



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117677724 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 08

(21) 申请号 202280050628.5

(22) 申请日 2022.01.19

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.01.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/001805 2022.01.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/139695 JA 2023.07.27

(71) 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 城户保树 冈村克己 德田千明

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司
11372

专利代理师 吴大建 霍玉娟

(51) Int. Cl.

C22C 29/08 (2006.01)

C22C 1/05 (2023.01)

B23B 27/14 (2006.01)

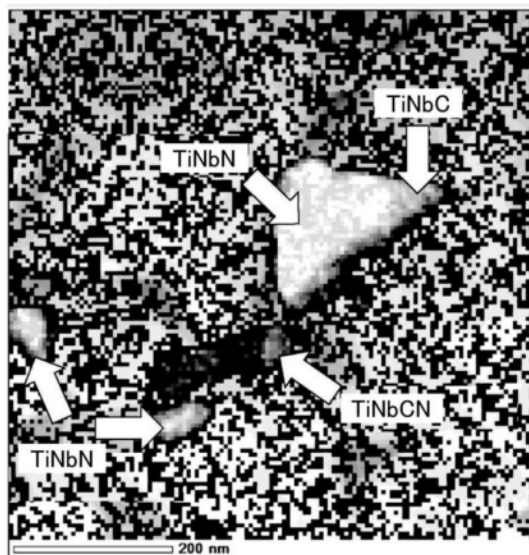
权利要求书1页 说明书23页 附图4页

(54) 发明名称

硬质合金以及包含该硬质合金的工具

(57) 摘要

一种硬质合金,其是由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,所述第二硬质相由选自TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成,所述第二硬质相的平均粒径为 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下,所述第二硬质相的分散度为0.7以下,所述第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。



1. 一种硬质合金,其是由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,
所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,
所述第二硬质相由选自TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成,
所述第二硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,
所述第二硬质相的分散度为0.7以下,
所述第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,
所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,
所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。
2. 根据权利要求1所述的硬质合金,其中,在通过扫描型电子显微镜对所述硬质合金的剖面进行拍摄而得到的反射电子图像的二值化处理后的图像中设定的 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野中,所述第二硬质相的数量为30个以上。
3. 根据权利要求1或2所述的硬质合金,其中,所述第二硬质相的平均粒径为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.08\mu\text{m}$ 以下。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的硬质合金,其中,所述第二硬质相的分散度为0.4以下。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的硬质合金,其中,
所述分散度是将所述第二硬质相的重心作为母点进行维诺分割而得到的维诺图中的各维诺区域的面积的标准偏差,
所述维诺图通过如下方式得到:在通过扫描型电子显微镜对所述硬质合金的剖面进行拍摄而得到的反射电子图像中提取所述第二硬质相,在所述反射电子图像的二值化处理后的图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野,在所述测定视野中,将提取出的所述第二硬质相的重心作为母点进行维诺分割,并计算出全部的所述母点的维诺区域。
6. 一种硬质合金,其是由第一硬质相、第三硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,
所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,
所述第三硬质相由选自TiTaC、TiTaCN以及TiTaCN组成的群组中的至少一种第二化合物构成,
所述第三硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,
所述第三硬质相的分散度为0.7以下,
所述第三硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,
所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,
所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。
7. 一种工具,其中,所述工具是包含权利要求1至6中任一项所述的硬质合金的工具。

硬质合金以及包含该硬质合金的工具

技术领域

[0001] 本公开涉及硬质合金以及包含该硬质合金的工具。

背景技术

[0002] 以往,将具备以碳化钨(WC)为主成分的相、由包含钨以外的金属元素的碳化物、氮化物及碳氮化物等构成的相、以及以铁族元素为主成分的结合相的硬质合金用于切削工具的原材料(专利文献1~专利文献5)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2017/191744号

[0006] 专利文献2:日本特开2012-251242号公报

[0007] 专利文献3:国际公开第2018/194018号

[0008] 专利文献4:日本特开2016-98393号公报

[0009] 专利文献5:日本特开2021-110010号公报

发明内容

[0010] 本公开的硬质合金是由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,

[0011] 所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0012] 所述第二硬质相由选自TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成,

