



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102441686 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201110279193. 5

G23C 16/30(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 09. 20

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2010-221056 2010. 09. 30 JP

(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 富田兴平 龙冈翔 长田晃

中村惠滋

JP 特开 2006-43791 A, 2006. 02. 16, 全文 .
JP 特开 2009-56561 A, 2009. 03. 19, 全文 .
JP 特开 2006-297517 A, 2006. 11. 02, 全文 .
JP 特开 2007-160464 A, 2007. 06. 28, 全文 .
JP 特开 2006-326730 A, 2006. 12. 07, 全文 .

审查员 刘文

(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 陈万青 王珍仙

(51) Int. Cl.

B23B 27/14(2006. 01)

B23C 5/16(2006. 01)

B23P 15/28(2006. 01)

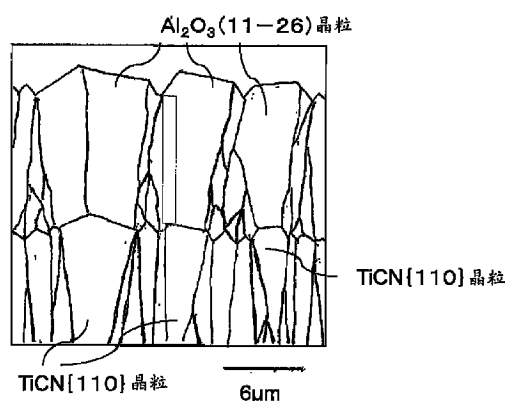
权利要求书1页 说明书16页 附图2页

(54) 发明名称

硬质包覆层发挥优异的耐崩刀性的表面包覆切削工具

(57) 摘要

本发明提供一种硬质包覆层发挥优异的耐崩刀性的表面包覆切削工具。在工具基体的表面蒸镀形成至少包括 TiCN 层的 Ti 化合物层作为 (a) 下部层, 蒸镀形成 α 型 Al_2O_3 层作为 (b) 上部层的表面包覆切削工具中, 对于下部层的 TiCN 层, 用场致放射型扫描电子显微镜测定 {110} 面的法线形成的倾斜角并作成倾斜角度数分布图表时, 具有 0 ~ 10 度范围内的倾斜角的 TiCN {110} 晶粒占度数整体的 50% 以上, 另外, 对于上部层的 α 型 Al_2O_3 层, 测定 (0001) 面的法线形成的倾斜角并作成倾斜角度数分布图表时, 具有 35 ~ 45 度范围内的倾斜角的 Al_2O_3 (11-26) 晶粒占度数整体的 60% 以上的比例, 进一步在与层厚方向垂直的面内观察时, Al_2O_3 (11-26) 晶粒粗大, Al_2O_3 (11-26) 晶粒的平均结晶粒径为 Al_2O_3 (11-26) 晶粒以外的晶粒的 2 ~ 5 倍。



1. 一种表面包覆切削工具, 其特征在于, 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蒸镀形成由下述 (a)、(b) 构成的硬质包覆层,

(a) 下部层为具有 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 的合计平均层厚且包括化学蒸镀形成的至少一层的 Ti 的碳氮化物层的 Ti 化合物层,

(b) 上部层为具有 $2 \sim 15 \mu\text{m}$ 的平均层厚且在化学蒸镀的状态下具有 α 型结晶结构的氧化铝层,

(c) 对于上述 (a) 的下部层之中的至少一层的 Ti 的碳氮化物层, 由具有以下结构的 Ti 的碳氮化物构成, 用场致放射型扫描电子显微镜, 对存在于上述工具基体的截面研磨面的测定范围内的具有立方晶格的每个晶粒照射电子束, 测定作为所述晶粒的结晶面的 $\{110\}$ 面的法线与上述工具基体表面的法线形成的倾斜角, 将位于测定倾斜角之中的 $0 \sim 45$ 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区, 并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时, 具有 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角的、以 $\text{TiCN}\{110\}$ 晶粒表示的晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $40 \sim 70\%$ 的比例,

(d) 对于上述 (b) 的上部层, 由具有以下结构的氧化铝构成, 用场致放射型扫描电子显微镜, 对存在于上述工具基体的截面研磨面的测定范围内的具有六方晶格的每个晶粒照射电子束, 测定作为所述晶粒的结晶面的 (0001) 面的法线与上述工具基体表面的法线形成的倾斜角, 将位于测定倾斜角之中的 $0 \sim 45$ 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区, 并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时, 具有 $35 \sim 45$ 度范围内的倾斜角的称为 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒的晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $60\% \sim 85\%$ 的比例, 具有 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角的称为 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 晶粒的晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $15\% \sim 25\%$ 的比例,

(e) 上述 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒通过场致放射型扫描电子显微镜进行组织观察时, 在与层厚方向垂直的面内具有由粗大晶粒构成的组织结构, 进而, 上述 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒的平均结晶粒径为 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒以外的晶粒的平均结晶粒径的 $2 \sim 5$ 倍。

2. 根据权利要求 1 所述的表面包覆切削工具, 其特征在于, 上述 (a) 的 Ti 化合物层包括 Ti 的碳化物层、氮化物层、碳氧化物层及碳氮氧化物层之中的一层或两层以上、以及至少一层的 Ti 的碳氮化物层。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的表面包覆切削工具, 其特征在于, 上述 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒从层厚方向来看形成在上述 (c) 的 $\text{TiCN}\{110\}$ 晶粒形成的位置的正上方或层厚方向延长线上。

硬质包覆层发挥优异的耐崩刀性的表面包覆切削工具

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），特别是在伴随高热产生并且冲击性且断续性负载作用于刀刃的高速断续切削条件下进行各种钢或铸铁等的被切削材料的切削加工时，硬质包覆层也会在长期使用中发挥优异的耐崩刀性。

背景技术

[0002] 以往，通常已知有在由碳化钨（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（以下将这些总称为工具基体）的表面上蒸镀形成由下述 (a)、(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）层中的两层以上构成，且具有 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 的整体平均层厚的 Ti 化合物层，

[0004] (b) 上部层为具有 $2 \sim 15 \mu\text{m}$ 的平均层厚且在化学蒸镀的状态下具有 α 型结晶结构的氧化铝（以下称为 α 型 Al_2O_3 ）层，已知该包覆工具例如用于各种钢或铸铁等的连续切削或断续切削中。

[0005] 另外，例如专利文献 1 所示，将上述 (a) 的 Ti 化合物层之中的至少一层 TiCN 层通过下述条件的化学蒸镀形成时，

[0006] 以反应气体组成 - 体积%计为 $\text{TiCl}_4:0.2 \sim 1\%$ 、 $\text{CH}_3\text{CN}:0.3 \sim 2\%$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4:1 \sim 3\%$ 、 $\text{N}_2:10 \sim 30\%$ 、 H_2 : 剩余，

[0007] 反应气氛温度： $700 \sim 780^\circ\text{C}$ ，

[0008] 反应气氛压力： $25 \sim 40\text{kPa}$ ，

[0009] 该 TiCN 层（以下称为现有 TiCN 层）具备优异的高温强度与耐冲击性，另外，对于该现有 TiCN 层，测定晶粒的 $\{110\}$ 面的法线与其表面研磨面的法线形成的倾斜角，作成倾斜角度数分布图表时，形成了 $0 \sim 10$ 度的倾斜角分区的 TiCN 晶粒（以下用 TiCN $\{110\}$ 晶粒表示）占度数整体的 $50 \sim 75\%$ 的比例的现有 TiCN 层，已知该包覆工具（以下称为现有包覆工具 1）具有优异的耐崩刀性。

[0010] 另外，例如专利文献 2 所示，将上述 (b) 的 α 型 Al_2O_3 层在下述低温条件下进行化学蒸镀，

[0011] 以反应气体组成：体积%计为 $\text{AlCl}_3:3 \sim 10\%$ 、 $\text{CO}_2:0.5 \sim 3\%$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4:0.01 \sim 0.3\%$ 、 $\text{SF}_6:0.01 \sim 0.2\%$ 、 H_2 : 剩余，

