN层构成的Ti化合物层构成，

[0023] (b) 所述上部层具有2~15 μm 的平均层厚，且由具有 α 型的晶体结构的Al₂O₃层构成，

[0024] (c) 关于所述上部层的Al₂O₃晶粒，对截面研磨面进行基于高角度散射环状暗场扫描透射显微镜法的观察及元素分析和进行基于场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置的观察时，测定由刚玉型六方晶晶格构成的晶格面的各个法线与所述截面研磨面的法线相交的角度，并根据该测定结果计算相邻的晶格彼此的晶体取向关系，并计算构成晶格界面的构成原子各自在所述晶格彼此之间共用1个构成原子的晶格点(构成原子共有晶格点)的分布，以 $\Sigma N+1$ 表示存在N个在所述构成原子共有晶格点之间不共用构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时，计算各自的分布比例，在示出了由各构成原子共有晶格点构成的重位晶界长在重位晶界总长中所占的比例的重位晶界分布图表中，在作为所述 $\Sigma \geq 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界有疏偏析，其晶界长相对于作为 $\Sigma \geq 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长占20~50%。

[0025] (2) 根据上述(1)中记载的表面包覆切削工具，其特征在于，所述下部层(a)的最表层由至少具有500nm的层厚的TiCN层构成，若除去作为不可避免的杂质的氧，则仅在从所述TiCN层与所述上部层的界面至500nm的深度区域中含有氧，所述深度区域中所含有的平均含氧量为所述深度区域中含有的Ti、C、N、O的合计含量的1~3原子%。

[0026] (3) 根据上述(1)、(2)中任一项记载的表面包覆切削工具，其特征在于，关于所述上部层的Al₂O₃晶粒，使用场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置，对存在于截面研磨面的测定范围内的具有刚玉型六方晶晶格的各晶粒照射电子束，以测定作为所述晶粒的晶面的(0001)面的法线相对于所述工具基体的表面的法线所成的倾斜角，将所述测定倾斜角中0~45度的范围内的测定倾斜角按每0.25度的间隔进行分区，并且以合计存在于各分区内的度数而成的倾斜角度数分布表示时，呈现出如下倾斜角度数分布图表：在0~10度的范围内的倾斜角分区存在最高峰，并且存在于所述0~10度的范围内的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的50%以上的比例。

[0027] (4) 根据上述(1)至(3)中任一项记载的表面包覆切削工具，其特征在于，将所述表面包覆切削工具的后刀面及前刀面的残余应力的绝对值设为100MPa以下。

[0028] 接着，对本发明的包覆工具进行详细说明。

[0029] (a) 下部层：

[0030] 构成下部层的Ti化合物层(例如，TiC层、TiN层、TiCN层、TiCO层及TiCNO层)基本上作为Al₂O₃层的下部层而存在，通过本身所具有的优异的高温强度，对硬质包覆层赋予高温强度。此外，Ti化合物层均在工具基体表面及由Al₂O₃层构成的上部层粘附，具有维持硬质包覆层相对于工具基体的粘附性的作用。然而，该Ti化合物层的总平均层厚小于3 μm 时，无法充分发挥上述作用。另一方面，该Ti化合物层的总平均层厚超过20 μm 时，尤其在伴有高热产生的高速重切削/高速断续切削中容易发生热塑性变形，而成为不均匀磨损的原因。基于以上理由，Ti化合物层的总平均层厚定为3~20 μm 。

[0031] (b) 下部层的最表层：

[0032] 本发明中的下部层的最表层，例如由以下方式形成。

[0033] 即,首先使用一般的化学蒸镀装置,蒸镀形成由TiC层、TiN层、TiCN层、TiCO层及TiCN₀层中的一层或两层以上构成的各种Ti化合物层(另外,当然也可以只蒸镀形成TiCN层)。之后,同样使用一般的化学蒸镀装置,在以下条件下进行化学蒸镀,形成含有氧的TiCN(以下,称为含氧TiCN)层作为下部层的最表层:

[0034] 反应气体组成(容量%):TiCl₄ 2~10%、CH₃CN 0.5~1.0%、N₂ 25~60%、余量为H₂;

[0035] 反应气氛温度:750~930℃;

[0036] 反应气氛压力:5~15kPa。

[0037] 此时,在用于获得规定的层厚所需的蒸镀时间结束前的5分钟至30分钟之间,加入相对于反应气体总量达1~5容量%的CO气体进行化学蒸镀,由此蒸镀形成仅在沿层厚方向至最大500nm的深度区域含有如下平均氧含量的氧的含氧TiCN层,所述平均含氧量为在该深度区域中所含有的Ti、C、N、O的合计含量的1~3原子%。另外,容许在该下部层的最表层的超过500nm的深度区域作为不可避免的杂质而含有小于0.5原子%的氧。因此,所谓“不含有氧”,从严格意义来讲表示氧含量小于0.5原子%。

[0038] 关于由含氧TiCN层构成的所述下部层的最表层,例如为了在其上形成优选的Al₂O₃晶粒(参考后述(c)),形成至少500nm的层厚,并且还设为仅在从该含氧TiCN层与上部层的界面沿层厚方向至最大500nm的深度区域含有在该深度区域中所含有的Ti、C、N、O的合计含量的1~3原子%的氧,而仅在最大至500nm的深度区域含有氧。

[0039] 在此,之所以如上述限定含氧TiCN层的深度区域,是因为若在比500nm更深的区域中含有0.5原子%以上的氧,则TiCN层的最表面层的组织形态从柱状组织变成粒状组织,并且无法将下部层的最表层正上方的Al₂O₃晶粒的构成原子共有晶格点形态设为所希望的形态。