[0013] 所述第二硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,

[0014] 所述第二硬质相的分散度为0.7以下,

[0015] 所述第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0016] 所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0017] 所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0018] 本公开的硬质合金是由第一硬质相、第三硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,

[0019] 所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0020] 所述第三硬质相由选自TiTaC、TiTaCN以及TiTaCN组成的群组中的至少一种第二化合物构成,

[0021] 所述第三硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,

[0022] 所述第三硬质相的分散度为0.7以下,

[0023] 所述第三硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0024] 所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0025] 所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0026] 本公开的工具是包含上述硬质合金的工具。

附图说明

- [0027] 图1是实施方式1的硬质合金的反射电子图像的一个例子。
[0028] 图2是实施方式1的硬质合金的STEM-HAADF图像的一个例子。
[0029] 图3是实施方式1的硬质合金的元素映射图像。
[0030] 图4是基于图1所示的反射电子图像而制作的维诺图。
[0031] 图5是实施方式2的硬质合金的STEM-HAADF图像的一个例子。
[0032] 图6是实施方式2的硬质合金的元素映射图像。
[0033] 图7是表示在硬质合金上附着的附着物的照片代用图。

具体实施方式

[0034] [本公开所要解决的问题]

[0035] 近年来,成本降低的要求越来越严格,例如,在钛合金、镍合金等难切削材料的高效率加工中,也要求具有较长的寿命的工具。因此,本公开的目的在于提供一种在用作工具材料的情况下能够实现工具的长寿命化的硬质合金以及包含该硬质合金的工具。

[0036] [本公开的效果]

[0037] 包含本公开的硬质合金的工具能够具有较长的工具寿命。

[0038] [本公开的实施方式的说明]

[0039] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0040] (1) 本公开的硬质合金是由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,

[0041] 所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0042] 所述第二硬质相由选自TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成,

[0043] 所述第二硬质相的平均粒径为0.1 μm 以下,

[0044] 所述第二硬质相的分散度为0.7以下,

[0045] 所述第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0046] 所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0047] 所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0048] 包含本公开的硬质合金的工具能够具有较长的工具寿命。

[0049] (2) 优选地,在通过扫描型电子显微镜对所述硬质合金的剖面进行拍摄而得到的反射电子图像的二值化处理后的图像中设定的24.9 μm ×18.8 μm 的矩形的测定视野中,所述第二硬质相的数量为30个以上。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0050] (3) 优选地,所述第二硬质相的平均粒径为0.01 μm 以上且0.08 μm 以下。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0051] (4) 优选地,所述第二硬质相的分散度为0.4以下。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0052] (5) 优选地,所述分散度是将所述第二硬质相的重心作为母点进行维诺分割而得到的维诺图中的各维诺区域的面积的标准偏差,

[0053] 所述维诺图通过如下方式得到:在通过扫描型电子显微镜对所述硬质合金的剖面

进行拍摄而得到的反射电子图像中提取所述第二硬质相,在所述反射电子图像的二维化处理后的图像中设定 $24.9\mu\text{m}\times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野,在所述测定视野中,将提取出的所述第二硬质相的重心作为母点进行维诺分割,并计算出全部的所述母点的维诺区域。

[0054] (6) 本公开的硬质合金是由第一硬质相、第三硬质相和结合相构成的硬质合金,其中,

[0055] 所述第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0056] 所述第三硬质相由选自TiTaC、TiTaCN以及TiTaCN组成的群组中的至少一种第二化合物构成,

[0057] 所述第三硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,

[0058] 所述第三硬质相的分散度为0.7以下,

[0059] 所述第三硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0060] 所述结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0061] 所述结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0062] 包含本公开的硬质合金的工具能够具有较长的工具寿命。

[0063] (7) 本公开的工具是包含上述硬质合金的工具。本公开的工具能够具有较长的工具寿命。

[0064] [本公开的实施方式的详细内容]

[0065] 在本说明书中,“A~B”这样的形式的表述是指范围的上限下限(即A以上且B以下),在A中没有单位的记载、仅在B中记载有单位的情况下,A的单位与B的单位相同。

[0066] 在本说明书中,在以化学式表示化合物等的情况下,在不特别限定原子比时,包含以往公知的所有原子比,未必仅限于化学计量范围内的原子比。例如在记载为“TiNbC”的情况下,构成TiNbC的原子数之比包括以往公知的所有原子比。