[0012] 反应气氛温度： $750 \sim 900^\circ\text{C}$ ，

[0013] 反应气氛压力： $3 \sim 13\text{kPa}$ ，

[0014] 经由实施加热处理的 Al_2O_3 晶核，在通常的化学蒸镀条件下形成 α 型 Al_2O_3 层时，该 α 型 Al_2O_3 层具备优异的耐冲击性，另外，对于该 α 型 Al_2O_3 层，测定 (0001) 面的法线与表面研磨面的法线形成的倾斜角，作成倾斜角度数分布图表时，形成了 $33 \sim 43$ 度的倾斜

角分区的 α 型 Al_2O_3 晶粒占度数整体的 45% 以上的比例的 α 型 Al_2O_3 层, 已知该包覆工具 (以下称为现有包覆工具 2) 仍表现出优异的耐崩刀性。

[0015] 此外, 所述加热处理 Al_2O_3 晶核的分布比例在平均值为 $5 \sim 200$ 个 / μm^2 的范围内。

[0016] 专利文献 1 : 日本专利公开 2006-231433 号公报

[0017] 专利文献 2 : 日本专利公开 2006-43791 号公报

[0018] 现状如下 : 近年来的切削装置的高性能化显著, 另一方面对切削加工的节省劳力化以及节能化, 进而低成本化的要求加强, 伴随这一点, 切削加工逐渐具有高速化的倾向, 但在上述现有包覆工具 1、2 中, 将其用于钢或铸铁等的通常的条件下的连续切削或断续切削中时没有问题, 但特别将其用于伴随高发热并且冲击性且断续性负载作用于刀刃的高速断续切削条件下时, 硬质包覆层的高温强度与耐冲击性并不充分, 另外, 因冲击等一旦造成硬质包覆层产生裂纹时, 由于层中的内部应力促进裂纹的发展, 易于发生崩刀、缺损, 其结果是在较短的时间内达到使用寿命。

发明内容

[0019] 因此, 本发明人们从上述观点出发, 对实现硬质包覆层的高温强度和耐冲击性的提高进行了深入研究, 结果得到如下见解。

[0020] 首先, 本发明人们在上述现有包覆工具 1 (专利文献 1 记载的具备在倾斜角度数分布图表中, $0 \sim 10$ 度的倾斜角分区中占度数整体的 $50 \sim 75\%$ 的比例的 TiCN 晶粒存在的至少一层的现有 TiCN 层作为下部层) 中, 作为其上部层, 在专利文献 2 所述的蒸镀条件下蒸镀形成 α 型 Al_2O_3 层 (在倾斜角度数分布图表中, $33 \sim 43$ 度的倾斜角分区中占度数整体的 45% 以上的比例的 α 型 Al_2O_3 晶粒存在的 α 型 Al_2O_3 层) 后, 对于通常的切削条件下的耐崩刀性、耐缺损性, 确认了某种程度的提高, 但是在伴随高热产生并且断续性、冲击性负载作用于刀刃的高速断续切削中, 虽然显示了优异的高温强度, 但是并不能抑制得到可充分满足防止发生崩刀、缺损等的程度。

[0021] 因此, 本发明人们对于 Ti 化合物层之中的至少一层 TiCN 层与由 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层进一步进行了研究, 将具有上述专利文献 1 所述的 $\text{TiCN}\{110\}$ 晶粒的至少一层的现有 TiCN 层例如作为第一阶段, 在下述条件下进行 1 小时化学蒸镀,

[0022] 以反应气体组成 - 体积 % 计为 $\text{TiCl}_4: 0.2 \sim 1\%$ 、 $\text{CH}_3\text{CN}: 0.01 \sim 0.05\%$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4: 0.05 \sim 0.1\%$ 、 $\text{N}_2: 10 \sim 30\%$ 、 H_2 : 剩余,

[0023] 反应气氛温度 : $700 \sim 780^\circ\text{C}$,

[0024] 反应气氛压力 : $25 \sim 45\text{kPa}$,

[0025] 之后, 作为第二阶段, 在下述条件下通过化学蒸镀形成时,

[0026] 以反应气体组成 - 体积 % 计为 $\text{TiCl}_4: 0.2 \sim 1\%$ 、 $\text{CH}_3\text{CN}: 0.3 \sim 2\%$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4: 0.05 \sim 3\%$ 、 $\text{N}_2: 10 \sim 30\%$ 、 H_2 : 剩余,

[0027] 反应气氛温度 : $700 \sim 780^\circ\text{C}$,

[0028] 反应气氛压力 : $25 \sim 45\text{kPa}$,

[0029] 该 TiCN 层 (以下称为改性 TiCN 层) 具备优异的高温强度与耐冲击性, 另外, 对于该改性 TiCN 层, 测定晶粒的 $\{110\}$ 面的法线与工具基体的表面的法线形成的倾斜角, 作成倾斜角度数分布图表时, 形成了 $0 \sim 10$ 度的倾斜角分区的 TiCN 晶粒 (以下用 $\text{TiCN}\{110\}$)

晶粒表示)占度数整体的40~70%的比例的改性TiCN层。

[0030] 在此基础上,发现例如在特定的两阶段的蒸镀条件下形成 α 型 Al_2O_3 层(以下称为改性 α 型 Al_2O_3 层)时,在由改性TiCN层构成的下部层的TiCN{110}晶粒外延的位置可形成具有由相对粗粒的 α 型 Al_2O_3 晶粒构成的组织结构的上部层。

[0031] 例如,上述两阶段的蒸镀条件如下所示。

[0032] 作为第一阶段,在下述条件下进行30分钟化学蒸镀,

[0033] 反应气体组成(体积%):

[0034] AlCl_3 :11~15%、

[0035] CO_2 :9~12%、

[0036] HCl :5~7%、

[0037] H_2 :剩余、

[0038] 反应气氛温度:1040~1060℃、

[0039] 反应气氛压力:6~10kPa、

[0040] 接着,作为第二阶段,

[0041] 反应气体组成(体积%):

[0042] AlCl_3 :2~5%、

[0043] CO_2 :3~9%、

[0044] HCl :1~5%、

[0045] H_2S :0.25~0.6%、

[0046] H_2 :剩余、

[0047] 反应气氛温度:960~1000℃、

[0048] 反应气氛压力:6~10kPa、

[0049] 通过在两阶段的条件下进行蒸镀,从而能够形成由改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层。

[0050] 而且,发现对于通过上述两阶段蒸镀形成的改性 α 型 Al_2O_3 层,用场致放射型扫描电子显微镜,对存在于其截面研磨面的测定范围内的具有六方晶格的每个晶粒照射电子束,测定作为所述晶粒的结晶面的(0001)面的法线与工具基体的表面的法线形成的倾斜角,将位于所述测定倾斜角之中的0~45度范围内的测定倾斜角以每0.25度的间距进行分区,并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时,具有35~45度范围内的倾斜角的晶粒(以下将其称为 Al_2O_3 (11-26)晶粒)存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的60%~85%的比例,具有0~10度范围内的倾斜角的晶粒(以下将其称为 Al_2O_3 (0001)晶粒)存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的15%~25%的比例,另外, Al_2O_3 (11-26)晶粒从层厚方向来看形成在下部层(改性TiCN层)的TiCN{110}晶粒外延的位置,进而通过场致放射型扫描电子显微镜对该 Al_2O_3 (11-26)晶粒进行组织观察时,在与层厚方向垂直的面内具有由粗大的晶粒构成的组织结构,而且, Al_2O_3 (11-26)晶粒的平均结晶粒径为 Al_2O_3 (11-26)晶粒以外的晶粒的平均结晶粒径的2~5倍,且为相对粗粒的晶粒。

[0051] 由上述改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层其自身具备耐崩刀性、耐缺损性优异的特性,但作为硬质包覆层形成后的后处理,例如对上部层(改性 α 型 Al_2O_3 层)的表面实施湿

喷砂处理时, Al_2O_3 (11-26) 晶粒形成微细的裂纹, 其结果是存在于上部层 (改性 α 型 Al_2O_3 层) 的内部的残留应力得到缓解, 对断续性冲击显示出更优异的耐崩刀性、耐缺损性。

[0052] 因此, 本发明的包覆工具通过蒸镀形成由包含上述改性 TiCN 层的下部层、以及上述改性 α 型 Al_2O_3 层构成的硬质包覆层, 从而即使用于伴随高发热并且冲击性且断续性负载作用于刀刃的高速断续切削条件下时, 硬质包覆层也具备更优异的耐冲击性、耐崩刀性, 在长期使用中发挥优异的切削性能。

