



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102398049 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201010280243. 7

CN 1541196 A, 2004. 10. 27,

(22) 申请日 2010. 09. 09

CN 1868973 A, 2006. 11. 29,

(73) 专利权人 三菱综合材料株式会社

JP 特许第 3826064 B2, 2006. 09. 27,

地址 日本东京

US 5658659 A, 1997. 08. 19,

(72) 发明人 富田兴平 五十岚诚 长田晃

审查员 王璐

中村惠滋

(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)

G23C 16/40(2006. 01)

G23C 16/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1182459 A, 1998. 05. 20,

权利要求书1页 说明书20页 附图6页

(54) 发明名称

耐崩刀的表面包覆切削工具

(57) 摘要

本发明提供一种在硬质合金钢的高速断续切削加工中发挥优异的耐崩刀性的表面包覆切削工具。在工具基体表面蒸镀形成由下部层、中间层、和上部层构成的硬质包覆层的表面包覆切削工具中,下部层为 Ti 化合物层,中间层为 (0001) 面取向率高的 α 型 Al_2O_3 层,上部层为混合组织层,具有 Al_2O_3 相与 Cr_2O_3 相的混合组织且在比上部层的中间层侧(工具基体侧)更靠上部层的表面侧含有更多的氧化铬,另外,计算在该混合组织层的各晶面中相互邻接的晶粒的界面上,共有 1 个构成原子的晶格点(构成原子共有晶格点)的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在 N 个不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时,在 $\Sigma 3$ 处存在最高峰且 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例为 30 ~ 50%。

1. 一种表面包覆切削工具,在由碳化钨基超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部层、中间层和上部层构成的硬质包覆层,其特征在于,

所述表面包覆切削工具通过蒸镀形成由以下 (a) ~ (c) 构成的硬质包覆层而构成:

(a) 下部层为 Ti 化合物层,所述 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 1 层或 2 层以上构成且具有 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 的整体平均层厚;

(b) 中间层为 α 型氧化铝层,所述 α 型氧化铝层在化学蒸镀的状态下具有 α 型晶体结构且具有 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 的平均层厚,

对该中间层用倾斜角度数分布图表示,此时,在 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角划分区域处存在最高峰,且在所述 $0 \sim 10$ 度范围内存在的度数的合计占倾斜角度数分布图中的度数整体的 45% 以上比例,所述倾斜角度数分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面 (0001) 面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,按 0.25 度间距划分所述测量倾斜角中处于 $0 \sim 45$ 度范围内的测量倾斜角,且总计存在于各划分区域内的度数而构成倾斜角度数分布图;

(c) 上部层为 α 型氧化铝相与氧化铬相的混合组织层,所述混合组织层在化学蒸镀的状态下具有 α 型晶体结构且具有 $2 \sim 15 \mu\text{m}$ 的平均层厚,而且,具有在 α 型氧化铝相的基础材料中分散分布氧化铬相的组织,另外,在比上部层的中间层侧,即工具基体侧更靠上部层的表面侧含有更多氧化铬,

该层在构成原子共有晶格点分布图中,在 $\Sigma 3$ 处存在最高峰且所述 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例为 $30 \sim 50\%$,所述构成原子共有晶格点分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面 (0001) 面及 (10-10) 面的法线相对于所述截面研磨面的法线所成的倾斜角,根据从该结果得到的测量倾斜角,计算在相互邻接的晶粒的界面上,各所述构成原子在所述晶粒相互之间共有 1 个构成原子的晶格点,即构成原子共有晶格点的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在 N 个不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时,求出每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例,由此制作表示每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图,其中,N 为刚玉型密排六方晶系的晶体结构上 2 以上的偶数,但从分布频率方面考虑,将 N 的上限设为 28。

2. 如权利要求 1 所述的表面包覆切削工具,其特征在于,

混合组织层为氧化铬含量从上部层的中间层侧,即工具基体侧朝向上部层的表面侧连续增加的混合组织层。

3. 如权利要求 1 所述的表面包覆切削工具,其特征在于,

混合组织层是作为上部内面层和上部外面层的层压结构而构成的混合组织层,所述上部内面层形成于上部层的中间层侧,即工具基体侧,所述上部外面层形成于上部层的表面侧。

耐崩刀的表面包覆切削工具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种即使在伴随高热产生的高速断续切削条件下进行硬化钢等硬质合金钢的切削加工时,硬质包覆层也发挥优异的耐崩刀性的表面包覆切削工具(以下,称为包覆工具)。

背景技术

[0002] 以往,公知有如下包覆切削工具(称为以往包覆工具):在由碳化钨(以下,以 WC 表示)基超硬合金等构成的基体(以下将这些总称为工具基体)的表面,首先形成 Ti 碳化物层作为下部层,接着,在其上形成由 Al_2O_3 与 Cr_2O_3 的相互固溶体构成的上部层。

[0003] 专利文献 1:日本专利公开昭 53-116239 号公报

[0004] 目前为如下现状:近年来,切削装置的高性能化异常显著,另一方面对切削加工的节省劳力化及节能化以及低成本化的要求强烈,伴随此,切削加工具有高速化的倾向,但在上述的以往包覆工具中,将此用于钢或铸铁等的一般条件下的高速断续切削加工时虽然没有问题,但特意将此用于硬化钢等硬质合金钢的伴随高热产生的高速断续切削加工时,在将上述以往的 Al_2O_3 与 Cr_2O_3 的相互固溶体作为上部层的硬质包覆层中,不能说具有足够的高温硬度和高温强度,所以容易产生崩刀(微小碎片),其结果在较短时间内达到使用寿命。

发明内容

[0005] 因此,本发明者们从如上述的观点考虑,为谋求包覆工具的硬质包覆层的耐崩刀性的提高,进行深入研究的结果,得到以下见解。

[0006] 作为上述先行技术文献引用的以往包覆工具的硬质包覆层,首先,形成 Ti 碳化物层作为下部层,接着,在其上交替层压由 Al_2O_3 构成的层和由 Cr_2O_3 构成的层之后,通过对此进行热处理形成由 Al_2O_3 与 Cr_2O_3 的相互固溶体构成的上部层(以下,以以往 (Al、Cr)O 层表示)。

[0007] 但是,本发明者们发现如下现象:若在由 Ti 化合物构成的下部层表面,首先形成作为中间层的改质氧化铝层(以下,称为改质 Al_2O_3 层),通过该改质 Al_2O_3 层形成 Al_2O_3 与 Cr_2O_3 的混合层,而且,在比上部层的中间层侧(工具基体侧)更靠上部层的表面侧形成含有更多氧化铬的混合组织层,则结果可以蒸镀形成高温硬度和高温强度都优异的由 Al_2O_3 与 Cr_2O_3 的混合层(以下,以改质 (Al、Cr)O 层表示)构成的上部层。

[0008] 上述改质 Al_2O_3 层可以设为如下而蒸镀形成。

[0009] 即,用一般化学蒸镀装置,例如在以容量%计, $AlCl_3$:3 ~ 10%、 CO_2 :0.5 ~ 3%、 C_2H_4 :0.01 ~ 0.3%、 H_2 :余量的反应气体组成,

[0010] 反应气氛温度:750 ~ 900℃,

[0011] 反应气氛压力:3 ~ 13kPa 的低温条件下,在由 Ti 化合物层构成的下部层的表面形成 Al_2O_3 核,此时,所述 Al_2O_3 核优选为具有 20 ~ 200nm 的平均层厚的 Al_2O_3 核薄膜,接着,

以在将反应气氛改为压力:3~13kPa的氢气气氛并将反应气氛温度升温至1100~1200℃的条件下,对所述 Al_2O_3 核薄膜施以加热处理,在这种状态下,可以通过以一般条件形成 α 型 Al_2O_3 层而蒸镀形成改质 Al_2O_3 层。

[0012] 对上述改质 Al_2O_3 层制作了倾斜角度数分布图,此时,所述以往 Al_2O_3 层如图4例示那样,(0001)面的测量倾斜角的分布在0~45度范围内显出无偏倾斜角度数分布图,相反蒸镀形成于所述加热处理 Al_2O_3 核薄膜上的改质 Al_2O_3 层如图3例示那样,在倾斜角划分区域的特定位置处出现明显的最高峰,就该明显的最高峰位置而言,根据使所述 Al_2O_3 核薄膜的平均层厚变化来改变出现于图横轴的倾斜角划分区域的位置,该倾斜角度数分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜,如图1的(a)、(b)中以简要说明图所示,对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的 α 型 Al_2O_3 晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面(0001)面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,按0.25度间距划分所述测量倾斜角中处于0~45度范围内的测量倾斜角,且总计存在于各划分区域内的度数而构成倾斜角度数分布图。