[0067] 在本说明书中,在表示压力的情况下,在没有特别限定时是指大气压基准的压力。

[0068] 本公开的发明人在开发即使在难切削材料的高效率加工中也具有较长的寿命的工具时,制作使用了以往的硬质合金的工具,进行难切削材料的高效率加工。其结果是发现了在使用了以往的硬质合金的工具中,因伴随着加工的被切削材料向工具的熔敷而到达工具寿命。据推测这是由于因熔敷而产生耐缺损性的降低、尺寸精度的降低。因此,本公开的发明人特别关注于工具的耐熔敷性来开发硬质合金,得到了本公开的硬质合金以及包含该硬质合金的工具。

[0069] 以下,参照附图对本公开的硬质合金以及包含该硬质合金的工具的具体例进行说明。在本公开的附图中,相同的附图标记表示相同部分或相当部分。另外,长度、宽度、厚度、深度等尺寸关系为了附图的清晰化和简化而适当变更,未必表示实际的尺寸关系。

[0070] [实施方式1:硬质合金(1)]

[0071] 本公开的一个实施方式(以下,也记作“实施方式1”)的硬质合金是由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成的硬质合金,

[0072] 该第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0073] 该第二硬质相由选自TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成,

[0074] 该第二硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,

[0075] 该第二硬质相的分散度为0.7以下,

[0076] 该第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0077] 该结合相包含选自自由铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0078] 该结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0079] 包含本公开的硬质合金的工具能够具有较长的工具寿命。据推测这是由于硬质合金具有优异的耐熔敷性。

[0080] <硬质合金的组成>

[0081] 实施方式1的硬质合金由第一硬质相、第二硬质相和结合相构成。只要不损害本公开的效果,则该硬质合金也可以包含杂质。即,硬质合金可以由第一硬质相、第二硬质相、结合相和杂质构成。作为该杂质,例如,可列举为铁(Fe)、钼(Mo)、钙(Ca)、硅(Si)、硫(S)。硬质合金的杂质的含有率(在杂质为两种以上的情况下,为它们的含有率的合计)优选为0质量%以上且小于0.1质量%。硬质合金的杂质的含有率通过ICP发光分析(Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy(测定装置:岛津制作所“ICPS-8100”(商标))进行测定。

[0082] 在实施方式1中,硬质合金的第一硬质相的含有率的下限可以设为65体积%以上、70体积%以上、75体积%以上、80体积%以上。硬质合金的第一硬质相的含有率的上限可以设为99.8体积%以下、99体积%以下、98体积%以下、97体积%以下。硬质合金的第一硬质相的含有率可以设为65体积%以上且99.8体积%以下、70体积%以上且99.8体积%以下、75体积%以上且99.8体积%以下、80体积%以上且99.8体积%以下、65体积%以上且99体积%以下、70体积%以上且99体积%以下、75体积%以上且99体积%以下、80体积%以上且99体积%以下、65体积%以上且98体积%以下、70体积%以上且98体积%以下、75体积%以上且98体积%以下、80体积%以上且98体积%以下、65体积%以上且97体积%以下、70体积%以上且97体积%以下、75体积%以上且97体积%以下、80体积%以上且97体积%以下。

[0083] 在实施方式1中,硬质合金的第二硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。硬质合金的第二硬质相的含有率的下限可以设为0.10体积%以上、0.2体积%以上、0.5体积%以上、1体积%以上。该硬质合金的第二硬质相的含有率的上限可以设为15体积%以下、14体积%以下、12体积%以下、10体积%以下。硬质合金的第二硬质相的含有率可以设为0.10体积%以上且15体积%以下、0.2体积%以上且15体积%以下、0.5体积%以上且15体积%以下、1体积%以上且15体积%以下、0.10体积%以上且14体积%以下、0.2体积%以上且14体积%以下、0.5体积%以上且14体积%以下、1体积%以上且14体积%以下、0.10体积%以上且12体积%以下、0.2体积%以上且12体积%以下、0.5体积%以上且12体积%以下、1体积%以上且12体积%以下、0.10体积%以上且10体积%以下、0.2体积%以上且10体积%以下、0.5体积%以上且10体积%以下、1体积%以上且10体积%以下。