[0053] 本发明是基于上述见解而完成的, 具有如下特征:

[0054] (1) 一种表面包覆切削工具, 其特征在于, 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蒸镀形成由下述 (a)、(b) 构成的硬质包覆层,

[0055] (a) 下部层为具有 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 的合计平均层厚且包括化学蒸镀形成的至少一层的 Ti 的碳氮化物层的 Ti 化合物层,

[0056] (b) 上部层为具有 $2 \sim 15 \mu\text{m}$ 的平均层厚且在化学蒸镀的状态下具有 α 型结晶结构的氧化铝层,

[0057] (c) 对于上述 (a) 的下部层之中的至少一层的 Ti 的碳氮化物层, 由具有以下结构的 Ti 的碳氮化物构成, 用场致放射型扫描电子显微镜, 对存在于上述工具基体的截面研磨面的测定范围内的具有立方晶格的每个晶粒照射电子束, 测定作为所述晶粒的结晶面的 {110} 面的法线与上述工具基体表面的法线形成的倾斜角, 将位于所述测定倾斜角之中的 $0 \sim 45$ 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区, 并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时, 具有 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角的晶粒 (用 TiCN {110} 晶粒表示) 存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $40 \sim 70\%$ 的比例,

[0058] (d) 对于上述 (b) 的上部层, 用场致放射型扫描电子显微镜, 由具有以下结构的氧化铝构成, 对存在于上述工具基体的截面研磨面的测定范围内的具有六方晶格的每个晶粒照射电子束, 测定作为所述晶粒的结晶面的 (0001) 面的法线与工具基体表面的法线形成的倾斜角, 将位于所述测定倾斜角之中的 $0 \sim 45$ 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区, 并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时, 具有 $35 \sim 45$ 度范围内的倾斜角的晶粒 (Al_2O_3 (11-26) 晶粒) 存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $60 \sim 85\%$ 的比例, 具有 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角的晶粒 (Al_2O_3 (0001) 晶粒) 存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 $15\% \sim 25\%$ 的比例,

[0059] (e) 上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒通过场致放射型扫描电子显微镜进行组织观察时, 在与层厚方向垂直的面内具有由粗大的晶粒构成的组织结构, 进一步地, 上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的平均结晶粒径为 Al_2O_3 (11-26) 晶粒以外的晶粒的平均结晶粒径的 $2 \sim 5$ 倍。

[0060] (2) 根据前述 (1) 所述的表面包覆切削工具, 其特征在于, 上述 (a) 的 Ti 化合物层包括 Ti 的碳化物层、氮化物层、碳氧化物层及碳氮氧化物层之中的一层或两层以上、以及至少一层的 Ti 的碳氮化物层。

[0061] (3) 根据前述 (1) 或 (2) 所述的表面包覆切削工具, 其特征在于, 上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒从层厚方向来看形成在上述 (c) 的 TiCN {110} 晶粒形成的位置的正上方或层厚方向延长线上。

[0062] 以下对本发明的包覆工具的硬质包覆层进行详细说明。

[0063] (a) 下部层的 Ti 化合物层

[0064] 下部层的 Ti 化合物层由 Ti 的碳化物 (TiC) 层、氮化物 (TiN) 层、碳氮化物 (TiCN) 层、碳氧化物 (TiCO) 层及碳氮氧化物 (TiCNO) 层之中的一层或两层以上构成,且其中的至少一层由在测定晶粒的 {110} 面的法线形成的倾斜角作成的倾斜角度数分布图表中,具有 0 ~ 10 度范围内的倾斜角的晶粒 (TiCN{110} 晶粒) 占度数整体的 40 ~ 70% 的比例的改性 TiCN 层构成。

[0065] 上述的改性 TiCN 层,即 TiCN{110} 晶粒占度数整体的 40 ~ 70% 的比例的 TiCN 层例如可以通过以下条件的化学蒸镀进行成膜。

[0066] 即,作为第一阶段,在下述条件下进行 1 小时化学蒸镀,

[0067] 以反应气体组成 - 体积%计为 TiCl_4 :0.2 ~ 1%、 CH_3CN :0.01 ~ 0.05%、 C_2H_4 :0.05 ~ 0.1%、 N_2 :10 ~ 30%、 H_2 :剩余,

[0068] 反应气氛温度:700 ~ 780℃,

[0069] 反应气氛压力:25 ~ 45kPa,

[0070] 之后,作为第二阶段,通过下述条件的化学蒸镀,

[0071] 以反应气体组成 - 体积%计为 TiCl_4 :0.2 ~ 1%、 CH_3CN :0.3 ~ 2%、 C_2H_4 :0.05 ~ 3%、 N_2 :10 ~ 30%、 H_2 :剩余,

[0072] 反应气氛温度:700 ~ 780℃,

[0073] 反应气氛压力:25 ~ 45kPa,

[0074] 能够形成高温强度和耐冲击性优异的改性 TiCN 层。

[0075] 另外, TiCN{110} 晶粒的度数比例按如下求出。

[0076] 用场致放射型扫描电子显微镜对存在于包覆改性 TiCN 层的工具基体的截面研磨面的测定范围内的具有立方晶格的每个晶粒照射电子束,测定作为所述晶粒的结晶面的 {110} 面的法线与上述工具基体表面的法线形成的倾斜角,将位于所述测定倾斜角之中的 0 ~ 45 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区,并且作成对存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表,在该倾斜角度数分布图表中,求出存在于 0 ~ 10 度范围内的倾斜角分区的晶粒 (TiCN{110} 晶粒) 的度数,另一方面,求出位于测定倾斜角范围 0 ~ 45 度范围内的全部度数,计算出所述 TiCN{110} 晶粒的度数占全部度数的比例,从而能够求出 TiCN{110} 晶粒的度数比例。

[0077] 由至少包括上述改性 TiCN 的 Ti 化合物层构成的下部层作为 α 型 Al_2O_3 层的下部层而存在,除了因自身具备的优异的高温强度有助于提高硬质包覆层的高温强度以外,还牢固地附着于工具基体和 α 型 Al_2O_3 层,具有提高硬质包覆层对工具基体的附着性的作用,特别是上述改性 TiCN 层具有优异的高温强度与优异的耐冲击性,有助于提高下部层的高温强度,提高耐崩刀性,但如果下部层的平均层厚不到 3 μm ,就无法充分发挥前述作用,另一方面,若其平均层厚超过 20 μm ,特别是在伴随高热产生的切削加工中容易引起热塑性变形,这成为不均匀磨损的原因,所以将其平均层厚定为 3 ~ 20 μm 。

[0078] (b) 上部层的改性 α 型 Al_2O_3 层

[0079] 在包括具有上述 TiCN{110} 晶粒的至少一层的改性 TiCN 层的下部层的表面,通过以下两阶段蒸镀,能够蒸镀形成由改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层。

[0080] 即,作为第一阶段,在下述条件下进行 30 分钟化学蒸镀,

[0081] 反应气体组成(体积%):

[0082] AlCl_3 :11 ~ 15%、

[0083] CO_2 :9 ~ 12%、

[0084] HCl :5 ~ 7%、

[0085] H_2 :剩余、

[0086] 反应气氛温度:1040 ~ 1060℃、

[0087] 反应气氛压力:6 ~ 10kPa,

[0088] 接着,作为第二阶段,在下述条件下进行蒸镀,从而能够形成由改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层,

[0089] 反应气体组成(体积%):

[0090] AlCl_3 :2 ~ 5%、

[0091] CO_2 :3 ~ 9%、

[0092] HCl :1 ~ 5%、

[0093] H_2S :0.25 ~ 0.6%、

[0094] H_2 :剩余、

[0095] 反应气氛温度:960 ~ 1000℃、

[0096] 反应气氛压力:6 ~ 10kPa。

[0097] 而且,对于通过上述两阶段蒸镀形成的改性 α 型 Al_2O_3 层形成以下的改性 α 型 Al_2O_3 层,用场致放射型扫描电子显微镜,对存在于其截面研磨面的测定范围内的具有六方晶格的每个晶粒照射电子束,测定作为所述晶粒的结晶面的(0001)面的法线与工具基体的表面的法线形成的倾斜角,将位于所述测定倾斜角之中的 0 ~ 45 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区,并且以存在于各分区内的度数进行总计而成的倾斜角度数分布图表表示时,具有 35 ~ 45 度范围内的倾斜角的晶粒(Al_2O_3 (11-26)晶粒)存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 60 ~ 85% 的比例,具有 0 ~ 10 度范围内的倾斜角的晶粒(Al_2O_3 (0001)晶粒)存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 15 ~ 25% 的比例。