[0040] 但是,至深度区域500nm的平均含氧量小于1原子%时,则不仅无法期望上部层与下部层的TiCN层的粘附强度的提高,而且还无法充分地满足形成下部层的最表层正上方的Al₂O₃晶粒的重位晶界。另一方面,若该深度区域中的平均含氧量超过3原子%,则在界面正上方的上部层的Al₂O₃中测定作为所述晶粒的晶面的(0001)面的法线所成的倾斜角并以合计各分区中存在的度数而成的倾斜角度数分布来表示时,在存在于所述0~10度的范围内的度数的合计小于倾斜角度数分布图表中的度数整体的50%,且上部层的高温强度下降。

[0041] 在此,平均含氧量是指,以原子%(=O/(Ti+C+N+O)×100)表示的从构成下部层的最表层的所述TiCN层与上部层的界面沿该TiCN层的层厚方向至500nm的深度区域中的钛(Ti)、碳(C)、氮(N)及氧(O)的合计含量中所占的氧(O)含量。

[0042] (c)上部层的Al₂O₃晶粒:

[0043] 在下部层的最表层蒸镀形成所述(b)的含氧TiCN层之后,例如以以下条件形成上部层的Al₂O₃层。

[0044] 即,以以下条件处理所述(b)中形成的含氧TiCN层的表面:

[0045] <Al₂O₃初始成长>

[0046] 反应气体组成(容量%):CO 3~5%、CO₂ 3~5%、余量为H₂;

[0047] 气氛温度:850~950℃;

[0048] 气氛压力:5~15kPa;

- [0049] 处理时间:20~60min,
- [0050] 接着,以以下条件蒸镀:
- [0051] 反应气体组成(容量%): AlCl_3 0.5~3%、 CO_2 1~5%、 HCl 0.3~1.0%、余量为 H_2 ;
- [0052] 气氛温度:850~950℃;
- [0053] 气氛压力:5~15kPa;
- [0054] 处理时间:20~90min,
- [0055] 之后,以以下条件蒸镀,由此形成由具有规定的构成原子共有晶格点形态的 Al_2O_3 晶粒构成的上部层。
- [0056] < Al_2O_3 上层形成>
- [0057] 反应气体组成(容量%): AlCl_3 0.5~5.0%、 CO_2 2~10%、 HCl 0.5~2.0%、 H_2S 0.5~1.5%、余量为 H_2 ;
- [0058] 反应气氛温度:850~950℃;
- [0059] 反应气氛压力:5~15kPa;
- [0060] 处理时间:(直至成为所设目标的上部层层厚)。
- [0061] 另外,若整个上部层的层厚小于 $2\mu\text{m}$,则不能在长期的使用中发挥优异的高温强度及高温硬度,另一方面,若超过 $15\mu\text{m}$,则容易发生崩刀,因此将上部层的层厚定为 $2\sim 15\mu\text{m}$ 。
- [0062] 此外,关于构成上部层的具有 α 型的晶体结构的 Al_2O_3 晶粒,对其截面研磨面进行基于高角度散射环状暗场扫描透射显微镜法(High Angle Annular Dark Field Scanning transmission electron microscope:以下,记为“HAADF-STEM”)的观察及元素分析和进行基于场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置的观察,详细分析其构成原子共有晶格点形态之后获知,在构成原子共有晶格点分布图表中,在作为 $\Sigma 3\sim \Sigma 29$ 为止的构成原子共有晶格点形态的晶界几乎不存在硫原子,在作为 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界有硫原子偏析,并且,有硫原子偏析的构成原子共有晶格点形态的晶界长相对于作为 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长占20~50%。
- [0063] 上部层的构成原子共有晶格点形态能够通过以下步骤测定。
- [0064] 首先,关于包覆工具,将上部层的纵截面设为研磨面。
- [0065] 接着,使用场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置,对存在于截面研磨面的测定范围内的具有刚玉型六方晶晶格的各晶粒照射电子束,以测定晶格面的各个法线的取向所成的角度。
- [0066] 接着,根据该测定结果,计算相邻的晶格彼此的晶体取向关系,计算构成晶格界面的构成原子各自在所述晶格之间共用一个构成原子的晶格点(称为“构成原子共有晶格点”)的分布。
- [0067] 然后,以 $\Sigma N+1$ 表示存在 N 个(其中,刚玉型六方晶晶格的晶体结构中 N 成为2以上的偶数,但不存在偶数4、8、14、24及26)在所述构成原子共有晶格点之间不共用构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时,计算各自的分布比例,并制作以在 $\Sigma 3$ 以上的重位晶界总长的合计分布比例中所占的比例表示的重位晶界分布图表(参考图2),由此能够求出 $\Sigma 3\sim \Sigma 29$ 的分布比例以及 $\Sigma 31$ 以上的分布比例。
- [0068] 另外, $\Sigma 31$ 以上的分布比例的计算方法为,根据所获得的测定结果计算 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 7$ 、

$\Sigma 11$ 、 $\Sigma 17$ 、 $\Sigma 19$ 、 $\Sigma 21$ 、 $\Sigma 23$ 、 $\Sigma 29$ 各自的重位晶界长,并利用从重位晶界总长减去这些重位晶界长之和的值作为 $\Sigma 31$ 以上的分布比例而求出。