[0084] 在实施方式1中,硬质合金的结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。由此,硬质合金的强度提高。硬质合金的结合相的含有率的下限可以设为0.10体积%以上、0.3体积%以上、0.5体积%以上、1体积%以上。硬质合金的结合相的含有率的上限可以为20体积%以下、18体积%以下、16体积%以下、14体积%以下。该硬质合金的结合相的含有率可以设为0.10体积%以上且20体积%以下、0.3体积%以上且20体积%以下、0.5体积%

以上且20体积%以下、1体积%以上且20体积%以下、0.10体积%以上且18体积%以下、0.3体积%以上且18体积%以下、0.5体积%以上且18体积%以下、1体积%以上且18体积%以下、0.10体积%以上且16体积%以下、0.3体积%以上且16体积%以下、0.5体积%以上且16体积%以下、1体积%以上且16体积%以下、0.10体积%以上且14体积%以下、0.3体积%以上且14体积%以下、0.5体积%以上且14体积%以下、1体积%以上且14体积%以下。

[0085] 硬质合金的第一硬质相的含有率、第二硬质相的含有率以及结合相的含有率的测定方法如下所述。

[0086] (A1) 切出硬质合金的任意的位置而使剖面露出。通过横截面抛光机(日本电子公司制造)对该剖面进行镜面加工。

[0087] (B1) 使用扫描电子显微镜-能量色散型X射线光谱法(SEM-EDX)对硬质合金的镜面加工面进行分析(装置:Carl Zeiss公司制造Gemini450(商标)),确定硬质合金中所含的元素。

[0088] (C1) 利用扫描型电子显微镜(SEM)对硬质合金的镜面加工面进行拍摄,得到反射电子图像。拍摄图像的拍摄区域设定于硬质合金的剖面的中央部、即不包含硬质合金的表面附近等性状明显与块状部分不同的部分的位置(拍摄区域全部为硬质合金的块状部分的位置)。观察倍率为5000倍。测定条件是加速电压为3kV、电流值为2nA、工作距离(WD)为5mm。

[0089] (D1) 对于上述(C1)的拍摄区域,使用附带SEM的能量色散型X射线分析装置(SEM-EDX)进行分析,确定该拍摄区域中的上述(B1)中确定的元素的分布,得到元素映射图像。

[0090] (E1) 将上述(C1)中得到的反射电子图像导入计算机,使用图像分析软件(OpenCV、SciPy)进行二值化处理。二值化处理以只提取反射电子图像中的第一硬质相、第二硬质相以及结合相中的第二硬质相的方式进行。二值化的阈值根据对比度而变化,因此对每个图像进行设定。

[0091] 图1表示本实施方式的硬质合金的反射电子图像的一个例子。在图1中,白色区域相当于第一硬质相,灰色区域相当于结合相,黑色区域相当于第二硬质相。在该反射电子图像中,以仅提取出黑色区域的方式设定二值化的阈值。

[0092] (F1) 通过将上述(D1)中得到的元素映射图像与上述(E1)中得到的二值化处理后的图像重叠,在该二值化处理后的图像上确定第一硬质相、第二硬质相以及结合相各自的存在区域。具体而言,在二值化处理后的图像中以白色表示、在元素映射图像中存在钨(W)和碳(C)的区域相当于第一硬质相的存在区域。在二值化处理后的图像中以黑色表示、在元素映射图像中存在碳(C)和氮(N)中的一者或两者以及钛(Ti)和铌(Nb)的区域相当于第二硬质相的存在区域。在二值化处理后的图像中以白色表示、在元素映射图像中存在选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种元素的区域相当于结合相的存在区域。

[0093] (G1) 在上述二值化处理后的图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的一个测定视野。使用上述图像分析软件,以该测定视野整体的面积为分母,对第一硬质相、第二硬质相以及结合相各自的面积百分率进行测定。

[0094] (H1) 在五个互不重复的不同的测定视野中进行上述(G1)的测定。在本说明书中,五个测定视野中的第一硬质相的面积百分率的平均相当于硬质合金的第一硬质相的含有率(体积%),五个测定视野中的第二硬质相的面积百分率的平均相当于硬质合金的第二硬质相的含有率(体积%),五个测定视野中的结合相的面积百分率的平均相当于硬质合金的