[0098] 用场致放射型扫描电子显微镜观察上述改性 α 型 Al_2O_3 层的纵截面时,可知在下部层的改性 TiCN 层的 TiCN{110} 晶粒外延的位置形成有 Al_2O_3 (11-26) 晶粒。

[0099] 另外,对于与膜厚方向垂直的面内的改性 α 型 Al_2O_3 层,同样用场致放射型扫描电子显微镜进行组织观察时,如图 1 所示,观察到存在于该面内的上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的平均结晶粒径为 Al_2O_3 (11-26) 晶粒以外的晶粒的平均结晶粒径的 2 ~ 5 倍, Al_2O_3 (11-26) 晶粒为相对粗粒。

[0100] 由上述改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层在通常的 Al_2O_3 层具有的高硬度与耐热性的基础上,通过以倾斜角度数分布图表中的度数比例存在 60 ~ 85% 的上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒、15% ~ 25% 以上的上述 Al_2O_3 (0001) 晶粒,从而在伴随着高热产生且断续性、冲击性负载作用的高速断续切削加工中,发挥更优异的耐崩刀性、耐缺损性。

[0101] 然而,上部层的平均层厚不到 2 μm 时,无法充分发挥希望的优异耐磨损性,另一方面,因其平均层厚超过 15 μm 而过厚时,容易发生崩刀,所以其平均层厚定为 2 ~ 15 μm 。

[0102] 在本发明的包覆工具中,作为硬质包覆层,通过蒸镀形成包括至少一层的改性 TiCN 层的下部层、以及由改性 α 型 Al_2O_3 层构成的上部层,从而发挥优异的耐崩刀性,但作为硬质包覆层形成后的后处理,例如通过对改性 α 型 Al_2O_3 层表面实施湿喷砂处理,从而使上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒生成微细的裂纹,由此缓解改性 α 型 Al_2O_3 层的内部残留应力,从而在高速断续切削加工中,能够进一步提高耐崩刀性、耐缺损性。

[0103] 本发明的包覆工具即使在伴随高热产生并且断续性、冲击性负载作用于刀刃的高速断续切削条件下进行各种钢或铸铁等的切削时,硬质包覆层的下部层也具备优异的高温强度、耐冲击性,硬质包覆层的上部层在高硬度和耐热性的基础上,也具备优异的耐崩刀性、耐缺损性,从而能够在长期使用中发挥优异的切削性能,进一步延长使用寿命。

附图说明

[0104] 图 1(a) 表示与本发明包覆工具 11 的上部层(改性 α 型 Al_2O_3 层)的层厚方向平行的面内的组织示意图,另外图 1(b) 表示与本发明包覆工具 11 的上部层(改性 α 型 Al_2O_3 层)的层厚方向垂直的面内的组织示意图。

[0105] 图 2 表示对本发明包覆工具 2 的下部层的改性 TiCN 层的 {110} 面测定的倾斜角度数分布图表。

[0106] 图 3 表示对本发明包覆工具 2 的上部层的改性 α 型 Al_2O_3 层的 (0001) 面测定的倾斜角度数分布图表。

具体实施方式

[0107] 接着,通过实施例具体说明本发明的包覆工具。

[0108] 作为原料粉末,准备均具有 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 的平均粒径的表 1 所示的粉末,将这些原料粉末配合成表 1 所示的配合组成,并且加入石蜡在丙酮中球磨混合 24 小时,减压干燥之后,以 98MPa 的压力挤压成型为预定形状的压坯,在 5Pa 的真空中,在 $1370 \sim 1470^\circ\text{C}$ 的范围内的预定温度中保持 1 小时的条件下真空烧结该压坯,烧结之后,通过对刀刃部施加 $R: 0.07\text{mm}$ 的珩磨加工来分别制作具有 ISO • CNMG160412 规定的多刀刀片形状的 WC 基硬质合金制工具基体 1 ~ 10。

[0109] 另外,作为原料粉末,准备均具有 $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ 的平均粒径的表 2 所示的粉末,将这些原料粉末配合成表 2 所示的配合组成,用球磨机进行 24 小时湿式混合,干燥之后,以 98MPa 的压力挤压成型为压坯,在 1.3kPa 的氮气气氛中,在以温度: 1540°C 中保持 1 小时的条件下烧结该压坯,烧结之后,通过对刀刃部施加 $R: 0.07\text{mm}$ 的珩磨加工来制作具有 ISO 规格 • CNMG160412 的刀片形状的 TiCN 基金属陶瓷制工具基体 11 ~ 16。

[0110] 接着,将这些工具基体 1 ~ 10 及工具基体 11 ~ 16 分别装入通常的化学蒸镀装置中,用表 3(表 3 中的 1-TiCN 表示日本专利公开平 6-8010 号公报中记载的具有纵向生长结晶组织的 TiCN 层的形成条件,除此以外表示通常的粒状结晶组织的形成条件)所示的条件和表 5 所示的改性 TiCN 层的形成条件,以表 7 所示的目标层厚蒸镀形成 Ti 化合物层作为硬质包覆层的下部层,

[0111] 接着,用表 6 所示的两阶段蒸镀条件,以表 7 所示的目标层厚蒸镀形成改性 α 型 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的上部层,从而分别制造本发明包覆工具 1 ~ 16。

[0112] [表 1]

[0113]

种类		配合组成(质量%)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	TaN	WC
工具基体	A	5.7	-	-	0.1	-	-	0.3	-	-	剩余
	B	9	8	-	-	-	8	-	-	-	剩余
	C	5.7	2.3	-	-	-	2	0.1	1.5	-	剩余
	D	6.4	2.5	-	-	-	3	0.2	1.5	-	剩余
	E	8.5	2	0.5	-	4	0.5	-	1.3	0.1	剩余

[0114] [表 2]

[0115]

种类		配合组成(质量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工具基体	a	12	6	-	10	-	10	16	剩余
	b	7	7	-	5	-	7.5	-	剩余
	c	5	-	-	-	1	6	10	剩余
	d	9	6	-	11	2	-	-	剩余
	e	8	5	1	8	-	10	10	剩余

[0116] [表 3]

[0117]

硬质包覆层(下部层)		形成条件(反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为℃)		
种类	组成(数字表示原子比)	反应气体组成(体积%)	反应气氛	
			压力	温度
TiC 层	TiC	TiCl ₄ : 4.2%, CH ₄ : 8.5%, H ₂ : 剩余	7	1020
TiN 层 (第一层)	TiN	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 30%, H ₂ : 剩余	30	900
TiN 层 (其他层)	TiN	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 35%, H ₂ : 剩余	50	1040
I-TiC _{0.5} N _{0.5} 层	TiC _{0.5} N _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 20%, CH ₃ CN: 0.6%, H ₂ : 剩余	7	900
TiCN 层	TiC _{0.5} N _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : 剩余	12	1020
TiCO 层	TiC _{0.5} O _{0.5}	TiCl ₄ : 4.2%, CO: 4%, H ₂ : 剩余	7	1020
TiCNO 层	TiC _{0.3} N _{0.3} O _{0.4}	TiCl ₄ : 4.2%, CO: 3%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : 剩余	20	1020
现有 α 型 Al ₂ O ₃ 层	α-Al ₂ O ₃	AlCl ₃ : 2.2%, CO ₂ : 5.5%, HCl: 2.2%, H ₂ S: 0.2%, H ₂ : 剩余	7	1000

[0118] [表 4]

[0119]

形成 记号	现有 TiCN 形成条件(反应气氛的压力表示为 kPa, 温度表示为℃)		
	反应气体组成(体积%)	反应气氛	
		压力	温度
A	TiCl ₄ : 0.2%, CH ₃ CN: 0.3%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	25	700
B	TiCl ₄ : 0.6%, CH ₃ CN: 0.6%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	30	720
C	TiCl ₄ : 0.8%, CH ₃ CN: 0.9%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	35	740
D	TiCl ₄ : 1.0%, CH ₃ CN: 1.2%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	40	760
E	TiCl ₄ : 1%, CH ₃ CN: 1.5%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	45	780
F	TiCl ₄ : 0.8%, CH ₃ CN: 2%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	25	700