[0069] 之所以区分 $\Sigma 29$ 以下的重位晶界与 $\Sigma 31$ 以上的重位晶界,其原因在于,如H.Grimmer等的论文(Philosophical Magazine A,1990,Vol.61,No.3,493-509)中所报告,从分布频率这一点考虑, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的重位晶界将N的上限设为28的 $\Sigma 3$ 至 $\Sigma 29$ 的晶界为主要重位晶界。因此,即使在本发明中,对 $\Sigma 31$ 以上也没有计算各个N时的分布比例,而是归纳为 $\Sigma 31$ 以上。 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 7$ 、 $\Sigma 11$ 、 $\Sigma 17$ 、 $\Sigma 19$ 、 $\Sigma 21$ 、 $\Sigma 23$ 、 $\Sigma 29$ 的各自的重位晶界利用上述论文中示出的、构成重位晶界的晶粒之间所成的角度的值来确定。并且,根据满足在相邻的晶格之间存在N个在构成原子共有晶格点之间不共用构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态的 $\Sigma N+1$ 的重位晶界,作为在晶粒之间所成的角度的值能够容许至何种程度的误差 $\Delta \Theta$ 的基准,以 $\Delta \Theta = 5^\circ$ 进行了计算。

[0070] 并且,关于构成上部层的具有刚玉型六方晶晶格的 α 型的 Al_2O_3 晶粒,在利用高角度散射环状暗场扫描透射显微镜法(HAADF-STEM)观察了构成原子共有晶格点形态的上述截面研磨面的测定范围内,通过能量色散型X射线分析法进行了元素分析。若将该元素分布与通过上述重位晶界分布的测定方法确定的各自的晶界的分布进行比较,则在 $\Sigma 31$ 以上的重位晶界有硫偏析,其晶界长相对于 $\Sigma 3$ 以上的晶界总长为20~50%时,显示出尤为优异的耐剥离性。

[0071] 通过将具有这种结合状态的晶界形成于 Al_2O_3 晶粒内,该部位发挥广泛地分散于硬质覆膜中的微细的断裂源的作用,即使在高速重切削加工这样的有高负载作用于切削刃的切削条件下,也能够抑制 Al_2O_3 层的严重的剥离和崩刀。

[0072] 若作为有硫偏析的 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界的长度相对于作为 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长小于20%时,如上所述的所希望的耐剥离性或耐崩刀性的效果变小,另一方面,若超过50%,则上部层的 Al_2O_3 层变脆。

[0073] 因此,将有硫原子偏析的构成原子共有晶格点形态的晶界长设为相对于作为 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长的20~50%。

[0074] 本发明的包覆工具,通过所述蒸镀法形成上部层的 Al_2O_3 层之后,对上部层的至少包括切削刃棱线部的后刀面及前刀面实施例如研磨处理等,由此将后刀面及前刀面的残余应力的绝对值设为100MPa以下。所述研磨处理是通过喷射配合了作为喷射研磨材的 Al_2O_3 微粒的研磨液的湿式喷砂进行的,所述 Al_2O_3 微粒的量在与水的合计总量中所占的比例为15~60质量%。

[0075] 本发明的上部层的 Al_2O_3 晶粒中,在(0001)取向的 Al_2O_3 晶粒的度数比例较多时,上部层的高温硬度、高温强度得以维持,因此本发明中,设为在0~10度的范围内的倾斜角分区存在最高峰,并且将上部层的(0001)取向 Al_2O_3 晶粒的度数比例定为50%以上。

[0076] 关于上述(0001)取向 Al_2O_3 晶粒的度数比例,使用场发射扫描电子显微镜,对存在于上部层的截面研磨面的测定范围内的具有刚玉型六方晶晶格的各晶粒照射电子束,获得与所述 Al_2O_3 晶粒的取向性相关的数据。然后,以该数据为基础,测定作为所述晶粒的晶面的(0001)面的法线相对于工具基体表面的法线所成的倾斜角,从而能够求出该倾斜角为0至10度的晶粒((0001)取向 Al_2O_3 晶粒)所占的度数相对于整体的比例。

[0077] 根据本发明,硬质包覆层具备如下特有的结构:该硬质包覆层具有形成于工具基

体的表面的下部层及形成于该下部层上的上部层, (a) 下部层由TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCNO中的两层以上的Ti化合物层构成, 其中的最表层的TiCN层的表层部(沿层厚方向至500nm的深度区域)中的平均含氧量为1~3原子%, (b) 上部层由在进行了化学蒸镀的状态下具有 α 型的晶体结构的Al₂O₃层构成, 上部层的Al₂O₃粒的作为 Σ 31以上的构成原子共有晶格点形态的晶界有硫原子偏析, 其晶界长为晶界总长的20~50%, 并且, 在上部层的Al₂O₃粒的(0001)面的法线相对于工具基体表面的法线方向而成的倾斜角度数分布图表中, 在0~10度的范围内的倾斜角分区存在最高峰, 其度数比例占50%以上的比例, 此外, 上部层的至少包括切削刃棱线部的后刀面及前刀面的残余应力的绝对值为100MPa以下。

[0078] 因此, 即使在有高负载作用于切削刃并且容易发生工具基体的塑性变形的高速高切深量/高进给量的重切削条件下进行各种钢或铸铁等的切削加工时, 也不发生硬质覆盖层的剥离、崩刀, 且在长期的使用中发挥优异的切削性能。

附图说明

[0079] 图1为本发明覆盖工具中的与工具基体表面垂直方向的截面的示意图。

[0080] 图2表示本发明覆盖工具中的重位晶界分布图表的一例。

[0081] 图3表示本发明覆盖工具中的倾斜角度数分布图表的一例。

具体实施方式

[0082] 关于本发明的覆盖工具的实施方式, 根据实施例进行具体说明。

[0083] 实施例

[0084] 作为原料粉末准备均具有1~3 μ m的平均粒径的WC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr₃C₂粉末、TiN粉末及Co粉末, 将这些原料粉末按表1所示的配合组成进行配合, 并加入石蜡, 在丙酮中进行24小时球磨混合, 进行减压干燥之后, 在98MPa的压力下冲压成型为规定形状的压坯, 将该压坯在5Pa的真空中以1370~1470°C的范围内的规定温度保持1小时的条件下进行真空烧结, 烧结后, 分别制作了具有ISO标准CNMG120408的刀片形状的WC基硬质合金制的工具基体A~E。