[0013] 即,由此可知,蒸镀形成于加热处理 Al_2O_3 核薄膜上的改质 Al_2O_3 层为具有(0001)面取向率高的 α 型晶体结构的 Al_2O_3 层。

[0014] 而且,对由蒸镀形成于上述改质 Al_2O_3 层上的上述改质(A1、Cr)O层构成的上部层制作了构成原子共有晶格点分布图,此时,如图5所示,在 $\Sigma 3$ 处存在最高峰且所述 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例为30~50%,而且,由此可知,该改质(A1、Cr)O层与以往包覆工具的以往(A1、Cr)O层相比,具有更加优异的高温硬度及高温强度,该构成原子共有晶格点分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜向存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面(0001)面及(10-10)面的法线相对于所述截面研磨面的法线所成的倾斜角,根据从该结果得到的测量倾斜角,计算在相互邻接的晶粒的界面上,各所述构成原子在所述晶粒相互之间共有1个构成原子的晶格点(构成原子共有晶格点)的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在N个(其中,N成为刚玉型密排六方晶系的晶体结构上2以上的偶数,但从分布频率方面考虑,将N的上限设为28时,不存在偶数4、8、14、24、及26)不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态,求出每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例,由此制作表示每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图(此时,从上述结果,不存在 $\Sigma 5$ 、 $\Sigma 9$ 、 $\Sigma 15$ 、 $\Sigma 25$ 、及 $\Sigma 27$ 的构成原子共有晶格点形态)。

[0015] 此外,关于所述专利文献1中的以往(A1、Cr)O层,与上述相同地制作了表示每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图的结果,如图6所示,显出 $\Sigma 3$ 的分布比例为20%以下的相对低的构成原子共有晶格点分布图。即,改质(A1、Cr)O层与以往(A1、Cr)O层不同,蒸镀形成改质 Al_2O_3 层作为中间层,从而 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例变得非常高,其结果可知,与以往(A1、Cr)O层相比,高温硬度及高温强度进一步提高。

[0016] 如上所述,作为硬质包覆层在由Ti化合物层构成的下部层的表面蒸镀形成改质 Al_2O_3 层作为中间层,并在其上进一步蒸镀形成作为上部层的改质(A1、Cr)O层,这种本发明的包覆工具与以往包覆工具相比,具有更加优异的高温硬度及高温强度,所以即使在伴随高热产生的硬质合金钢的高速断续切削条件中使用,也发挥优异的耐崩刀性。

[0017] 该发明是根据上述见解完成的,其具有如下特征,

[0018] “(1) 一种表面包覆切削工具, 在由碳化钨基超硬合金或碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体表面蒸镀形成由下部层、中间层和上部层构成的硬质包覆层,

[0019] 所述表面包覆切削工具通过蒸镀形成由以下 (a) ~ (c) 构成的硬质包覆层而构成:

[0020] (a) 下部层为 Ti 化合物层, 该 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 1 层或 2 层以上构成且具有 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 的整体平均层厚;

[0021] (b) 中间层为 α 型氧化铝层, 该 α 型氧化铝层在化学蒸镀的状态下具有 α 型晶体结构且具有 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 的平均层厚,

[0022] 对该中间层用倾斜角度数分布图表示, 此时, 在 $0 \sim 10$ 度范围内的倾斜角划分区域处存在最高峰, 且在所述 $0 \sim 10$ 度范围内存在的度数的合计占倾斜角度数分布图中的度数整体的 45% 以上比例, 该倾斜角度数分布图如下制作: 用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线, 测量所述晶粒的晶面 (0001) 面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角, 按 0.25 度间距划分所述测量倾斜角中处于 $0 \sim 45$ 度范围内的测量倾斜角, 且总计存在于各划分区域内的度数而构成倾斜角度数分布图;

[0023] (c) 上部层为 α 型氧化铝相与氧化铬相的混合组织层, 该混合组织层在化学蒸镀的状态下具有 α 型晶体结构且具有 $2 \sim 15 \mu\text{m}$ 的平均层厚, 而且, 具有在 α 型氧化铝相的基础材料中分散分布氧化铬相的组织, 另外, 在比上部层的中间层侧 (工具基体侧) 更靠上部层的表面侧含有更多氧化铬,

[0024] 该层在构成原子共有晶格点分布图中, 在 $\Sigma 3$ 处存在最高峰且所述 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例为 $30 \sim 50\%$, 该构成原子共有晶格点分布图如下制作: 用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线, 测量所述晶粒的晶面 (0001) 面及 (10-10) 面的法线相对于所述截面研磨面的法线所成的倾斜角, 根据从该结果得到的测量倾斜角, 计算在相互邻接的晶粒的界面上, 各所述构成原子在所述晶粒相互之间共有 1 个构成原子的晶格点 (构成原子共有晶格点) 的分布, 以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在 N 个 (其中, N 成为刚玉型密排六方晶系的晶体结构上 2 以上的偶数, 但从分布频率方面考虑, 将 N 的上限设为 28) 不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时, 求出每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例, 由此制作表示每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图;

[0025] (2) 上述 (1) 记载的表面包覆切削工具, 其特征在于, 混合组织层为氧化铬含量从上部层的中间层侧 (工具基体侧) 朝向上部层的表面侧连续增加的混合组织层;

[0026] (3) 上述 (1) 记载的表面包覆切削工具, 其特征在于, 混合组织层是作为上部内面层和上部外面层的层压结构而构成的混合组织层, 所述上部内面层中形成于上部层的中间层侧 (工具基体侧) 的氧化铬含量少, 所述上部外面层中形成于上部层的表面侧的氧化铬含量多。”

[0027] 以下对此发明的包覆工具的硬质包覆层的结构层进行详细说明。

[0028] 下部层的 Ti 化合物层:

[0029] Ti 化合物层作为改质 Al_2O_3 层的下部层而存在,除了通过自身所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,还有均牢固附着于工具基体和改质 Al_2O_3 层而提高对硬质包覆层的工具基体的附着性的作用,但如果其平均层厚不到 $3\mu m$,就无法充分发挥所述作用,另一方面若其平均层厚超过 $20\mu m$,则尤其在高速断续切削中因热冲击而容易引起热塑性变形,这成为偏磨的原因,所以将其平均层厚定为 $3\sim 20\mu m$ 。

[0030] 中间层的改质 Al_2O_3 层:

[0031] 构成中间层的改质 Al_2O_3 层可以通过如下形成:在一般化学蒸镀装置中,例如在以容量%计, $AlCl_3$: $3\sim 10\%$ 、 CO_2 : $0.5\sim 3\%$ 、 C_2H_4 : $0.01\sim 0.3\%$ 、 H_2 :余量的反应气体组成,

[0032] 反应气氛温度: $750\sim 900^\circ C$,

[0033] 反应气氛压力: $3\sim 13kPa$ 的低温条件下,在由 Ti 化合物层构成的下部层的表面形成 Al_2O_3 核,此时,所述 Al_2O_3 核优选为具有 $20\sim 200nm$ 的平均层厚的 Al_2O_3 核薄膜,接着,在将反应气氛改为压力: $3\sim 13kPa$ 的氢气气氛并将反应气氛温度升温至 $1100\sim 1200^\circ C$ 的条件下,对所述 Al_2O_3 核薄膜施以加热处理,在这种状态下,可以通过以一般条件蒸镀 α 型 Al_2O_3 层而形成。

[0034] 中间层的改质 Al_2O_3 层具备优异的高温硬度,不仅有助于提高耐磨性,而且均牢固附着于下部层的 Ti 化合物层及上部层的改质 (Al、Cr)O 层而提高作为硬质包覆层整体的剥离强度。

[0035] 另外,上述改质 Al_2O_3 层用倾斜角度数分布图表示,此时,在 $0\sim 10$ 度范围内的倾斜角划分区域处存在最高峰,且存在于所述 $0\sim 10$ 度范围内的度数的合计占倾斜角度数分布图中的度数整体的 45% 以上比例,且 (0001) 面取向率高,该倾斜角度数分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面 (0001) 面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,按 0.25 度间距划分所述测量倾斜角中处于 $0\sim 45$ 度范围内的测量倾斜角,且总计存在于各划分区域内的度数而构成倾斜角度数分布图。

[0036] 而且,通过在这种 (0001) 面取向率高的改质 Al_2O_3 层上蒸镀形成作为上部层的改质 (Al、Cr)O 层 (α 型氧化铝相与氧化铬相的混合组织层),尽管在该改质 (Al、Cr)O 层中含 Cr 成分,也以较高的比例形成 $\Sigma 3$ 对应粒界而提高粒界强度,其结果,改质 (Al、Cr)O 层具备优异的高温硬度,同时具备优异的高温强度。