[0120] [表 5]

[0121]

形成 记号	本发明的改性 TiCN 形成条件			
	反应气体组成 (体积 %)		反应气氛	
			压力 (kPa)	温度 (°C)
A1	第一阶段	TiCl ₄ : 0.2%, CH ₃ CN: 0.01%, C ₂ H ₄ : 0.1%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	25	700
	第二阶段	TiCl ₄ : 0.2%, CH ₃ CN: 0.3%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	25	700
B1	第一阶段	TiCl ₄ : 0.4%, CH ₃ CN: 0.01%, C ₂ H ₄ : 0.08%, N ₂ : 20%, H ₂ : 剩余	30	720
	第二阶段	TiCl ₄ : 0.6%, CH ₃ CN: 0.6%, C ₂ H ₄ : 0.5%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	30	720
C1	第一阶段	TiCl ₄ : 0.5%, CH ₃ CN: 0.02%, C ₂ H ₄ : 0.07%, N ₂ : 20%, H ₂ : 剩余	35	740
	第二阶段	TiCl ₄ : 0.8%, CH ₃ CN: 0.9%, C ₂ H ₄ : 0.1%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	35	740
D1	第一阶段	TiCl ₄ : 0.6%, CH ₃ CN: 0.03%, C ₂ H ₄ : 0.06%, N ₂ : 30%, H ₂ : 剩余	40	760
	第二阶段	TiCl ₄ : 1.0%, CH ₃ CN: 1.2%, C ₂ H ₄ : 1%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	40	760
E1	第一阶段	TiCl ₄ : 0.8%, CH ₃ CN: 0.04%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 30%, H ₂ : 剩余	45	780
	第二阶段	TiCl ₄ : 1%, CH ₃ CN: 1.5%, C ₂ H ₄ : 2%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	45	780
F1	第一阶段	TiCl ₄ : 1%, CH ₃ CN: 0.05%, C ₂ H ₄ : 0.05%, N ₂ : 30%, H ₂ : 剩余	25	700
	第二阶段	TiCl ₄ : 0.8%, CH ₃ CN: 2%, C ₂ H ₄ : 3%, N ₂ : 10%, H ₂ : 剩余	25	700

[0122] [表 6]

[0123]

形成 记号	本发明的改性 Al ₂ O ₃ 形成条件			
	反应气体组成 (体积)		反应气氛	
			压力 (kPa)	温度 (°C)
A	第一阶段	AlCl ₃ : 11%, CO ₂ : 9%, HCl: 5%, H ₂ 剩余	6	1040
	第二阶段	AlCl ₃ : 2%, CO ₂ : 3%, HCl: 2%, H ₂ S: 0.25%, H ₂ 剩余	6	1000
B	第一阶段	AlCl ₃ : 12%, CO ₂ : 9%, HCl: 6%, H ₂ 剩余	6	1050
	第二阶段	AlCl ₃ : 3%, CO ₂ : 5%, HCl: 1%, H ₂ S: 0.5%, H ₂ 剩余	10	980
C	第一阶段	AlCl ₃ : 13%, CO ₂ : 9%, HCl: 7%, H ₂ 剩余	8	1060
	第二阶段	AlCl ₃ : 4%, CO ₂ : 6%, HCl: 3%, H ₂ S: 0.6%, H ₂ 剩余	8	960
D	第一阶段	AlCl ₃ : 14%, CO ₂ : 9%, HCl: 7%, H ₂ 剩余	10	1040
	第二阶段	AlCl ₃ : 5%, CO ₂ : 9%, HCl: 5%, H ₂ S: 0.4%, H ₂ 剩余	6	980
E	第一阶段	AlCl ₃ : 15%, CO ₂ : 9%, HCl: 7%, H ₂ 剩余	8	1050
	第二阶段	AlCl ₃ : 3%, CO ₂ : 7%, HCl: 4%, H ₂ S: 0.5%, H ₂ 剩余	10	1000
F	第一阶段	AlCl ₃ : 11%, CO ₂ : 9%, HCl: 6%, H ₂ 剩余	10	1060
	第二阶段	AlCl ₃ : 2%, CO ₂ : 5%, HCl: 3%, H ₂ S: 0.3%, H ₂ 剩余	10	1000

[0124] 对于上述本发明包覆工具 1 ~ 16 的改性 TiCN 层、改性 α 型 Al₂O₃ 层, 用场致放射型扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置, 分别作成倾斜角度数分布图表。

[0125] 即, 对于上述改性 TiCN 层的倾斜角度数分布图表, 在将改性 TiCN 层的截面作为研磨面的状态下, 放置在场致放射型扫描电子显微镜的镜筒内, 对所述研磨面以 70 度的入射角、1nA 的照射电流对存在于上述截面研磨面的测定范围内的每个晶粒照射 15kV 的加速电压的电子束, 用电子背散射衍射装置在 30×50 μm 的区域以 0.1 μm/step 的间隔, 测定作为所述晶粒的结晶面的 {110} 面的法线与工具基体表面的法线形成的倾斜角, 基于该测定结果, 将位于上述测定倾斜角之中的 0 ~ 45 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区, 并且通过对存在于各分区内的度数进行总计而作成, 根据该倾斜角度数分布图表, 求出具有 0 ~ 10 度范围内的倾斜角的晶粒 (TiCN {110} 晶粒) 的度数比例。

[0126] 表 7 示出了这些值。

[0127] 同样地,对于上述改性 α 型 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图表,在将上述改性 α 型 Al_2O_3 层的表面作为研磨面的状态下,放置在场致放射型扫描电子显微镜的镜筒内,对所述研磨面以 70 度的入射角、1nA 的照射电流对存在于上述截面研磨面的测定范围内的每个晶粒照射 15kV 的加速电压的电子束,用电子背散射衍射装置在 $30 \times 50 \mu\text{m}$ 的区域以 $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ 的间隔,测定作为所述晶粒的结晶面的 (0001) 的法线与工具基体的表面的法线形成的倾斜角,基于该测定结果,将位于上述测定倾斜角之中的 $0 \sim 45$ 度范围内的测定倾斜角以每 0.25 度的间距进行分区,并且通过对存在于各分区内的度数进行总计而作成,根据该倾斜角度数分布图表,求出具有 $35 \sim 45$ 度范围内的倾斜角的晶粒 (Al_2O_3 (11-26) 晶粒) 的度数比例与具有 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角的晶粒 (Al_2O_3 (0001) 晶粒) 的度数比例。表 7 示出这些值。

[0128] 此外,图 2 作为一例表示对本发明包覆工具 2 的下部层的改性 TiCN 层的 {110} 面测定的倾斜角度数分布图表。

[0129] 另外,图 3 作为一例表示对本发明包覆工具 2 的上部层 (改性 α 型 Al_2O_3 层) 的 (0001) 面测定的倾斜角度数分布图表。

[0130] 另外,对于本发明包覆工具 1 ~ 16 的改性 α 型 Al_2O_3 层,用场致放射型扫描电子显微镜观察与膜厚方向平行的面及垂直的面的组织,确认 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的形状,并且测定了其平均结晶粒径。

[0131] 上述平均结晶粒径测定在通过场致放射型扫描电子显微镜观察到的与膜厚方向垂直的面的组织中,在与膜厚方向垂直的方向上以 $50 \mu\text{m}$ 的幅度,从上部层改性 α 型 Al_2O_3 层的最表面在膜厚方向上以上部层的膜厚的 1/2 的距离引出与膜厚方向垂直的直线,求出该直线与形成上部层的改性 α 型 Al_2O_3 层的 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的交点的距离 d,将以上述相同方法在 5 处不同的与膜厚方向垂直的方向上以 $50 \mu\text{m}$ 的幅度求出的距离 d 的平均值作为 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的平均粒径。

[0132] 另外,对于上述本发明包覆工具 1 ~ 16 之中的几个包覆工具使用湿喷砂,作为喷射研磨剂,在投射压 1 ~ 10MPa 的条件下以氧化铝磨粒 (#100 ~ 1000) 对上部层 (改性 α 型 Al_2O_3 层) 表面实施湿喷砂处理,形成微细裂纹。

[0133] [表 7]