[0085] 并且, 作为原料粉末, 准备均具有0.5~2 μ m的平均粒径的TiCN(以质量比计TiC/TiN=50/50)粉末、ZrC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Mo₂C粉末、WC粉末、Co粉末及Ni粉末, 将这些原料粉末按表2所示的配合组成进行配合, 用球磨机进行24小时湿式混合, 进行干燥之后, 在98MPa的压力下冲压成型为压坯, 将该压坯在1.3kPa的氮气气氛中以温度:1500°C保持1小时的条件下进行烧结, 烧结后, 制作了具有ISO标准CNMG120412的刀片形状的TiCN基金属陶瓷制的工具基体a~e。

[0086] 接着, 分别将这些工具基体A~E及工具基体a~e装入一般的化学蒸镀装置, 以以下步骤分别制造了本发明覆盖工具1~13。

[0087] (a) 首先, 在表3所示的条件下, 蒸镀形成了作为表7所示的目标层厚的下部层的Ti化合物层。

[0088] (b) 接着, 在表4所示的条件下, 以表8所示的目标层厚而形成作为下部层的最表层的含氧TiCN层(即, 仅在从该层的表面至500nm的深度区域含有0.5至3原子%的(O/(Ti+C+N+O)×100)的氧)。另外, 表4的含氧TiCN层类别D中, 在蒸镀时间结束前5~30分钟期间并没

有添加CO气体。

[0089] (c)接着,在表5所示的条件下,利用CO和CO₂的混合气体对下部层的最表面的TiCN层进行了氧化处理(下部层表面处理)。

[0090] (d)接着,在表6所示的初始成长条件下,进行Al₂O₃的初始成长,同样根据该表6所示的上层形成条件,蒸镀至成为表8所示的目标层厚。

[0091] (e)接着,在投射压力0.12MPa下,利用200目的Al₂O₃粒子实施由湿式喷砂处理构成的研磨处理,由此分别制造了表8所示的本发明包覆工具1~13。

[0092] 并且,以比较的目的,在脱离所述本发明包覆工具1~13的制造条件的条件下进行所述工序(b)、(c)、(d)、(e),由此分别制造了表9所示的比较包覆工具1~13。

[0093] 接着,关于硬质包覆层的上部层的Al₂O₃,使用场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置,测定Al₂O₃晶粒的晶格面的各个法线所成的角度,并且根据该测定结果计算相邻的晶格彼此的晶体取向关系,由此求出了上部层的Al₂O₃的重位晶界分布图表。

[0094] 具体而言,通过以下方法测定了重位晶界分布图表。

[0095] 关于上述的本发明包覆工具1~13的上部层的Al₂O₃层,在将其截面作为研磨面的状态下,将所述包覆工具装在场发射扫描电子显微镜的镜筒内,在所述截面研磨面以70度的入射角度、以1nA的照射电流,将15kV的加速电压的电子束照射到各所述截面研磨面的测定范围内存在的具有刚玉型六方晶晶格的各晶粒。更详细而言,使用电子背散射衍射装置,在沿与基体表面平行的方向50μm且沿与基体表面方向正交的方向上、在将该Al₂O₃层的层厚作为上限的区域,以0.1μm/step的间隔照射电子束,在照射有电子束的各测定点中测定了构成所述晶粒的晶格各面的法线的取向。根据该测定结果,计算了相邻的测定点中的晶格彼此的晶体取向关系。根据该计算结果,视为在相邻的彼此的测定点之间,在晶体取向角度差为5度以上的测定点之间存在晶界,并将该被晶界包围的测定点的集合确定为一个晶粒,如此确定了所有晶粒。另外,构成晶格界面的测定点之间的晶体取向关系成为记载于上述的H.Grimmer等的文献中的对于构成重位晶界的晶粒间所成的角度的值的误差 $\Delta\theta=5^\circ$ 的范围内时,视为该测定点之间存在重位晶界,并求出了相对于晶界总长的 $\Sigma N+1$ 重位晶界的比例。将测定结果作为 $\Sigma 3$ 的分布比例(%)而在表8中示出。 $\Sigma 31$ 以上的分布比例的计算方法为,根据所得的测定结果计算 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 7$ 、 $\Sigma 11$ 、 $\Sigma 17$ 、 $\Sigma 19$ 、 $\Sigma 21$ 、 $\Sigma 23$ 、 $\Sigma 29$ 各自的重位晶界长,并利用从重位晶界总长减去这些重位晶界长之和的值作为了 $\Sigma 31$ 以上的分布比例(%)。

[0096] 在表8中示出测定结果。

[0097] 接着,关于比较包覆工具1~13的上部层的Al₂O₃层,也通过与本发明包覆工具1~13相同的方法,求出了重位晶界分布图表。

[0098] 在表9中示出测定结果。

[0099] 图2中示出通过该测定获得的关于本发明包覆工具1求出的重位晶界分布图表的一例。

[0100] 接着,关于构成本发明包覆工具1~13的上部层的Al₂O₃晶粒,利用高角度散射环状暗场扫描透射显微镜法(HAADF-STEM),在测定了构成原子共有晶格点形态的截面研磨面的测定范围内,进行基于能量色散型X射线分析法的元素映射分析,由此对Al₂O₃晶界中的硫的偏析进行了测定。所测定的元素为Al、O、Cl、S。

[0101] 硫在 Al_2O_3 晶粒的晶界偏析的状态定义为,对元素映射的数据进行线性分析时,从基于 Al_2O_3 晶粒的晶界上的硫原子的强度减去测定时的本底计数值后得到的值为相对于从基于 Al_2O_3 晶粒内的硫原子的强度减去测定时的本底计数值后得到的值的平均值的3倍以上。在 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的 Al_2O_3 晶粒的晶界长中,使用场发射扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置计算有硫偏析的 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界长之后,除以 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长,由此求出其比例。