[0037] 即,中间层的改质 Al_2O_3 层担负如提高上部层的改质 (Al、Cr)O 层的 $\Sigma 3$ 对应粒界的比例这种较大任务。

[0038] 在有关上述改质 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图中,存在于 $0\sim 10$ 度范围内的度数的合计不到倾斜角度数分布图中的度数整体的 45% 时,无法期待上部层中的 $\Sigma 3$ 对应粒界的比例增加,所以通过在加热处理 Al_2O_3 核薄膜上进一步蒸镀 α 型 Al_2O_3 层来形成改质 Al_2O_3 层时,优选将 Al_2O_3 核薄膜的平均层厚设为 $20\sim 200nm$ 。

[0039] 此外,如果由改质 Al_2O_3 层构成的中间层的平均层厚不到 $1\mu m$ 时,(0001) 面取向率就成为不到 45% ,另一方面,平均层厚超过 $3\mu m$ 时,与作为上部层的改质 (Al、Cr)O 层的粘合强度下降,所以其平均层厚定为 $1\sim 3\mu m$ 。

[0040] 上部层的改质 (Al、Cr)O 层:

[0041] 构成上部层的改质 (Al、Cr)O 层可通过如下形成:在一般化学蒸镀装置中,例如

在以容量%计, AlCl_3 :6 ~ 10%、 CrCl_3 :0.4 ~ 1.2%、 CO_2 :10 ~ 15%、 HCl :3 ~ 5%、 H_2S :0.05 ~ 0.2%、 H_2 :余量的反应气体组成,

[0042] 反应气氛温度:950 ~ 1000℃,

[0043] 反应气氛压力:3 ~ 5kPa的条件下,并且,至少在蒸镀反应结束之前使反应气体中的 CrCl_3 的含有比例增加而蒸镀上部层。

[0044] 上部层的改质 (Al、Cr)O层表示在 α 型氧化铝相的基础材料上分散分布氧化铬相的混合组织层,构成基础材料的 α 型氧化铝相尤其能提高层的高温硬度及耐热性,并且分散分布于基础材料中的氧化铬相尤其能提高高温强度和耐热塑性变形。

[0045] 并且,由改质 (Al、Cr)O层构成的上部层在构成原子共有晶格点分布图中,在 $\Sigma 3$ 处存在最高峰且所述 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例为30 ~ 50%,该构成原子共有晶格点分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面(0001)面及(10-10)面的法线相对于所述截面研磨面的法线所成的倾斜角,根据从该结果得到的测量倾斜角,计算在相互邻接的晶粒的界面上,各所述构成原子在所述晶粒相互之间共有1个构成原子的晶格点(构成原子共有晶格点)的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在N个(其中,N成为刚玉型密排六方晶系的晶体结构上2以上的偶数,但从分布频率方面考虑,将N的上限设为28)不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时,求出每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例,由此制作表示每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例的构成原子共有晶格点分布图。

[0046] 即,将改质 Al_2O_3 层作为中间层来设置,在其上蒸镀形成上部层的改质 (Al、Cr)O层,由此增加 $\Sigma 3$ 对应粒界的比例而提高粒界强度,所以其结果,改质 (Al、Cr)O层成为高温硬度、高温强度更加优异的层而使耐崩刀性、耐热缺损性提高。

[0047] 另外,在本发明中,为了使上部层兼具高温强度和耐热冲击性,由在比上部层的中间层侧(工具基体侧)更靠上部层的表面侧含有更多氧化铬(Cr成分)的改质 (Al、Cr)O层构成上部层的结构。

[0048] 由此,即使将本发明的包覆工具提供至硬质合金钢的高速断续切削加工时,也能够充分且同时发挥优异的耐崩刀性和耐磨性。

[0049] 例如,若由倾斜组成混合组织层构成上部层,则在氧化铬含量少的中间层侧(工具基体侧)的区域(即,与中间层的界面)中, $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例相对变高,所以粒界强度提高并显出优异的高温强度,并且,在氧化铬含量多的上部层的表面侧的区域中,Cr成分的含量高,所以耐热冲击性相对提高,作为上部层整体的耐崩刀性提高,同时抑制偏磨等的产生并提高耐磨性。

[0050] 此外,为了将 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例设为上述30 ~ 50%,需要使上部层中的Cr在Cr与Al的总量中所占的含有比例($\text{Cr}/(\text{Al}+\text{Cr})$)为0.05 ~ 0.2,Cr含有比例不到0.05时,即使可以增加 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例,上部层的耐热塑性变形性也会变得不充分,存在由偏磨的产生等引起的耐磨性劣化的忧虑。另一方面,如Cr含有比例超过0.2时, $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例变为不到30%,从而无法期待高温强度的提高。优选的Cr含有率,在上部内面层中为0.05 ~ 0.1,在上部外面层中为0.1 ~ 0.2。

[0051] 由改质 (Al、Cr)O层构成的上部层如果其平均层厚不到2 μm 时,就无法发挥优异

的高温强度,另一方面,若其平均层厚超过 $15\ \mu\text{m}$,则容易产生崩刀等,所以其平均层厚定为 $2\sim 15\ \mu\text{m}$ 。

[0052] 此外,从防止崩刀产生等观点考虑,由改质 Al_2O_3 层构成的中间层和由改质 (Al、Cr)O 层构成的上部层的合计平均层厚优选设为 $3\sim 15\ \mu\text{m}$ 。

[0053] 发明效果

[0054] 此本发明的包覆工具即使在伴随高发热的高速断续切削条件下进行硬化钢等硬质合金钢的切削加工中使用,设置改质 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的中间层,另外,在其上进一步设置提高了 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例的改质 (Al、Cr)O 层,由此硬质包覆层也具备优异的高温硬度和高温强度,其结果,在长期使用中发挥更加优异的耐崩刀性。

附图说明

[0055] 图 1 是表示 (Al、Cr)O 层及 α 型 Al_2O_3 层中的晶粒的 (0001) 面及 (10-10) 面的倾斜角的测量状态的简要说明图。

[0056] 图 2 是表示相互邻接的晶粒的界面处的构成原子共有晶格点形态的单位形态的示意图,(a) 表示 $\Sigma 3$ 的单位形态,(b) 表示 $\Sigma 7$ 的单位形态,(c) 表示 $\Sigma 11$ 的单位形态。

[0057] 图 3 是本发明的包覆工具 3 的改质 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图。

[0058] 图 4 是比较包覆工具 4 的以往 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图。

[0059] 图 5 是本发明的包覆工具 3 的改质 (Al、Cr)O 层的构成原子共有晶格点分布图。

[0060] 图 6 是比较包覆工具 4 的以往 (Al、Cr)O 层的构成原子共有晶格点分布图。

具体实施方式

[0061] 接着,通过实施例进一步具体说明此发明的包覆工具。

[0062] [实施例]

[0063] 作为原料粉末,准备均具有平均粒径 $2\sim 4\ \mu\text{m}$ 的 WC 粉末、TiC 粉末、ZrC 粉末、VC 粉末、TaC 粉末、NbC 粉末、 Cr_3C_2 粉末、TiN 粉末、TaN 粉末、及 Co 粉末,将这些原料粉末配合成表 1 所示的配合组成,进一步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,对刀刃部施以 $R:0.07\text{mm}$ 的珩磨加工,由此分别制造了具有 ISO · CNMG160412 规定的多刃刀片形状的 WC 基超硬合金制的工具基体 A ~ F。

[0064] 并且,作为原料粉末,准备均具有平均粒径 $0.5\sim 2\ \mu\text{m}$ 的 TiCN(以质量比计,为 TiC/TiN = 50/50) 粉末、 Mo_2C 粉末、ZrC 粉末、NbC 粉末、TaC 粉末、WC 粉末、Co 粉末,及 Ni 粉末,将这些原料粉末配合成表 2 所示的配合组成,用球磨机湿式混合 24 小时,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,对刀刃部施以 $R:0.07\text{mm}$ 的珩磨加工,由此分别形成了具有 ISO 规格 · CNMG16412 的刀片形状的 TiCN 基金属陶瓷制工具基体 a ~ f。

[0065] 接着,将这些工具基体 A ~ F 及工具基体 a ~ f 分别装入一般化学蒸镀装置中,首先,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长生长结晶组织的 TiCN 层的形成条件,除此以外表示一般的粒状结晶组织的形成条件) 所示的条

件,以表 8、9 所示的组合及目标层厚蒸镀形成 Ti 化合物层作为硬质包覆层的下部层,接着,同样用表 4 所示的条件,以表 8、9 所示的组合及目标层厚蒸镀形成改质 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的中间层。