种类	工具基体记号	硬质包覆层												上部层[改性 Al ₂ O ₃ 层]					湿喷砂处理
		下部层					改性 TiCN 层												
		第一层 (μm)	第二层 (μm)	第三层 (μm)	第四层 (μm)	形成记号	目标层厚 (μm)	{110}面显示最高峰的倾斜角分区(度)	0~10度的倾斜角分区的度数比例(%)	上部层形成记号	目标层厚 (μm)	35~45度的倾斜角分区的度数比例(%)	0~10度的倾斜角分区的度数比例(%)	粗大晶粒的平均粒径 (μm)					
本发 明 包 覆 工 具	1	a	TiN (1)	改性 TiCN (7)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	A1	7	0.25-0.50	62	B	4	72	16	6.3	有			
	2	A	TiCN (1)	改性 TiCN (8.5)	TiCO (0.5)	-	B1	8.5	1.00-1.25	48	C	7	64	22	6.5	有			
	3	b	TiN (1)	改性 TiCN (3)	TiC (4)	TiCNO (1)	C1	3	3.50-3.75	56	D	9	77	18	7.6	有			
	4	B	TiC (1)	改性 TiCN (19)	-	-	D1	19	4.00-4.25	62	E	3	70	23	4.4	无			
	5	c	TiN (1)	改性 TiCN (4.5)	TiCNO (0.5)	-	E1	4.5	8.50-8.75	68	F	5	75	24	5.4	无			
	6	C	TiN (0.5)	改性 TiCN (1.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	F1	1.5	6.00-6.25	68	A	6	85	15	6.4	无			
	7	d	TiN (0.5)	改性 TiCN (10)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	A1	10	0.50-0.75	58	B	8.5	75	19	7.1	无			
	8	D	TiN (1)	改性 TiCN (9)	-	-	B1	9	1.75-2.00	40	C	2	60	30	4.1	无			
	9	e	TiC (1)	改性 TiCN (1)	TiCO (1)	-	C1	1	2.75-3.00	58	D	4.5	75	17	4.7	无			
	10	E	TiN (1)	TiC (1)	改性 TiCN (7)	TiCO (1)	D1	7	4.75-5.00	64	E	10	68	20	7.8	无			
	11	A	TiN (0.3)	改性 TiCN (5)	TiCNO (0.7)	TiCO (0.1)	E1	5	9.75-10.00	67	F	12	77	15	7.9	无			
	12	a	TiN (1)	改性 TiCN (18.5)	TiCO (0.5)	-	F1	18.5	5.50-5.75	70	A	15	82	16	7.4	无			
	13	B	TiN (0.5)	改性 TiCN (12)	TiN (0.5)	TiCNO (0.2)	A1	12	0.75-0.10	64	B	11	73	20	6.8	无			
	14	b	TiN (0.6)	改性 TiCN (7)	TiCNO (0.3)	-	B1	7	2.00-2.25	51	C	14	61	16	7.5	无			
	15	C	TiN (0.4)	改性 TiCN (3)	TiCN (0.5)	TiCO (0.1)	C1	3	2.50-2.75	60	D	7	76	22	6.5	有			
	16	d	TiN (0.5)	改性 TiCN (10)	TiC (2)	TiCN (0.3)	D1	10	5.25-5.50	65	E	5.5	73	18	4.8	有			

本发明包覆工具

[0134] 为了比较,对于上述工具基体 1~6,用表 3 所示的条件和表 4 所示的现有 TiCN 层的形成条件,蒸镀形成表 9 所示的目标层厚的 Ti 化合物层作为硬质包覆层的下部层,接着,用表 3 所示的条件,以目标层厚蒸镀形成 α 型 Al₂O₃ 层作为硬质包覆层的上部层,从而制造比较包覆工具 1~6。

[0135] 另外,对于上述工具基体 7~12,用表 3 所示的条件,蒸镀形成表 9 所示的目标层

厚的 Ti 化合物层作为硬质包覆层的下部层,接着,用表 8 所示的蒸镀条件,蒸镀形成表 9 所述的目标层厚的 α 型 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的上部层,从而制造比较包覆工具 7 ~ 12。

[0136] 进一步地,对于上述工具基体 13 ~ 16,用表 3 所示的 TiCN 的形成条件和表 4 所示的现有 TiCN 层的形成条件,蒸镀形成表 9 所示的目标层厚的 Ti 化合物层作为硬质包覆层的下部层,接着,用表 8 所示的蒸镀条件,蒸镀形成表 9 所示的目标层厚的 α 型 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的上部层,从而分别制造参考包覆工具 13 ~ 16。

[0137] 接着,对于构成上述比较包覆工具 1 ~ 12 和参考包覆工具 13 ~ 16 的硬质包覆层的下部层(包括现有 TiCN 层、表 3 所述的 TiCN 层、1-TiCN 层)和上部层(α 型 Al_2O_3 层),与本发明包覆工具 1 ~ 16 的情况同样用场致放射型扫描电子显微镜和电子背散射衍射装置,分别作成倾斜角度数分布图表,求出 TiCN{110} 晶粒、 Al_2O_3 (11-26) 晶粒和 Al_2O_3 (0001) 晶粒的度数比例。

[0138] 表 9 示出了这些值。

[0139] 进一步地,对于比较包覆工具 1 ~ 12 和参考包覆工具 13 ~ 16 的上部层(α 型 Al_2O_3 层),用场致放射型扫描电子显微镜观察其组织,测定了 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的有无、形状及其平均结晶粒径。

[0140] 表 9 示出了观察结果。

[0141] [表 8]

[0142]

形成 记号	Al_2O_3 晶核形成条件以及加热处理条件				
	Al_2O_3 晶核形成条件(体积)			加热处理	
	Al_2O_3 晶核形成气体组成(体积)	反应气氛		反应气氛 (Ar 气氛)	
		压力 (kPa)	温度 (℃)	压力 (kPa)	温度 (℃)
A	AlCl_3 :3%, CO_2 : 0.5%, C_2H_2 : 0.01%, SF_6 : 0.01, H_2 剩余	3	750	3	930
B	AlCl_3 :5%, CO_2 : 1%, C_2H_2 : 0.05%, SF_6 : 0.05, H_2 剩余	5	800	5	950
C	AlCl_3 :7%, CO_2 : 1.5%, C_2H_2 : 0.1%, SF_6 : 0.1, H_2 剩余	7	850	7	1000
D	AlCl_3 :9%, CO_2 : 2%, C_2H_2 : 0.15%, SF_6 : 0.15, H_2 剩余	9	900	9	1020
E	AlCl_3 :10%, CO_2 : 3%, C_2H_2 : 0.2%, SF_6 : 0.2, H_2 剩余	13	900	13	1050
F	AlCl_3 :10%, CO_2 : 0.5%, C_2H_2 : 0.3%, SF_6 : 0.01, H_2 剩余	7	900	7	1000

[0143] * Al_2O_3 晶核形成后,以表 3 所述的通常 α 型 Al_2O_3 层的形成条件下在成膜后实施加热处理

[0144]

[表 9]