[0102] 在表8中示出该值。

[0103] 接着,关于比较包覆工具1~13的上部层的 Al_2O_3 层,也通过与本发明包覆工具1~13相同的方法,在 Al_2O_3 晶粒的晶界的 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界长中,求出了有硫偏析的 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界长相对于 $\Sigma 3$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界总长的比例。

[0104] 在表9中示出该值。

[0105] 硫在 $\Sigma 31$ 以上的构成原子共有晶格点形态的晶界的偏析小于20%时,不会形成规定的龟裂,因此耐剥离性效果下降,另一方面,硫的偏析超过50%时,上部层本身变脆。

[0106] 接着,关于本发明包覆工具1~13和比较包覆工具1~13,就构成下部层的最表层的TiCN层,以如下方式求得了沿该TiCN层的层厚方向至500nm的深度区域中的平均含氧量(= $O/(Ti+C+N+O) \times 100$),即,使用俄歇电子能谱分析器对包覆工具的截面研磨面在从下部层的Ti碳氮化物层的最表面至相当于Ti碳化物层的膜厚的距离范围内照射直径10nm的电子束,测定了Ti、C、N、O的俄歇峰的强度,并根据这些峰强度的总和计算O的俄歇峰强度的比例而求得。此外,上述方法中,求出了超过500nm的深度区域中的最大含氧量(= $O/(Ti+C+N+O) \times 100$),并求出了杂质以外的含氧量。最大含氧量的值为超过500nm的深度区域中的含氧量的最大值。

[0107] 在表8、表9中示出至500nm的深度区域中的平均含氧量和超过500nm的深度区域中的最大含氧量的值。

[0108] 并且,为了求出TiCN层中不可避免地含有的含氧量,对由碳化钨基硬质合金或碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体的表面以以下条件另行进行了化学蒸镀,

[0109] 反应气体组成(容量%): $TiCl_4$ 2~10%、 CH_3CN 0.5~1.0%、 N_2 25~60%、余量为 H_2 ;

[0110] 反应气氛温度:780~930℃;

[0111] 反应气氛压力:6~10kPa,

[0112] 从而以3 μm 以上的层厚形成了刻意不含氧的TiCN(以下,称为不可避免含氧TiCN)层。使用俄歇电子能谱分析器,根据相对于从该不可避免含氧TiCN层的表面沿层厚方向比100nm更深的区域中所含有的Ti、C、N、O的合计含量的比例,求出所述深度区域中不可避免地含有的含氧量,将在俄歇电子能谱分析器的精度范围内求出的不可避免含氧量定为小于0.5原子%。

[0113] 并且,关于本发明包覆工具1~13及比较包覆工具1~13的上部层的 Al_2O_3 层,在将上部层的纵截面作为研磨面的状态下,装在场发射扫描电子显微镜的镜筒内,对所述研磨面以70度的入射角度、以1nA的照射电流,将15kV的加速电压的电子束照射到存在于所述截面研磨面的测定范围内的具有刚玉型六方晶晶格各晶粒,并使用电子背散射衍射装置,在

沿与工具基体表面水平的方向长度为100 μm 且沿与工具基体表面垂直的方向的截面的膜厚以下的距离的测定范围内,以0.01 $\mu\text{m}/\text{step}$ 的间隔测定所述晶粒的晶面(0001)面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,并制作出将所述测定倾斜角中的0~45度的范围内的测定倾斜角按每0.25度的间隔进行分区并且合计存在于各分区内的度数而成的倾斜角度数分布图表。

[0114] 而且,求出在0~10度的范围内的倾斜角分区存在最高峰并且存在于0~10度的范围内的度数的合计在倾斜角度数分布图表中的度数整体中所占的度数比例。

[0115] 在表8、表9示出该结果。

[0116] 图3中示出通过该测定获得的关于本发明包覆工具1求出的倾斜角度数分布图表的一例。

[0117] 接着,通过以下方法测定了本发明包覆工具1~13及比较包覆工具1~13的至少包括切削刃棱线部的后刀面及前刀面的残余应力。

[0118] 在X射线分析装置内插入测定试样,对进行工具基体的测定的面(后刀面或前刀面)入射将Cu(波长:0.1541nm)作为X射线源的X射线。作为待测定的 Al_2O_3 的晶面选择(13-4, 10)面,并通过 $\sin^2\psi$ 法进行了应力测定。

[0119] 在表8、表9中示出所测定的残余应力值的绝对值。

[0120] 另外,使用扫描电子显微镜对本发明包覆工具1~13、比较包覆工具1~13的硬质包覆层的各结构层的厚度进行了测定(纵截面测定),结果均表示出与目标层厚实质上相同的平均层厚(5个点测定的平均值)。

[0121] [表1]

类别	配合组成(质量%)								
	Co	TiC	ZrC	TaC	NbC	Cr_3C_2	TiN	WC	
[0122] 工具基体	A	5.1	-	0.5	-	1.5	-	2.0	余量
	B	5.5	1.5	-	0.5	1.0	-	1.0	余量
	C	6.8	-	1.0	-	-	0.3	1.5	余量
	D	7.8	-	1.5	1.0	-	-	1.0	余量
	E	11.1	2.5	-	1.5	-	-	-	余量

[0123] [表2]