结合相的含有率(体积%)。

[0095] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在该剖面上任意地设定上述(C1)中记载的拍摄区域,任意地设定上述(H1)中记载的五个测定视野,按照上述的步骤,多次进行硬质合金的第一硬质相的含有率、第二硬质相的含有率以及结合相的含有率的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,任意地设定反射电子图像的拍摄区域,任意地设定测定视野,结果也不会随意变化。

[0096] <第一硬质相>

[0097] 《组成》

[0098] 在实施方式1中,第一硬质相由碳化钨颗粒(以下也记为“WC颗粒”)构成。该碳化钨颗粒(以下也记为“WC颗粒”)是由碳化钨构成的颗粒。只要不损害本公开的效果,在第一硬质相中,可以在WC颗粒内或与WC颗粒一起包含铁(Fe)、钼(Mo)、钙(Ca)、硅(Si)、硫(S)等。第一硬质相的铁(Fe)、钼(Mo)、钙(Ca)、硅(Si)、硫(S)的含有率(在两种以上的情况下,为它们的含有率的合计)优选为0质量%以上且小于0.1质量%。第一硬质相的铁(Fe)、钼(Mo)、钙(Ca)、硅(Si)、硫(S)的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0099] 《平均粒径》

[0100] 实施方式1中的碳化钨颗粒的平均粒径的下限优选为0.2 μm 以上、0.4 μm 以上。该碳化钨颗粒的平均粒径的上限优选为3.0 μm 以下、2.5 μm 以下。该碳化钨颗粒的平均粒径优选为0.2 μm 以上且3.0 μm 以下、0.4 μm 以上且3.0 μm 以下、0.2 μm 以上且2.5 μm 以下、0.4 μm 以上且2.5 μm 以下。由此,硬质合金具有高硬度,包含该硬质合金的工具的耐磨损性提高。另外,该工具能够具有优异的耐折损性。

[0101] 在本说明书中,碳化钨颗粒的平均粒径是指碳化钨颗粒的等面积当量圆直径(Heywood直径)的D50(个数基准的频度的累积为50%的当量圆直径、中值粒径D50)。该碳化钨颗粒的平均粒径的测定方法如下所述。

[0102] (A2)通过与上述硬质合金的第一硬质相的含有率、第二硬质相的含有率以及结合相的含有率的测定方法的(A1)~(F1)相同的方法,在二值化处理后的图像上确定第一硬质相(相当于碳化钨颗粒)的存在区域。

[0103] (B2)在上述二值化处理后的图像中设定24.9 μm ×18.8 μm 的矩形的一个测定视野。使用上述图像分析软件,确定该测定视野中的各碳化钨颗粒的外缘,计算出各碳化钨颗粒的当量圆直径(Heywood直径:等面积当量圆直径)。

[0104] (C2)基于上述测定视野中的全部碳化钨颗粒,计算出碳化钨颗粒的等面积当量圆直径的D50。

[0105] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在该剖面上任意地设定上述(C1)中记载的拍摄区域,任意地设定上述(B2)中记载的测定视野,按照上述的步骤,多次进行碳化钨颗粒的平均粒径的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,任意地设定拍摄图像的拍摄区域,任意地设定测定视野,结果也不会随意变化。

[0106] <第二硬质相>

[0107] 《组成》

[0108] 在实施方式1中,第二硬质相由选自自由TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的至少一种第一化合物构成。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0109] 第二硬质相并不限于纯粹的TiNbC、TiNbN以及TiNbCN,在不损害本公开的效果的范围内也可以在它们中包含钨(W)、铬(Cr)、钴(Co)等金属元素。第二硬质相中的W、Cr以及Co的合计含有率优选为0质量%以上且小于0.1质量%。第二硬质相中的W、Cr以及Co的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0110] 第二硬质相优选由多个晶粒构成。作为第二硬质相中所含的晶粒,可列举为TiNbC颗粒、TiNbN颗粒、TiNbCN颗粒、以及选自自由TiNbC、TiNbN及TiNbCN组成的群组中的两种以上的第一化合物构成的颗粒。