种类	工具基体记号	硬质包覆层													
		下部层					上部层[改性Al ₂ O ₃ 层]								
		第一层 (μm)	第二层 (μm)	第三层 (μm)	第四层 (μm)	TiCN层		晶核形成 以及加热 处理记号	加热处理 Al ₂ O ₃ 晶核 的分布比 例	目标层厚 (μm)	35~45度的 倾斜角分区 的度数比例 (%)	0~10度的 倾斜角分区 的度数比例 (%)	平均 结晶粒径 (μm)		
比较包覆工具	1	a	TiN (1)	现有 TiCN (7)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	A	7	67	-	4	25	0	1.3	
	2	A	TiCN (1)	现有 TiCN (8.5)	TiCO (0.5)	-	B	8.5	58	-	7	20	2	1.8	
	3	b	TiN (1)	现有 TiCN (3)	TiC (4)	TiCNO (1)	C	3	66	-	9	23	3	1.9	
	4	B	TiC (1)	现有 TiCN (19)	-	-	D	19	70	-	3	24	4	1.2	
	5	c	TiN (1)	现有 TiCN (4.5)	TiCNO (0.5)	-	E	4.5	69	-	5	26	7	1.5	
	6	C	TiN (0.5)	现有 TiCN (1.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	F	1.5	50	-	6	23	0	1.4	
	7	d	TiN (0.5)	1-TiCN (10)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	A	10	10	C	120.5	8.5	75	0	1.6
	8	D	TiN (1)	1-TiCN (9)	-	-	-	9	5	A	55.4	2	60	0	1.2
	9	e	TiC (1)	1-TiCN (1)	TiCO (1)	-	-	1	4	D	163.4	4.5	75	0	1.4
	10	E	TiN (1)	TiC (1)	1-TiCN (7)	TiCO (1)	-	7	2	B	80	10	68	0	1.9
	11	A	TiN (0.3)	1-TiCN (5)	TiCNO (0.7)	TiCO (0.1)	-	5	0	E	189.2	12	77	0	1.7
	12	a	TiN (1)	1-TiCN (18.5)	TiCO (0.5)	-	-	18.5	6	F	6.3	15	46	0	2
	13	B	TiN (0.5)	现有 TiCN (12)	TiN (0.5)	TiCNO (0.2)	A	12	68	D	189.3	11	85	0	1.9
	14	b	TiN (0.6)	现有 TiCN (7)	TiCNO (0.3)	-	B	7	60	B	72.3	14	65	0	2
	15	C	TiN (0.4)	现有 TiCN (3)	TiCN (0.5)	TiCO (0.1)	C	3	68	E	194.2	7	83	0	1.7
	16	d	TiN (0.5)	现有 TiCN (10)	TiC (2)	TiCN (0.3)	D	10	75	C	170.3	5.5	77	0	1.5

(注) 比较包覆工具 7~12 的“1-TiCN”、参考包覆工具 15、16 的“TiCN”为表 3 所述的化合物。

[0145] 由表 7 和表 9 的比较得知,将本发明包覆工具 1~16 的上部层的改性 α 型 Al_2O_3 层中的 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的度数比例、 Al_2O_3 (0001) 晶粒的度数比例与比较包覆工具 1~6 的上部层的 α 型 Al_2O_3 层进行比较时,本发明包覆工具 1~16 的 Al_2O_3 (11-26) 晶粒的度数比例为 60~85%, Al_2O_3 (0001) 晶粒的度数比例为 15%~25%,与此相对,比较包覆工具 1~

6 的现有 TiCN 层的 TiCN{110} 晶粒的度数比例为 50% 以上,上部层 Al₂O₃ 层的 Al₂O₃(11-26) 晶粒的度数比例不到 30%,Al₂O₃(0001) 晶粒的度数比例不到 10%,在比较包覆工具 7 ~ 12 中,1-TiCN 层的 TiCN{110} 晶粒的度数比例不到 10%,上部层 Al₂O₃ 层的 Al₂O₃(11-26) 晶粒的度数比例为 45% 以上, Al₂O₃(0001) 晶粒的度数比例不到 10% (0%),另外,参考包覆工具 13 ~ 16 的现有 TiCN 层的 TiCN{110} 晶粒的度数比例为 60% 以上,上部层 Al₂O₃ 层的 Al₂O₃(11-26) 晶粒的度数比例为 60% 以上, Al₂O₃(0001) 晶粒的度数比例不到 10% (0%)。

[0146] 接着,对于上述本发明包覆工具 1 ~ 16、比较包覆工具 1 ~ 12 以及参考包覆工具 13 ~ 16,均以固定夹具在工具的钢制切刀的前端部拧紧的状态,以下述条件(称为切削条件 A)进行碳素钢的湿式高速断续切削试验(通常的切削速度为 300m/min),

[0147] 被切削材料:JIS • S30C 沿长度方向等间隔配置的 4 条有纵槽圆棒、

[0148] 切削速度:480m/min、

[0149] 吃刀深度:1.0mm、

[0150] 进给速度:0.2mm/rev、

[0151] 切削时间:8 分钟;

[0152] 以下述条件(称为切削条件 B)进行合金钢的湿式高速断续切削试验(通常的切削速度为 300m/min),

[0153] 被切削材料:JIS • SCM415 沿长度方向等间隔配置的 4 条有纵槽圆棒、

[0154] 切削速度:450m/min、

[0155] 吃刀深度:1.2mm、

[0156] 进给速度:0.2mm/rev、

[0157] 切削时间:8 分钟;

[0158] 以下述条件(称为切削条件 C)进行铸铁的干式断续高吃刀深度切削试验(通常的切削速度为 300m/min),

[0159] 被切削材料:JIS • FCD450 沿长度方向等间隔配置的 4 条有纵槽圆棒、

[0160] 切削速度:400m/min、

[0161] 吃刀深度:1.5mm、

[0162] 进给速度:0.15mm/rev、

[0163] 切削时间:8 分钟,

[0164] 在所有的切削试验中测定了刀刃的后刀面磨损宽度。表 10 示出其测定结果。

[0165] [表 10]

[0166]

种类		后刀面磨损宽度 (mm)			种类		切削试验结果 (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)
本发明的包覆工具	1	0.18	0.19	0.20	比较包覆工具	1	3.5*	3.4*	3.2*
	2	0.18	0.19	0.20		2	3.5*	3.4*	3.2*
	3	0.18	0.19	0.20		3	3.5*	3.4*	3.2*
	4	0.37	0.38	0.39		4	0.5*	0.7*	0.8*
	5	0.26	0.25	0.27		5	1.5*	1.4*	1.2*
	6	0.39	0.41	0.40		6	0.6*	0.8*	1.0*
	7	0.34	0.33	0.35		7	1.2*	1.0*	1.1*
	8	0.35	0.37	0.36		8	0.8*	0.7*	0.5*
	9	0.36	0.38	0.37		9	0.7*	0.6*	0.4*
	10	0.25	0.24	0.26		10	1.6*	1.5*	1.4*
	11	0.35	0.36	0.35		11	0.5*	0.4*	0.2*
	12	0.38	0.39	0.39		12	1.1*	1.2*	1.0*
	13	0.28	0.27	0.29	参考包覆工具	13	2.0*	1.8*	1.6*
	14	0.39	0.40	0.41		14	0.8*	0.6*	0.6*
	15	0.16	0.17	0.18		15	2.5*	2.4*	2.3*
	16	0.17	0.18	0.19		16	2.4*	2.2*	2.0*

[0167] 比较包覆工具以及参考包覆工具的切削试验结果表示崩刀或后刀面磨损 (寿命判定基准 0.5mm) 为原因达到寿命的切削时间 (分钟)。

[0168] 此外, 栏中的 * 标记表示崩刀为原因达到寿命的情况。

[0169] 从表 7、9、10 所示的结果可知, 本发明包覆工具 1 ~ 16 特别是其上部层由改性 α 型 Al_2O_3 层构成, 在通常的 Al_2O_3 层具有的高硬度与耐热性的基础上, 通过以倾斜角度数分布图表中的度数比例存在 60% 以上的上述 Al_2O_3 (11-26) 晶粒、15% 以上的上述 Al_2O_3 (0001) 晶粒, 从而在伴随着高热产生且断续性、冲击性负载作用的高速断续切削加工中, 发挥更优异的耐崩刀性、耐缺损性。

[0170] 可知, 特别是对上部层实施湿喷砂处理, 在 Al_2O_3 (11-26) 晶粒形成了微细裂纹的本发明包覆工具 1、2、3、15、16 中, 发挥更优异的耐崩刀性、耐缺损性。

[0171] 本发明工具在下部层的改性 TiCN 层中, TiCN {110} 晶粒占度数整体的 40 ~ 70% 的比例, 且在上部层的改性 Al_2O_3 层中, Al_2O_3 (11-26) 晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 60 ~ 85% 的比例, Al_2O_3 (0001) 晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 15 ~ 25% 的比例, 从而与具有下部层中 TiCN {110} 晶粒占度数整体的 50 ~ 70% 的比例的现有 TiCN 层的比较包覆工具 1 ~ 6 和上具有部层中 Al_2O_3 (11-26) 晶粒占度数整体的 45% 的比例的 Al_2O_3 层的比较包覆工具 7 ~ 12 相比较, 具有优异的耐崩刀性, 可以认为大概是由于本发明工具通过上述上部层与下部层的组合, 上部层中存在 Al_2O_3 (11-26) 粗大粒, 从而缓解了上部层的拉伸应力。