[0066] 接着,用表 5 所示的条件,以表 8 所示的组合及目标层厚蒸镀形成由倾斜组成混合组织层构成的改质 (Al、Cr)O 层作为硬质包覆层的上部层,由此分别制造了本发明的包覆工具 1 ~ 10。

[0067] 并且,用表 6 所示的条件下,以表 9 所示的组合及各自的目标层厚蒸镀形成有层压结构混合组织层构成的改质 (Al、Cr)O 层作为硬质包覆层的上部层,由此分别制造了本发明的包覆工具 11 ~ 20。

[0068] 从比较的目的考虑,如表 10 所示,用表 3 所示的条件以表 10 所示的目标层厚形成以往 α 型 Al_2O_3 层作为硬质包覆层的中间层,且用表 7 所示的 (Al、Cr)O 层形成条件以表 10 所示的组合及目标层厚蒸镀形成以往 (Al、Cr)O 作为硬质包覆层的上部层,由此分别制造了比较包覆工具 1 ~ 10。

[0069] 接着,对上述本发明的包覆工具 1 ~ 20 及比较包覆工具 1 ~ 10 的构成硬质包覆层的中间层的改质 Al_2O_3 层及以往 Al_2O_3 层各自分别制作倾斜角度数分布图,该倾斜角度数分布图如下制作:用场致发射扫描电子显微镜对存在于截面研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射电子射线,测量所述晶粒的晶面 (0001) 面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,按 0.25 度间距划分所述测量倾斜角中处于 0 ~ 45 度范围内的测量倾斜角,且总计存在于各划分区域内的度数而构成倾斜角度数分布图。

[0070] 即,通过如下过程制作:在将与工具基体表面垂直的面分别设为研磨面的状态下,设处于场致发射扫描电子显微镜的镜筒内,以与所述研磨面 70 度的入射角度且以 1nA 的照射电流对存在于各自所述研磨面的测量范围内的具有六方晶系晶格的晶粒分别照射 15kV 的加速电压的电子线,用电子背散射衍射装置在 $30 \times 50 \mu m$ 的区域以 $0.1 \mu m/step$ 的间隔测量所述晶粒的晶面 (0001) 面的法线相对于基体表面的法线所成的倾斜角,根据该测量结果,按 0.25 度的间距划分所述测量倾斜角中处于 0 ~ 45 度范围内的测量倾斜角,且总计存在于各划分区域内的度数。

[0071] 从该结果得到的各种改质 Al_2O_3 层及以往 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图求出最高峰所存在的倾斜角划分区域、及存在于 0 ~ 10 度范围内的度数的合计在倾斜角度数分布图中的度数整体中所占的比例,将该值分别示于表 8 ~ 10。

[0072] 如表 8、9 中分别所示,在上述各种倾斜角度数分布图中,本发明的包覆工具的改质 Al_2O_3 层在 0 ~ 10 度范围内都存在最高峰且倾斜角度数分布图中存在于 0 ~ 10 度范围内的度数的合计在度数整体中所占的比例显出 45% 以上,相反以往 Al_2O_3 层如表 10 中分别所示,在 0 ~ 10 度范围内都不存在最高峰,而且存在于 0 ~ 10 度范围内的度数的合计比例为小值,没有向特定方向的 (0001) 面的取向性。

[0073] 此外,图 3 表示本发明的包覆工具 3 的改质 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图,图 4 表示比较包覆工具 4 的以往 Al_2O_3 层的倾斜角度数分布图。

[0074] 接着,用场致放射扫描电子显微镜对构成上述本发明的包覆工具 1 ~ 20 及比较包覆工具 1 ~ 10 的硬质包覆层的上部层的改质 (Al、Cr)O 层及以往 (Al、Cr)O 层各自,分别制作了构成原子共有晶格点分布图。

[0075] 即,上述构成原子共有晶格点分布图通过如下制作:在将上述改质 (Al、Cr)O 层及以往 (Al、Cr)O 层的截面分别设为研磨面的状态下,设置于场致发射扫描电子显微镜的镜筒内,以与所述研磨面 70 度的入射角度且以 1nA 的照射电流对存在于所述截面研磨面的测量范围内的晶粒分别照射 15kV 的加速电压的电子线,用电子背散射衍射装置在 $30 \times 50 \mu\text{m}$ 的区域以 $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ 的间隔测量所述晶粒的晶面 (0001) 面及 (10-10) 面的法线相对于所述截面研磨面的法线所成的倾斜角,根据从该结果得到的测量倾斜角,如图 2 所示,计算在相互邻接的晶粒的界面上,各所述构成原子在所述晶粒相互之间共有 1 个构成原子的晶格点 (构成原子共有晶格点) 的分布,以 $\Sigma N+1$ 表示在所述构成原子共有晶格点之间存在 N 个 (其中, N 成为刚玉型密排六方晶系的晶体结构上 2 以上的偶数,但从分布频率方面考虑,将 N 的上限设为 28 时,不存在偶数 4、8、14、24、及 26) 不共有构成原子的晶格点的构成原子共有晶格点形态时,求出每个 $\Sigma N+1$ 在整体 $\Sigma N+1$ 中所占的分布比例,由此制作构成原子共有晶格点分布图。

[0076] 在该结果得到的各种改质 (Al、Cr)O 层及以往 (Al、Cr)O 层的构成原子共有晶格点分布图中,分别求出 $\Sigma 3$ 在整体 $\Sigma N+1$ (从上述结果, $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 7$ 、 $\Sigma 11$ 、 $\Sigma 13$ 、 $\Sigma 17$ 、 $\Sigma 19$ 、 $\Sigma 21$ 、 $\Sigma 23$ 、及 $\Sigma 29$ 各自的分布比例的合计) 中所占的分布比例,将该值分别示于表 8 ~ 10。

[0077] 另外,关于本发明的倾斜组成混合组织层,将沿该层的层厚方向的中间位置的 $\Sigma 3$ 的分布比例的值设为“ $\Sigma 3$ 的分布比例的平均值”而示于表 8。并且,关于本发明的层压结构混合组织层,分别将“上部内面层的 $\Sigma 3$ 的分布比例”及“上部外面层的 $\Sigma 3$ 的分布比例”的值示于表 9。

[0078] 在上述各种构成原子共有晶格点分布图中,如表 8、9 中分别所示,本发明的包覆工具的改质 (Al、Cr)O 层均显出 $\Sigma 3$ 所占的分布比例为 30 ~ 50% 的构成原子共有晶格点分布图,相反比较包覆工具的以往 (Al、Cr)O 层,如表 10 中分别所示,均显出 $\Sigma 3$ 的分布比例为 20% 以下的构成原子共有晶格点分布图,且 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例较小。

[0079] 此外,图 5 表示本发明的包覆工具 3 的改质 (Al、Cr)O 层的构成原子共有晶格点分布图,图 6 表示比较包覆工具 4 的以往 (Al、Cr)O 层的构成原子共有晶格点分布图。

[0080] 并且,用扫描电子显微镜测量 (测量纵截面) 本发明的包覆工具 1 ~ 20 及比较包覆工具 1 ~ 10 的硬质包覆层的各结构层的厚度的结果,均显出实际上与目标层厚相同的平均层厚 (5 点测量的平均值)。

[0081] 接着,对于上述本发明的包覆工具 1 ~ 20 及比较包覆工具 1 ~ 10,均以使用固定夹具拧紧在工具钢制切刀的前端部的状态,进行在

[0082] 被切削材料:JIS • SCr420H 的沿长度方向等间隔配置的 4 条有纵槽圆棒、

[0083] 切削速度:250m/min、

[0084] 吃刀深度:0.10mm、

[0085] 给料速度:0.15mm/rev、

[0086] 切削时间:3 分钟的条件 (称为切削条件 A) 下的硬化铬钢的干式高速断续切削试验 (一般的切削速度为 200m/min);

[0087] 在

[0088] 被切削材料:JIS • SCM415H 的沿长度方向等间隔配置的 4 条有纵槽圆棒、

[0089] 切削速度 :250m/min、

[0090] 吃刀深度 :0.10mm、

[0091] 给料速度 :0.17mm/rev、

[0092] 切削时间 :3 分钟的条件 (称为切削条件 B) 下的硬化铬钼钢的干式高速断续切削试验 (一般的切削速度为 200m/min), 在所有切削试验中测量了刀刃后刀面的磨损宽度。将该测量结果示于表 11。

[0093]

[表 1]

种类	配合组成 (质量%)										
	Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	C ₃ C ₂	TiN	TaN	WC	
A	7	-	-	-	-	-	-	-	-	余量	
B	5.7	-	-	-	1.5	0.5	-	1.2	-	余量	
C	5.7	2.3	-	-	-	-	1	-	-	余量	
D	8.5	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	余量	
E	12.5	2	-	-	-	-	-	1	2	余量	