类别	配合组成(质量%)								
	Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo_2C	WC	TiCN	
[0124] 工具基体	a	8.5	7.5	0.5	6.5	-	5.0	13.0	余量
	b	7.0	5.5	0.5	3.0	1.0	8.5	7.0	余量
	c	11.0	4.0	-	6.5	1.0	6.5	10.5	余量
	d	11.6	4.5	-	5.0	0.5	6.5	11.5	余量
	e	13.0	3.5	1.5	-	0.5	9.5	10.0	余量

[0125] [表3]

[0126]

下部层 (Ti 化合物层)		形成条件 (反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为 °C)		
类别	目标组成 (数字表示 原子比)	反应气体组成 (容量%)	反应气氛	
			压力	温度
TiC 层	TiC	TiCl ₄ : 4.2%, CH ₄ : 8.5%, H ₂ : 余量	7	1020
TiN 层 (第一层)	TiN	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 30%, H ₂ : 余量	30	900
TiN 层 (其它层)	TiN	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 35%, H ₂ : 余量	50	1040
I-TiCN 层※1	TiC _{0.5} N _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 20%, CH ₃ CN: 0.6%, H ₂ : 余量	7	880
TiCN 层	TiC _{0.5} N _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : 余量	12	1000
TiCO 层	TiC _{0.5} O _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, CO: 4%, H ₂ : 余量	7	1020
TiCNO 层	TiC _{0.2} N _{0.3} O _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, CO: 4%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : 余量	20	1020

[0127] ※1) 具有纵向成长晶体组织的TiCN层

[0128] [表4]

含氧 TiCN 层类别	形成条件 (反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为 °C)			蒸镀时间结束 前 5 ~ 30 分钟添 加 CO 气体 (容 量%)
	反应气体组成 (容量%)	反应气氛		
		压力	温度	
A	TiCl ₄ : 4%, CH ₃ CN: 0.8%, N ₂ : 40%, 余量: H ₂	7	870	3
B	TiCl ₄ : 2%, CH ₃ CN: 0.5%, N ₂ : 25%, 余量: H ₂	5	930	1
C	TiCl ₄ : 10%, CH ₃ CN: 1%, N ₂ : 60%, 余量: H ₂	15	780	5
D (权利要 求 2 的范围 外)	TiCl ₄ : 2.5%, CH ₃ CN: 1.5%, N ₂ : 40%, 余量: H ₂	10	830	-

[0130] [表5]

下部层表面处理类别	处理条件 (反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为 °C)				
	反应气体组成 (容量%)	反应气氛		处理时间 (min)	
		压力	温度		
[0131] A	CO: 4%, CO ₂ : 4%, H ₂ : 余量	10	900	30	
B	CO: 5%, CO ₂ : 5%, H ₂ : 余量	15	950	20	
C	CO: 3%, CO ₂ : 3%, H ₂ : 余量	5	850	60	
D (本发明外)	CO: 7%, CO ₂ : 7%, H ₂ : 余量	7	1000	30	

[0132] [表6]

[0133]

硬质包覆层的形成		形成条件 (反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为 °C)				
工序类别	形成符号	反应气体组成 (容量%)	反应气氛		处理时间 (min)	
			压力	温度		
初始成长条件	A	AlCl ₃ : 2.0%, CO ₂ : 1.0%, HCl: 0.7%, H ₂ : 余量	7	900	30	
	B	AlCl ₃ : 1.5%, CO ₂ : 1.5%, HCl: 0.5%, H ₂ : 余量	15	950	20	
	C	AlCl ₃ : 3.0%, CO ₂ : 5.0%, HCl: 1.0%, H ₂ : 余量	5	850	90	
	D	AlCl ₃ : 0.5%, CO ₂ : 2.0%, HCl: 0.3%, H ₂ : 余量	10	920	60	
	E (本发明外)	AlCl ₃ : 2.5%, CO ₂ : 3.0%, HCl: 0.5%, H ₂ : 余量	8	1050	50	
上层形成条件	a	AlCl ₃ : 2.0%, CO ₂ : 3.0%, HCl: 1.5%, H ₂ S: 0.8%, H ₂ : 余量	7	900	(直至成为目标的上部层层厚)	
	b	AlCl ₃ : 1.5%, CO ₂ : 2.0%, HCl: 0.5%, H ₂ S: 0.5%, H ₂ : 余量	15	950		
	c	AlCl ₃ : 3.5%, CO ₂ : 10.0%, HCl: 2.0%, H ₂ S: 1.0%, H ₂ : 余量	5	850		
	d	AlCl ₃ : 5.0%, CO ₂ : 7.0%, HCl: 1.3%, H ₂ S: 1.5%, H ₂ : 余量	10	920		
	e (本发明外)	AlCl ₃ : 2.0%, CO ₂ : 6.0%, HCl: 1.5%, H ₂ S: 0.3%, H ₂ : 余量	8	1050		

[0134] [表7]

类别		工具 基体 符号	硬质包覆层			
			下部层 (下段的数值表示各层的目标平均层厚 (μm)。)			
			第 1 层	第 2 层	第 3 层	第 4 层
[0135] 本发明 包覆工 具·比 较包 覆工 具	1	A	TiN (0.5)	I-TiCN (7)	-	-
	2	a	TiC (1)	TiN (0.5)	TiCN (3)	I-TiCN (5)
	3	B	TiN (0.2)	I-TiCN (13)	TiN (0.3)	-
	4	b	TiC (0.5)	I-TiCN (8)	TiCNO (0.5)	-
	5	C	TiN (1)	TiCN (6)	TiN (0.5)	-
	6	c	TiC (0.5)	I-TiCN (4)	-	-
	7	d	TiN (1)	TiCN (3)	TiN (0.3)	TiCO (0.3)
	8	D	TiN (0.2)	I-TiCN (6)	-	-
	9	E	TiN (0.5)	TiCN (2)	-	-
	10	e	TiN (1)	I-TiCN (7)	-	-
	11	A	TiC (1)	TiN (0.5)	I-TiCN (18)	-
	12	D	TiN (0.3)	I-TiCN (4.5)	-	-
	13	b	TiC (0.5)	TiCN (2.5)	I-TiCN (12)	-