[0172] 另外, 参考包覆工具 13 ~ 16 在下部层的改性 TiCN 层中, TiCN {110} 晶粒占度数整体的 50 ~ 70% 的比例, 且在上部层的改性 Al_2O_3 层中, Al_2O_3 (11-26) 晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计占倾斜角度数分布图表中的度数整体的 45% 的比例, 但认为由于 Al_2O_3 (0001) 晶粒存在于该倾斜角分区的度数的合计低至不到 10%, 因此与本发明工具比较时, 在高速断续切削时因耐崩刀性而在短时间内达到工具寿命。

[0173] 产业可利用性

[0174] 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的条件下的连续切削

或断续切削,而且特别在伴随着高热产生断续性、冲击性负载作用于刀刃的高速断续切削加工中也显示优异的耐崩刀性,在长期中发挥优异的切削性能,因此能够充分满足并对应切削装置的高性能化以及切削加工的节省劳力化和节能化,进而低成本化。

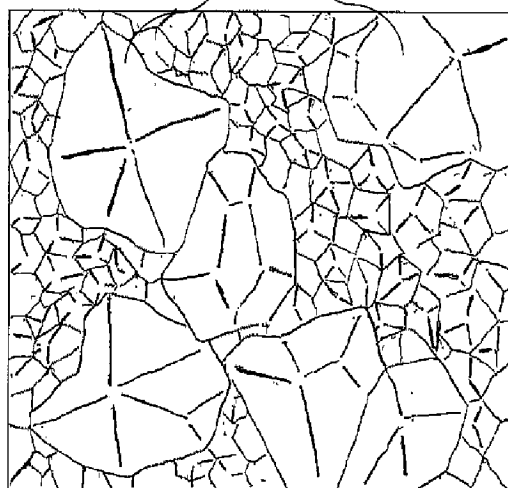
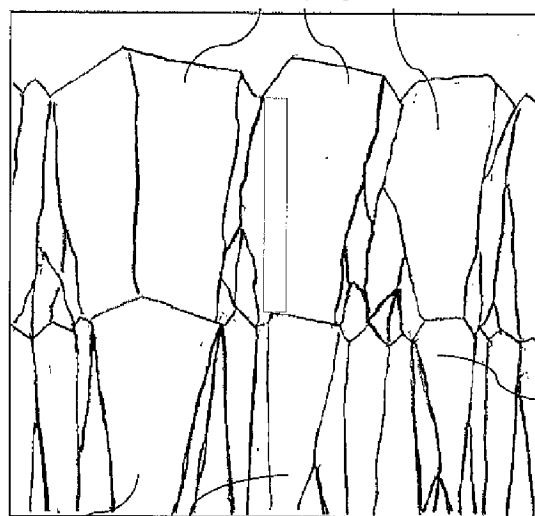
$\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒6 μm

图 1(a)

 $\text{Al}_2\text{O}_3(11-26)$ 晶粒

TiCN[110] 晶粒

TiCN[110] 晶粒

6 μm

图 1(b)

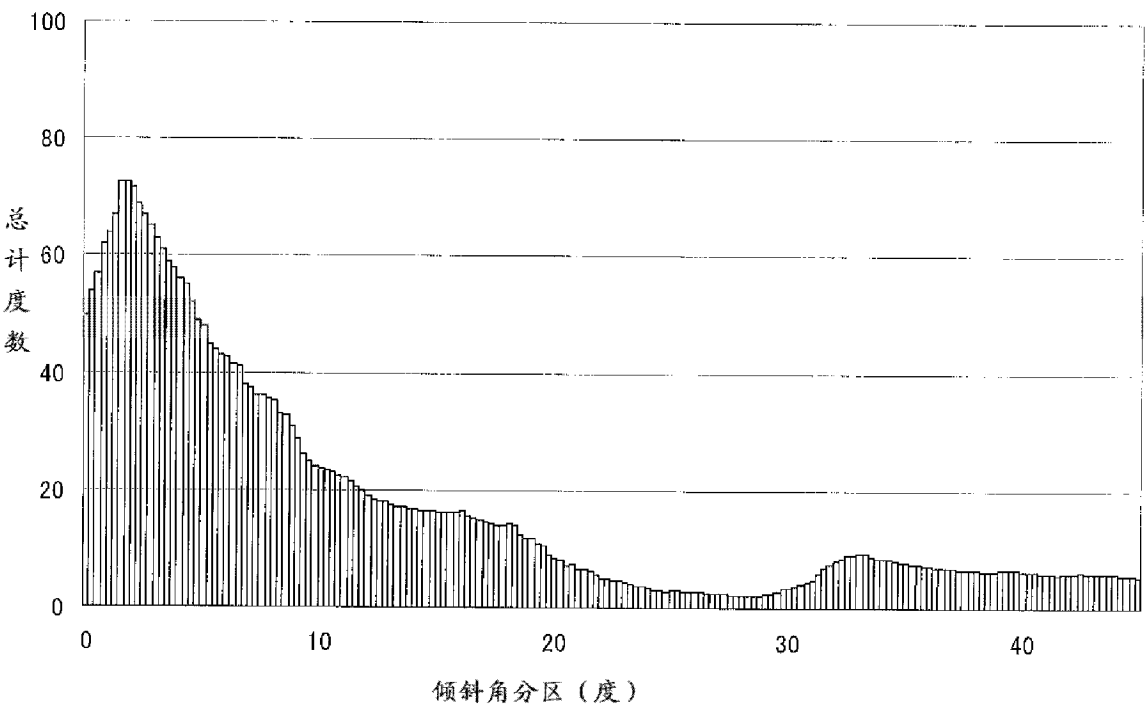


图 2

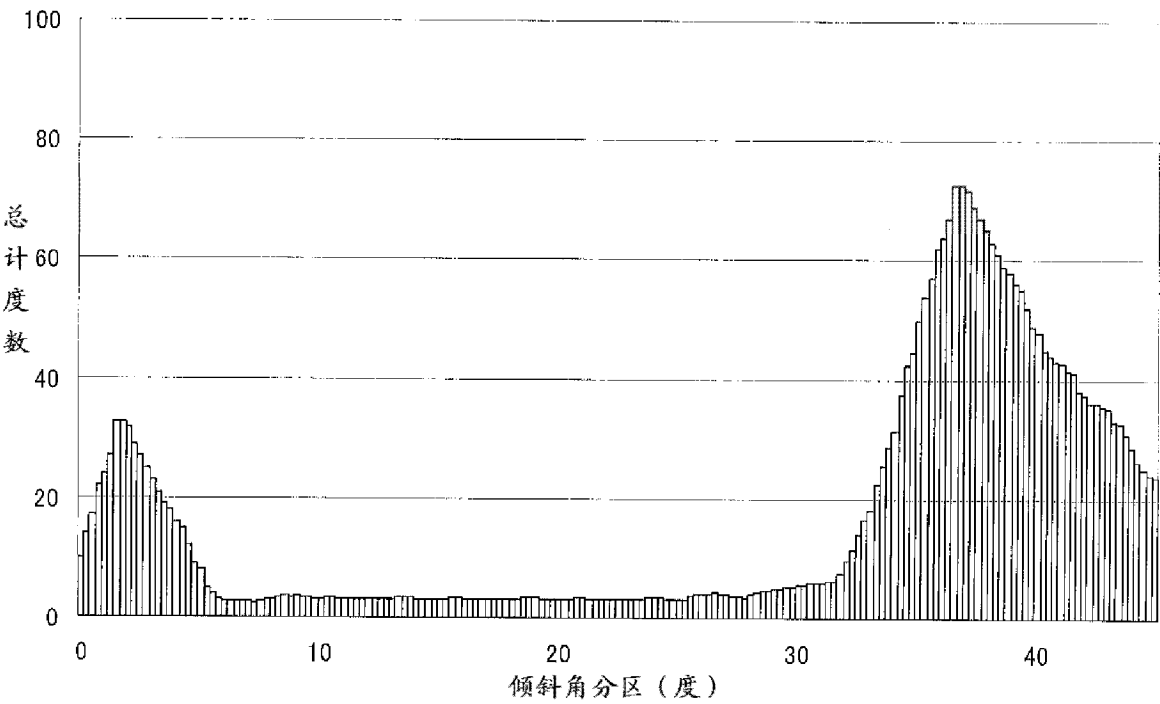


图 3