[0094]

[表 2]

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

[表 3]

硬质包覆层 (下部层)		形成条件 (反应气氛的压力表示 kPa、温度表示℃)		
种类	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 1 层)	TiN	TiCl ₄ :4.2%,N ₂ :30%,H ₂ :余量	30	900
TiN 层 (其他层)	TiN	TiCl ₄ :4.2%,N ₂ :35%,H ₂ :余量	50	1040
1-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 :余量	7	900
TiCN 层	TiC _{0.5} N _{0.5}	TiCl ₄ :4.2%,N ₂ :20%,CH ₄ :4%,H ₂ :余量	12	1020
TiCO 层	TiC _{0.5} O _{0.5}	TiCl ₄ :4.2%,CO:4%,H ₂ :余量	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 :余量	20	1020
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 :余量	7	1000

[0095]

[表 4]

种类	形成 记号	核薄膜形成条件		加热处理		
		反应气体组成 (容量%)		反应气氛	反应气氛	
		压力/kPa	温度/°C	压力/kPa	温度/°C	
核薄膜 (A)	A	AlCl ₃ :3%, CO ₂ :0.5%, C ₂ H ₄ :0.01%, H ₂ :余量	3	800	3	1100
核薄膜 (B)	B	AlCl ₃ :6%, CO ₂ :1.5%, C ₂ H ₄ :0.12%, H ₂ :余量	7	750	7	1200
核薄膜 (C)	C	AlCl ₃ :10%, CO ₂ :3%, C ₂ H ₄ :0.3%, H ₂ :余量	13	900	13	1000

*各种核薄膜形成后的、一般α型 Al₂O₃层的形成条件记载于表 3

[0096]

[表 5]

硬质包覆层 (上部层)		形成条件 (反应气氛的压力表示 kPa、温度表示℃)		
种类	形成记号	反应气体组成 (容量%)	反应气氛	
			压力	温度
(Al, Cr) O层 (a)	(a)	“蒸镀开始时” AlCl ₃ :6%, CrCl ₃ :0.4%, CO ₂ :10%, H ₂ S:0.05%, H ₂ :余量	3	980
		“蒸镀结束时” AlCl ₃ :6%, CrCl ₃ :1.2%, CO ₂ :12%, H ₂ S:0.05%, H ₂ :余量	4	950
(Al, Cr) O层 (b)	(b)	“蒸镀开始时” AlCl ₃ :7%, CrCl ₃ :0.5%, CO ₂ :10%, HCl:4%, H ₂ S:0.10%, H ₂ :余量	3	980
		“蒸镀结束时” AlCl ₃ :7%, CrCl ₃ :1.2%, CO ₂ :14%, HCl:4%, H ₂ S:0.10%, H ₂ :余量	5	960
(Al, Cr) O层 (c)	(c)	“蒸镀开始时” AlCl ₃ :8%, CrCl ₃ :0.7%, CO ₂ :10%, HCl:5%, H ₂ S:0.15%, H ₂ :余量	4	1000
		“蒸镀结束时” AlCl ₃ :8%, CrCl ₃ :1.2%, CO ₂ :14%, HCl:5%, H ₂ S:0.15%, H ₂ :余量	5	960
(Al, Cr) O层 (d)	(d)	“蒸镀开始时” AlCl ₃ :10%, CrCl ₃ :1.0%, CO ₂ :10%, HCl:5%, H ₂ S:0.20%, H ₂ :余量	4	1000
		“蒸镀结束时” AlCl ₃ :7%, CrCl ₃ :1.2%, CO ₂ :15%, HCl:5%, H ₂ S:0.20%, H ₂ :余量	5	950

[0097]

[表 6]

硬质包覆层 (上部层)		形成 记号	层中的 Cr 含有 率	形成条件 (反应气氛的压力表示 kPa、温度表示 °C)	反应气氛	
种类	反应气体组成 (容量%)				压 力	温 度
(Al, Cr) O 层 (f)	0.06	(f)	AlCl ₃ :7%, CrCl ₃ :0.4%, CO ₂ :11%, HCl:3%, H ₂ S:0.05%, H ₂ :余量	3	980	
(Al, Cr) O 层 (g)	0.1	(g)	AlCl ₃ :6%, CrCl ₃ :0.7%, CO ₂ :11%, HCl:4%, H ₂ S:0.10%, H ₂ :余量	4	1000	
(Al, Cr) O 层 (h)	0.15	(h)	AlCl ₃ :5.7%, CrCl ₃ :1.0%, CO ₂ :13%, HCl:5%, H ₂ S:0.10%, H ₂ :余量	5	970	
(Al, Cr) O 层 (i)	0.2	(i)	AlCl ₃ :6%, CrCl ₃ :1.2%, CO ₂ :15%, HCl:5%, H ₂ S:0.20%, H ₂ :余量	5	950	

(注) “Cr 含有率”表示 Cr 含量 / (Al 含量 + Cr 含量) (其中, 为原子比)。

[0098]

[表 7]

(a)

以往 (Al、Cr) O 层的 结构层	形成条件 (反应气氛的压力表示 kPa、温度表示 °C)	
	反应气体组成 (容量%)	反应气氛
Al ₂ O ₃ 层	AlBr ₃ :4%, CO ₂ :5%, H ₂ :余量	压力 4 温度 1000
Cr ₂ O ₃ 层	CrO ₂ Cl ₂ :4%, CO ₂ :2%, H ₂ :余量	压力 4 温度 1000

[0099]

(b)

种类	硬质包覆层 (上部层)		Al ₂ O ₃ 层和 Cr ₂ O ₃ 层的层压条件	热处理条件	
	形成 记号	Cr 含有比例		温度 (°C)	时间 (分钟)
以往 (Al、Cr) O 层 (a)	(a)	0.05	Al ₂ O ₃ 层 2.0μm、Cr ₂ O ₃ 层 0.1μm	1070	420
以往 (Al、Cr) O 层 (b)	(b)	0.1	Al ₂ O ₃ 层 0.8μm、Cr ₂ O ₃ 层 0.1μm	1070	420
以往 (Al、Cr) O 层 (c)	(c)	0.2	Al ₂ O ₃ 层 0.8μm、Cr ₂ O ₃ 层 0.2μm	1070	420

(注 1) “Cr 含有比例”表示 Cr 含量 / (Al 含量 + Cr 含量) (其中, 为原子比)。

(注 2) Al₂O₃ 层和 Cr₂O₃ 层的层压系数配合作为目标的膜厚来进行调整。

表 8

种类	工具 具体号	硬质包覆层													
		下部层 (Ti化合物层)				中间层 [改质Al ₂ O ₃ 层]				上部层 (倾斜组成混合组织层) [改质 (Al, Cr) O 层]					
		第1层 (μm)	第2层 (μm)	第3层 (μm)	第4层 (μm)	核薄膜	平均 层厚 (μm)	最高峰所 存在的倾 斜角刻分 区域 (度)	α型Al ₂ O ₃ 层 0~10度 的分布比 例 (%)	形成 记号	平均 层厚 (μm)	Cr含有率 与中间 层的 界面	上部层 的表 面	Σ3的分布 比例 的平均值 (%)	
1	a	TiN (1)	I-TiCN (16.5)	TiCNO (1)	TiCNO (0.5)	B	20	1	0-0.25	81	b	8	0.07	0.16	50
2	A	TiN (1)	I-TiCN (5)	TiC (5)	TiCNO (1)	A	60	2.8	1.50-1.75	69	a	2	0.05	0.2	45
3	b	TiN (1)	I-TiCN (5)	TiCNO (0.5)	-	C	50	3	2.75-3.00	75	c	6	0.08	0.15	47
4	B	TiN (0.5)	I-TiCN (9)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	A	100	2.0	8.00-8.25	55	a	15	0.05	0.2	35
5	c	TiC (1)	I-TiCN (4)	TiCNO (1)	-	C	150	2.4	2.00-2.25	64	c	7	0.08	0.15	44
6	C	TiC (1)	I-TiCN (9)	TiCO (1)	-	B	80	2.2	5.25-5.50	50	b	10	0.07	0.16	33
7	d	TiN (1)	TiC (1)	I-TiCN (10)	-	B	40	3	2.25-2.50	78	d	12	0.09	0.18	49
8	D	TiN (1)	I-TiCN (9)	-	-	A	200	1.4	3.50-3.75	61	a	4	0.05	0.2	47
9	e	TiN (1)	TiCN (19)	-	-	C	90	2.7	4.25-4.50	45	c	6	0.08	0.15	30
10	E	TiN (1)	TiCN (19)	-	-	B	170	2	3.25-3.50	53	d	3	0.09	0.18	42