[0111] 第二硬质相可以全部由相同组成的晶粒构成。例如,第二硬质相可以由TiNbC颗粒构成。第二硬质相可以由TiNbN颗粒构成。第二硬质相可以由TiNbCN颗粒构成。第二硬质相可以由选自自由TiNbC、TiNbN以及TiNbCN组成的群组中的两种以上的第一化合物所构成的颗粒构成。

[0112] 第二硬质相可以由两种以上的不同组成的晶粒构成。例如,第二硬质相可以由两种以上的晶粒构成,该两种以上的晶粒选自自由以下颗粒组成的群组:TiNbC颗粒、TiNbN颗粒、TiNbCN颗粒、以及由选自TiNbC、TiNbN和TiNbCN组成的群组中的两种以上的第一化合物构成的颗粒。第二硬质相可以由TiNbC颗粒、TiNbN颗粒以及TiNbCN颗粒构成。

[0113] 第二硬质相的组成的测定方法如下所述。

[0114] (A3) 使用离子切片机(装置:日本电子公司制造的IB09060CIS(商标))使硬质合金的任意的位置薄片化,制作厚度为30~100nm的样品。离子切片机的加速电压在薄片化加工中为6kV,在精加工中为2kV。

[0115] (B3) 通过扫描透射型电子显微镜(STEM)(装置:日本电子公司制造的JFM-ARM300F(商标))以50000倍对上述样品进行观察,由此得到STEM-HAADF(high-angle annular dark field scanning transmission electron microscope)图像。STEM-HAADF图像的拍摄区域设定在样品的中央部、即不包含硬质合金的表面附近等性状明显与块状部分不同的部分的位置(拍摄区域全部为硬质合金的块状部分的位置)。测定条件是加速电压为200kV。图2是实施方式1的硬质合金的STEM-HAADF图像的一个例子。

[0116] (C3) 接着,通过附属于STEM的EDX,对STEM-HAADF图像执行元素映射分析,得到元素映射图像。将在元素映射图像中存在碳(C)和氮(N)中的一者或两者以及钛(Ti)和铌(Nb)的区域确定为第二硬质相,并确定该第二硬质相的组成。在该第二硬质相由多个晶粒构成的情况下,按各晶粒确定组成。图3是与图1相同的测定视野中的实施方式1的硬质合金的元素映射图像。在图3的左下的位置,确认到由TiNbN构成的两个第二硬质相(晶粒)。在比图3的中央稍靠右上的位置,确认到由TiNbN以及TiNbC构成的一个第二硬质相(晶粒)。在比图3的中央稍微靠下的位置,确认到由TiNbCN构成的一个第二硬质相(晶粒)。

[0117] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在上述样品上任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,按照上述的步骤,多次进行第二硬质相的组成的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,并且任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,结果也不会随意变化。

[0118] 在第二硬质相中, 铌相对于钛和铌的合计的原子数基准的比例(以下, 也记为“Nb比例”)的下限可以设为0.03以上、0.04以上、0.05以上。该Nb比例的上限可以设为0.48以下、0.46以下、0.44以下、0.42以下。该Nb比例可以设为0.03以上且0.48以下、0.04以上且0.48以下、0.05以上且0.48以下、0.03以上且0.46以下、0.04以上且0.46以下、0.05以上且0.46以下、0.03以上且0.44以下、0.04以上且0.44以下、0.05以上且0.44以下、0.03以上且0.42以下、0.04以上且0.42以下、0.05以上且0.42以下。由此, 能够使第二硬质相在硬质合金中微细地分散, 使硬质合金的耐熔敷性提高。

[0119] 在本说明书中, 第二硬质相中的铌相对于钛和铌的合计的原子数基准的比例是指, 硬质合金中所含的第二硬质相整体中的铌相对于钛和铌的合计的原子数基准的比例(Nb比例)的平均。该Nb比例通过以下的步骤求出。在上述(C3)的元素映射图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野。基于在该测定视野中观察到的全部的第二硬质相, 测定第二硬质相整体的组成, 计算出铌相对于钛和铌的合计的原子数基准的比例(Nb比例)。在五个互不重复的不同的测定视野中, 求出Nb比例。在本说明书中, 五个测定视野中的第二硬质相整体的组成的平均相当于硬质合金中的第二硬质相整体的组成。在本说明书中, 五个测定视野中的Nb比例的平均相当于硬质合金中的Nb比例。