[0136] [表8]

[0137]

类别	工具基体符号	硬质包覆层												
		下部层的最表层					下部层表面处理类别 (参考表 5)	上部层						
		含氧 TiCN 层类别 (参考表 4)	至层厚方向 500nm 的深度区域中的平均含氧量 (原子 %)	层厚方向超过 500nm 的深度区域中的最大含氧量 (原子 %)	目标层厚 (μm)	初始生长条件 (参考表 6)		上层形成条件 (参考表 6)	目标层厚 (μm)	偏析有 S 的 Σ31 的晶界长相对于晶界总长的比例 (%)	在 0~10 度存在最高峰的 0~10 度的度数比例 (%)	后刀面的残余应力的绝对值 (MPa)	前刀面的残余应力的绝对值 (MPa)	
本发明 包覆 工具	1	A	A	2.1	0.3	0.6	A	A	a	7.5	35	55	85	95
	2	a	B	1.2	0.2	0.5	C	D	d	12.0	46	60	130	170
	3	B	C	2.8	0.3	1.0	B	B	b	6.0	23	50	72	81
	4	b	B	1.5	0.3	0.7	B	D	a	15.0	27	62	175	189
	5	C	C	3.0	0.4	0.8	A	C	c	3.0	39	42	66	73
	6	c	A	1.9	0.3	1.1	C	C	c	5.0	33	46	80	88
	7	d	A	2.2	0.4	0.7	C	B	d	3.5	50	53	90	99
	8	D	D	0.6	0.1	0.8	B	A	d	2.0	42	38	113	120
	9	E	B	1.6	0.2	0.5	A	B	b	5.5	20	52	77	95
	10	e	C	2.6	0.4	0.7	A	D	b	4.0	26	55	90	84
	11	A	C	2.4	0.2	0.5	C	A	b	5.0	31	60	126	142
	12	D	A	2.0	0.3	0.9	B	A	a	7.0	37	63	140	155
	13	b	B	1.0	0.2	1.0	A	A	d	9.0	40	68	79	91

[0138] [表9]

[0139]

类别	工具基体符号	硬质包覆层												
		下部层的最表层					下部表面处理类别 (参考表 5)	上部层						
		含氧 TiCN 层类别 (参考表 4)	至层厚方向 500nm 的深度区域中的平均含氧量 (原子 %)	层厚方向超过 500nm 的深度区域中的最大含氧量 (原子 %)	目标层厚 (μm)	初始成长条件 (参考表 6)		上层形成条件 (参考表 6)	目标层厚 (μm)	偏析有 S 的 $\Sigma 31$ 的晶界长相对于晶界总长的比例 (%)	在 0~10 度存在最高峰的 0~10 度的度数比例 (%)	后刀面的残余应力的绝对值 (MPa)	前刀面的残余应力的绝对值 (MPa)	
比较包覆工具	1	A	A	2.1	0.3	0.6	D	E	e	7.5	5	35	242	261
	2	a	B	1.2	0.2	0.5	C	D	e	12.0	8	40	410	388
	3	B	C	2.8	0.3	1.0	B	E	d	6.0	60	66	126	150
	4	b	B	1.5	0.3	0.7	D	C	c	15.0	11	45	322	350
	5	C	C	3.0	0.4	0.8	A	E	e	3.0	5	25	199	215
	6	c	A	1.9	0.3	1.1	C	C	e	5.0	9	31	264	255
	7	d	A	2.2	0.4	0.7	D	A	a	3.5	18	29	148	170
	8	D	D	0.6	0.1	0.8	D	D	b	2.0	15	22	320	285
	9	E	B	1.6	0.2	0.5	A	B	e	5.5	3	29	222	256
	10	e	C	2.6	0.4	0.7	A	E	b	4.0	8	41	189	224
	11	A	C	2.4	0.2	0.5	D	B	d	5.0	55	59	301	335
	12	D	A	2.0	0.3	0.9	B	E	e	7.0	11	30	256	284
	13	b	B	1.0	0.2	1.0	C	B	e	9.0	8	32	278	210

[0140] 接着,关于本发明包覆工具1~13、比较包覆工具1~13的各种包覆工具,均在工具钢制车刀的前端部以固定夹具紧固的状态下,实施了以下所示各条件下的切削测试,并在各切削测试中均测定了切削刃的后刀面磨损宽度:

[0141] 被削材:JIS • SCM440的长度方向等间隔带4条纵槽、

[0142] 切削速度:350m/min、

[0143] 切深量:1.5mm、

[0144] 进给量:0.4mm/rev、

[0145] 切削时间:5分钟

[0146] 的条件(称为切削条件A)下的合金钢的干式高速断续高进给量切削测试(一般的切削速度、切深量、进给量分别为200m/min、1.5mm、0.3mm/rev);

[0147] 被削材:JIS • SNCM439的圆棒、

[0148] 切削速度:100m/min、

[0149] 切深量:1.5mm、

[0150] 进给量:1.1mm/rev、

[0151] 切削时间:5分钟

[0152] 的条件(称为切削条件B)下的镍铬钼合金钢的干式高进给量切削测试(一般的切削速度、切深量、进给量分别为250m/min、0.3mm/rev);

- [0153] 被削材:JIS・FC300的、长度方向等间隔带4条纵槽的棒材、
- [0154] 切削速度:450m/min、
- [0155] 切深量:1.5mm、
- [0156] 进给量:0.4mm/rev、
- [0157] 切削时间:5分钟
- [0158] 的条件(称为切削条件C)下的铸铁的干式高速断续高进给量、高切深量切削测试(一般的切削速度、切深量、进给量分别为250m/min、1.5mm、0.3mm/rev)。
- [0159] 表10中示出该测定结果。
- [0160] [表10]