本发明的包覆工具

(注1) 下部层的栏的括号内数字表示目标层厚 (μm)。
 (注2) “Cr含有率”是指Cr含量/(Al含量+Cr含量) (其中, 为原子比)。
 (注3) Σ3的分布比例的平均值 (%) 是指层厚方向的中间位置处的Σ3的分布比例。

[0100]

表9

种类	硬质包覆层													
	下部层 (Ti化合物层)				中间层 [改质Al ₂ O ₃ 层]				上部层 (层压结构混合组织层) [改质 (Al、Cr) O层]					
	第1层	第2层	第3层	第4层	核薄膜		α型Al ₂ O ₃ 层		上部内面层			上部外面层		
					形成记号	目标膜厚 (nm)	平均层厚 (μm)	最高峰所存 在的倾斜角 划分区域 (度)	0~10度 的分布 比例 (%)	形成记号	Cr含有率	平均层厚 (μm)	Σ3的 分布 比例 (%)	形成记号
工具 基体 记号	本发明的包覆工具													
11	a	与本发明的包覆工具1相同			0-0.25	89	f	0.06	2	50	i	0.2	6	31
12	A	与本发明的包覆工具2相同			1.50-1.75	69	g	0.1	1	38	i	0.2	2	30
13	b	与本发明的包覆工具3相同			2.75-3.00	75	h	0.15	2	36	i	0.2	4	32
14	B	与本发明的包覆工具4相同			8.00-8.25	55	g	0.1	5	42	i	0.2	10	33
15	c	与本发明的包覆工具5相同			2.00-2.25	64	f	0.06	3	45	h	0.15	4	35
16	C	与本发明的包覆工具6相同			5.25-5.50	50	g	0.1	4	40	h	0.15	6	36
17	d	与本发明的包覆工具7相同			2.25-2.50	78	f	0.06	4	48	h	0.15	8	37
18	D	与本发明的包覆工具8相同			3.50-3.75	61	g	0.1	2	39	i	0.2	2	30
19	e	与本发明的包覆工具9相同			4.25-4.50	40	h	0.15	2	37	i	0.2	5	31
20	E	与本发明的包覆工具10相同			3.25-3.50	53	g	0.1	2	43	i	0.2	1	30

(注) “Cr含有率”是指Cr含量 / (Al含量+Cr含量) (其中, 为原子比)。

表10

种类	工具体号 基号	硬质包覆层										
		下部层 (Ti化合物层)				中间层 [以往Al ₂ O ₃ 层]			上部层 (Al, Cr) O层]			
		第1层 (μm)	第2层 (μm)	第3层 (μm)	第4层 (μm)	平均 层厚 (μm)	最高峰所存 在的倾斜角 划分区域 (度)	0~10度 的分布比 例(%)	形成 记号	平均 层厚 (μm)	Σ3的分 布比例 (%)	
1	a	TiN (1)	I-TiCN (16.5)	TiCNO (1)	TiCNO (0.5)	1	不存在	5	a	8	2	
2	A	TiN (1)	I-TiCN (5)	TiC (5)	TiCNO (1)	3	不存在	10	b	2	0	
3	b	TiN (1)	I-TiCN (5)	TiCNO (0.5)	-	2	不存在	8	c	6	5	
4	B	TiN (0.5)	I-TiCN (9)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	2.5	不存在	12	a	15	7	
5	c	TiC (1)	I-TiCN (4)	TiCNO (1)	-	1.5	不存在	15	b	7	6	
6	C	TiC (1)	I-TiCN (9)	TiCO (1)	-	2.4	不存在	20	c	10	8	
7	d	TiN (1)	TiC (1)	I-TiCN (10)	-	1.3	不存在	6	a	12	5	
8	D	TiN (1)	I-TiCN (8.5)	TiCO (0.5)	-	2.7	不存在	3	b	4	4	
9	e	TiC (1)	I-TiCN (9)	-	-	1.7	不存在	8	c	6	3	
10	E	TiN (1)	TiCN (19)	-	-	1.2	不存在	11	a	3	9	

比较包覆工具

[0102]

[表 11]

种类	后刀面磨损宽度 (mm)		种类	后刀面磨损宽度 (mm)		种类	切削时间 (分钟)		
	切削条件 (A)	切削条件 (B)		切削条件 (A)	切削条件 (B)		切削条件 (A)	切削条件 (B)	
本发 明 的 包 覆 工 具	1	0.15	0.14	11	0.16	0.15	1	1.5*	1.4*
	2	0.30	0.29	12	0.32	0.31	2	0.6*	0.5*
	3	0.16	0.16	13	0.18	0.17	3	1.6*	1.5*
	4	0.28	0.28	14	0.29	0.28	4	0.3*	0.2*
	5	0.18	0.17	15	0.18	0.16	5	1.4*	1.3*
	6	0.22	0.22	16	0.24	0.23	6	1.1*	1.0*
	7	0.26	0.24	17	0.21	0.25	7	1.2*	1.1*
	8	0.24	0.23	18	0.26	0.24	8	2.2*	1.2*
	9	0.22	0.21	19	0.23	0.22	9	1.3*	1.1*
	10	0.30	0.28	20	0.31	0.29	10	1.4*	1.2*

(比较包覆工具的栏的*号表示因产生于硬质包覆层的削片而达至使用寿命为止的切削时间(分钟))。

[0103] 从表 8 ~ 11 中所示的结果明确了如下内容:本发 明 的 包 覆 工 具 1 ~ 20 在 由 改 质 Al_2O_3 层 构 成 的 中 间 层 上 形 成 有 上 部 层, 该 上 部 层 在 比 上 部 层 的 中 间 层 侧 (工 具 基 体 侧) 更

靠上部层的表面侧含有更多氧化铬,而且由 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例高的混合组织层(改性 $(Al, Cr)O$ 层)构成,由此即使在伴随高热产生冲击的硬质合金钢的高速断续切削中,硬质包覆层也具有优异的高温硬度及高温强度,显出优异的耐崩刀性,相反在以往 Al_2O_3 层上形成有 $\Sigma 3$ 对应粒界的分布比例少的以往 $(Al, Cr)O$ 层的比较包覆工具在硬质合金钢的高速断续切削加工中,硬质包覆层的高温硬度、高温强度尤其不充分,因此在硬质包覆层产生崩刀,较短时间内达到使用寿命。

[0104] 工业实用性

[0105] 如上所述,此发明的包覆工具不仅在需要高温硬度、高温强度的硬质合金的伴随高热产生的高速断续切削加工中使用,而且还可以在各种钢或铸铁等的一般条件下的断续切削加工或断续切削加工中使用,具备对各种被切削材料的通用性,而且长期发挥优异的切削性能,所以能充分满足地对应切削装置的高性能化及切削加工的省劳力化及节能化、以及低成本化。

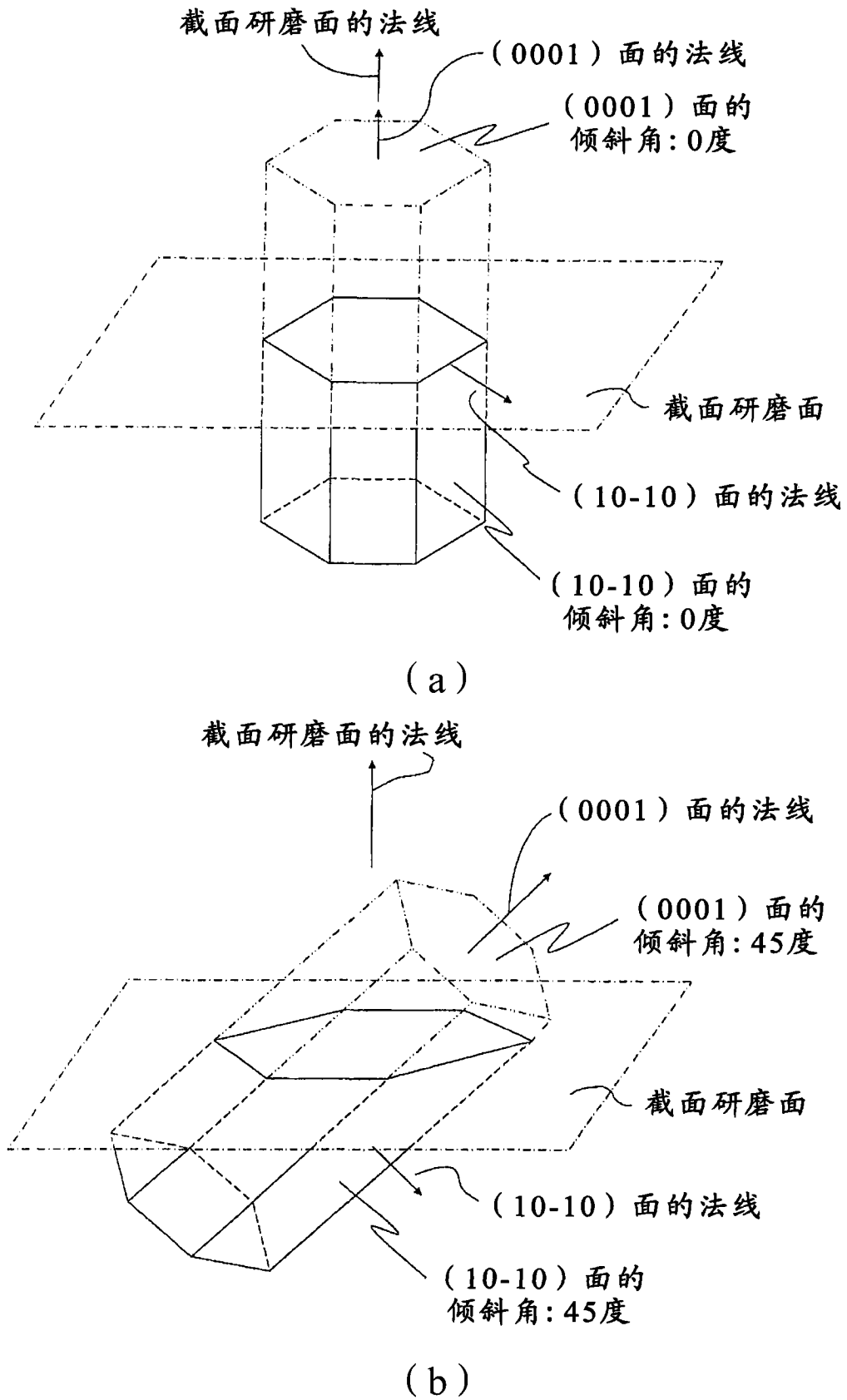


图 1

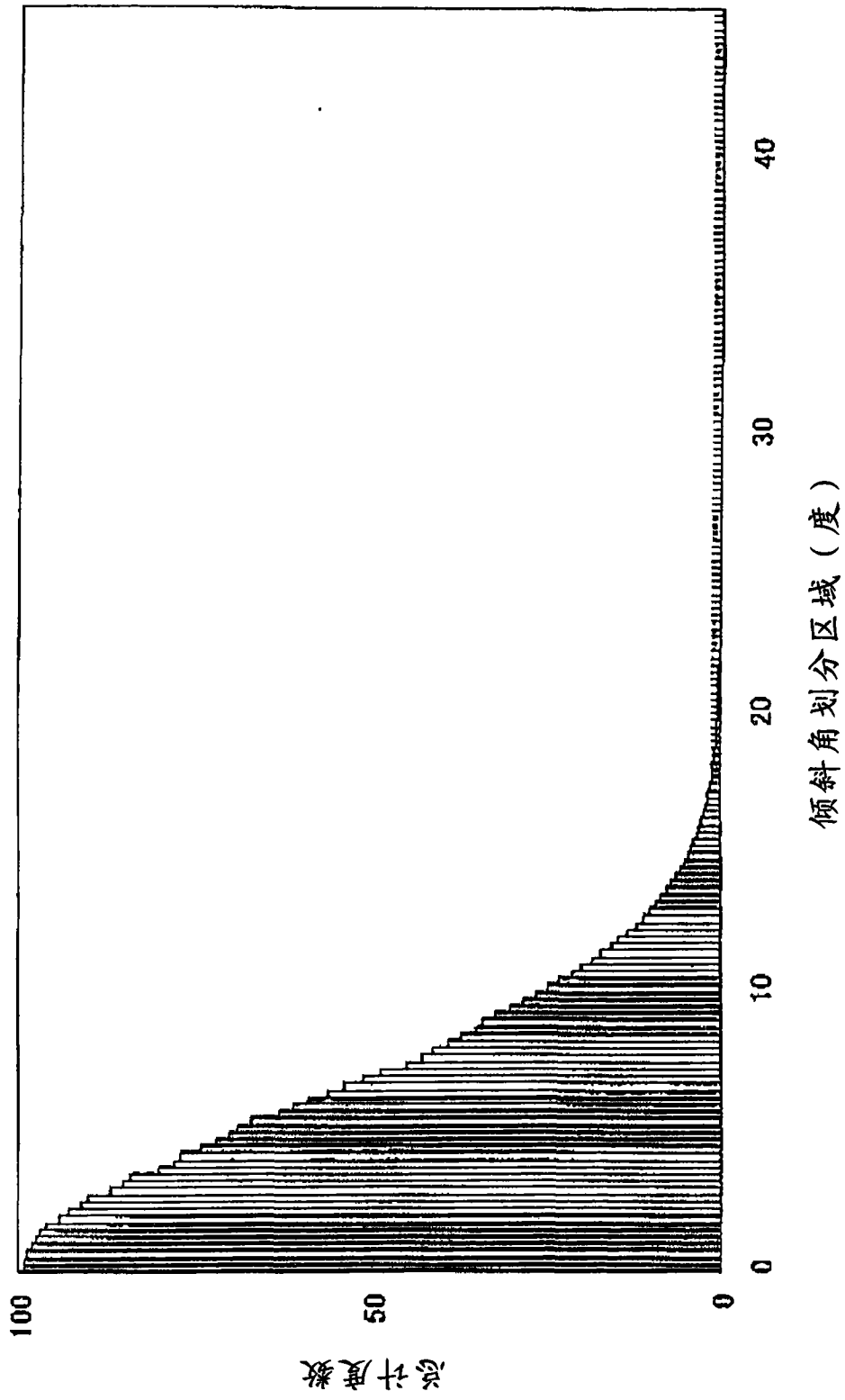


图 3

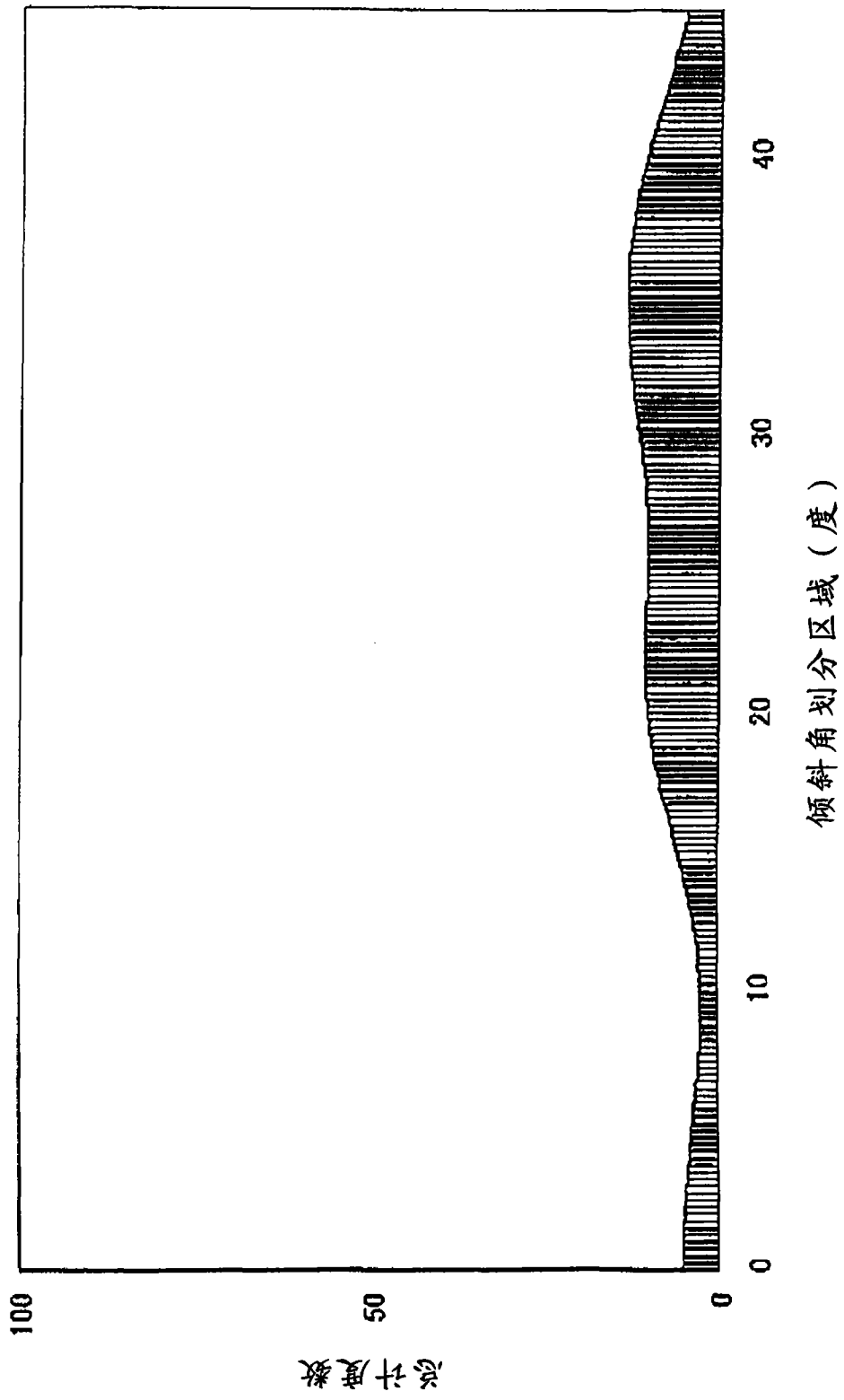