[0161]

类别	后刀面磨损宽度 (mm)			类别	切削测试结果 (分钟)				
	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)		
本发明 包覆 工具	1	0.13	0.14	0.18	比较 包覆 工具	1	※※1.5	※0.7	※※1.4
	2	0.17	0.15	0.21		2	※※1.8	※1.0	※※1.9
	3	0.24	0.22	0.26		3	※0.9	※2.5	※1.0
	4	0.18	0.15	0.21		4	※※1.9	※0.9	※※2.0
	5	0.25	0.18	0.25		5	※1.2	※0.6	※※1.7
	6	0.21	0.17	0.28		6	※※1.5	※1.1	※※1.2
	7	0.18	0.20	0.23		7	※※1.7	※1.3	※※1.8
	8	0.28	0.30	0.27		8	※※0.6	※0.4	※※0.8
	9	0.22	0.25	0.29		9	※0.9	※1.4	※1.3
	10	0.17	0.18	0.19		10	※1.6	※1.2	※※1.1
	11	0.15	0.13	0.16		11	※1.1	※2.3	※0.9
	12	0.17	0.20	0.23		12	※※1.3	※1.7	※※1.5
	13	0.15	0.16	0.20		13	※1.8	※1.4	※※2.0

- [0162] (表中,※标记表示因硬质包覆层中发生的剥离而达到使用寿命的切削时间,
- [0163] ※※标记表示因硬质包覆层中发生的崩刀而达到使用寿命的切削时间。)
- [0164] 根据表10中示出的结果可知,本发明包覆工具1~13中,其上部层具备优异的耐剥离性、耐崩刀性,因此在长期的使用中显示出了优异的切削性能。
- [0165] 相对于此,比较包覆工具1~13中确认到,在高速重切削加工、高速断续切削加工中,由于发生硬质包覆层的剥离、崩刀,在较短时间内达到了使用寿命。
- [0166] 产业上的可利用性
- [0167] 如上所述,本发明的包覆工具不仅在各种钢或铸铁等的通常条件下的连续切削或

断续切削,而且在有高负载作用于切削刃的高速高切深量/高进给量的重切削等苛刻的切削条件下,也不发生硬质包覆层的剥离、崩刀,在长期的使用中发挥优异的切削性能,因此能够充分应对切削装置的高性能化及切削加工的省力化、节能化以及低成本化。

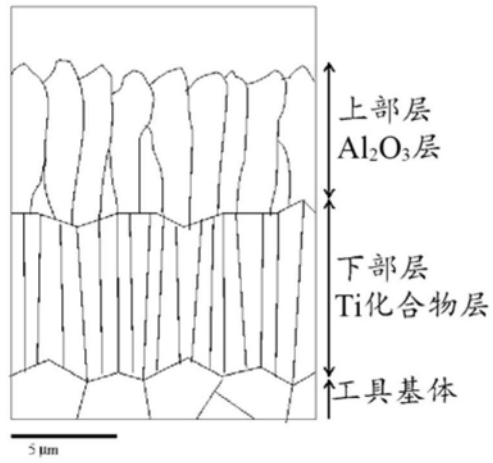


图1

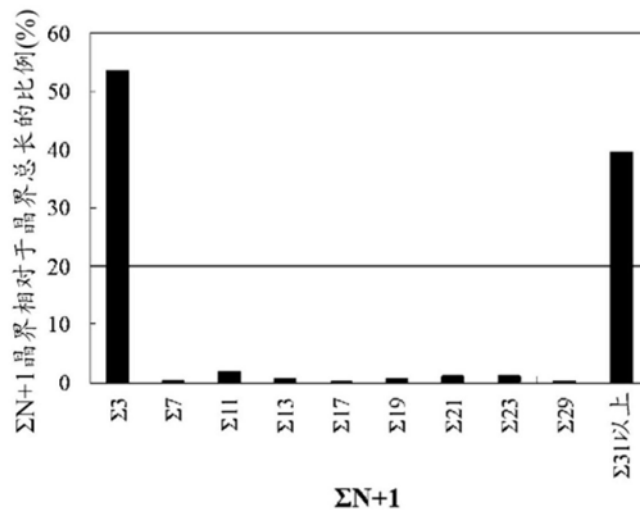


图2

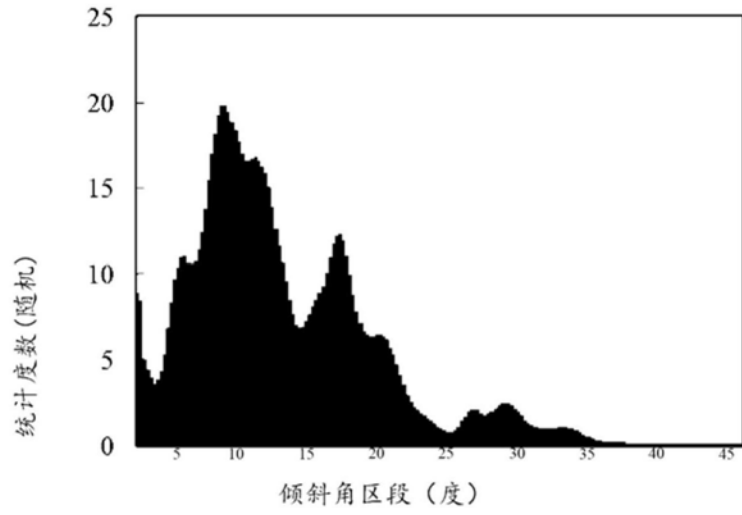


图3