图 4

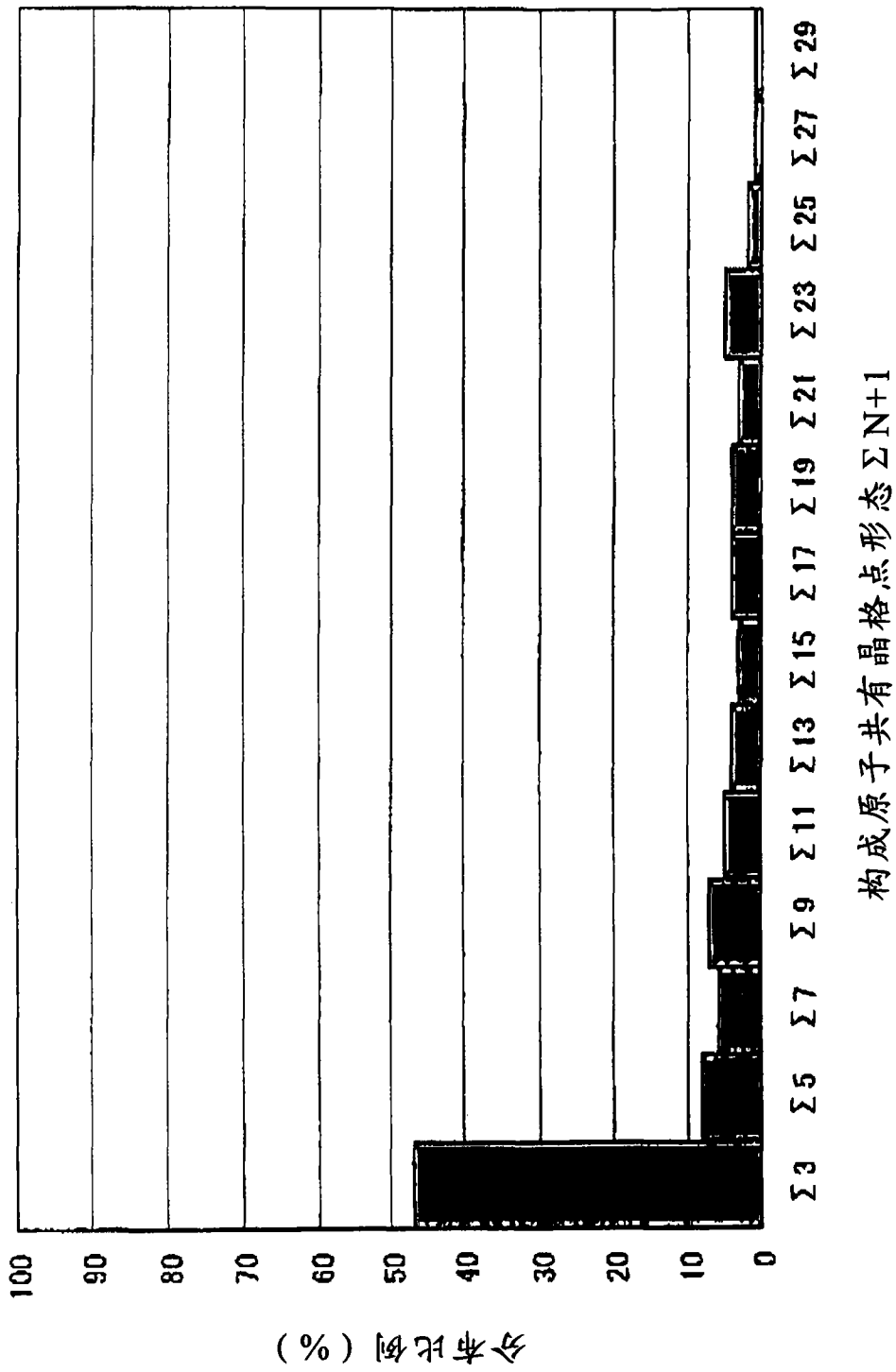


图 5

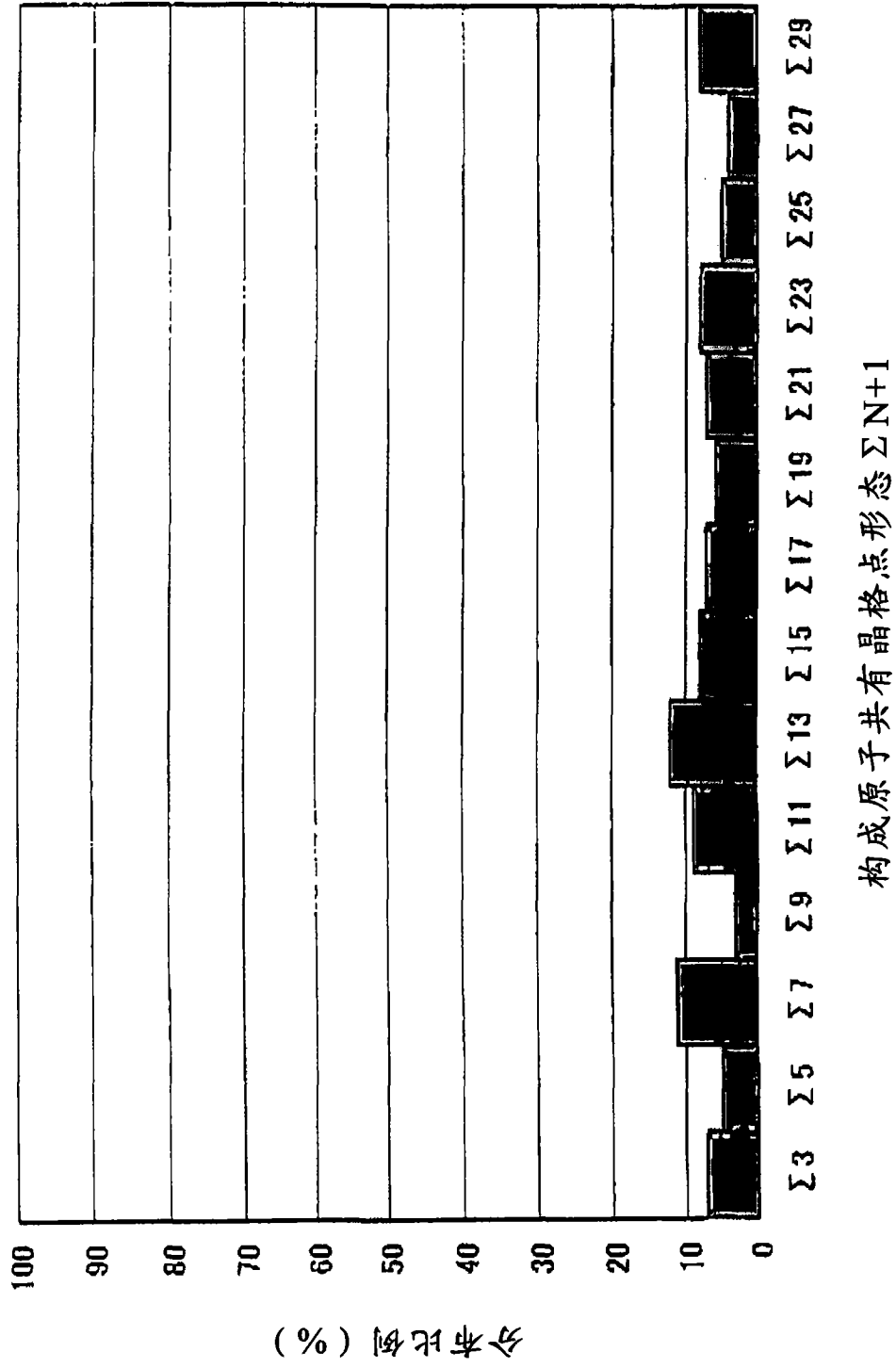


图 6