[0120] 确认到以下情况: 只要在申请人进行测定的范围内, 只要在同一试样中进行测定, 则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位, 在上述样品上任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域, 按照上述的步骤, 多次进行第二硬质相整体中的Nb比例的平均的测定, 测定结果的偏差也很小, 即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位, 并且任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域, 结果也不会随意变化。

[0121] 《平均粒径》

[0122] 实施方式1中的第二硬质相的平均粒径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下。由此, 硬质合金的耐熔敷性提高。另外, 第二硬质相不易成为破坏的起点, 包含该硬质合金的工具的耐折损性提高。该第二硬质相的平均粒径的下限优选为 $0.002\mu\text{m}$ 以上、 $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $0.02\mu\text{m}$ 以上、 $0.03\mu\text{m}$ 以上。该第二硬质相的平均粒径的上限为 $0.1\mu\text{m}$ 以下, 优选为 $0.09\mu\text{m}$ 以下、 $0.08\mu\text{m}$ 以下、 $0.07\mu\text{m}$ 以下、 $0.06\mu\text{m}$ 以下。该第二硬质相的平均粒径优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下、 $0.02\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下、 $0.03\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下、 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.09\mu\text{m}$ 以下、 $0.02\mu\text{m}$ 以上且 $0.09\mu\text{m}$ 以下、 $0.03\mu\text{m}$ 以上且 $0.09\mu\text{m}$ 以下、 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.08\mu\text{m}$ 以下、 $0.02\mu\text{m}$ 以上且 $0.08\mu\text{m}$ 以下、 $0.03\mu\text{m}$ 以上且 $0.08\mu\text{m}$ 以下、 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.07\mu\text{m}$ 以下、 $0.02\mu\text{m}$ 以上且 $0.07\mu\text{m}$ 以下、 $0.03\mu\text{m}$ 以上且 $0.07\mu\text{m}$ 以下、 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.06\mu\text{m}$ 以下、 $0.02\mu\text{m}$ 以上且 $0.06\mu\text{m}$ 以下、 $0.03\mu\text{m}$ 以上且 $0.06\mu\text{m}$ 以下。由此, 工具寿命进一步提高。

[0123] 在本说明书中, 第二硬质相的平均粒径是指第二硬质相中所含的多个晶粒的等面积当量圆直径(Heywood直径)的D50(个数基准的频度的累积为50%的当量圆直径、中值粒径D50)。第二硬质相的平均粒径的测定方法如下所述。

[0124] (A3) 以与上述硬质合金的第一硬质相的含有率、第二硬质相的含有率以及结合相的含有率的测定方法的(A1)~(F1)相同的方法, 在二值化处理后的图像上确定第二硬质相的存在区域。

[0125] (B3) 在上述二值化处理后的图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的一个测定视野。使用上述图像分析软件, 确定该测定视野中的各第二硬质相的外缘, 计算出各第二硬质相

的当量圆直径(Heywood直径:等面积当量圆直径)。

[0126] (C3) 基于上述测定视野中的全部第二硬质相,计算出第二硬质相的等面积当量圆直径的D50。

[0127] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在该剖面上任意地设定上述(C1)中记载的拍摄区域,任意地设定上述(B3)中记载的测定视野,按照上述的步骤,多次进行碳化钨颗粒的平均粒径的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,任意地设定拍摄图像的拍摄区域,任意地设定测定视野,结果也不会随意变化。

[0128] 《分散度》

[0129] 实施方式1中的第二硬质相的分散度为0.7以下。由此,硬质合金组织变得均质,硬质合金能够具有优异的耐熔敷性。该第二硬质相的分散度的上限为0.7以下,优选为0.70以下、0.69以下、0.68以下、0.65以下、0.60以下、0.55以下、0.40以下。该第二硬质相的分散度的下限没有特别限制,例如优选为0以上、0.1以上。该第二硬质相的分散度优选为0以上且0.7以下、0以上且0.70以下、0以上且0.69以下、0以上且0.68以下、0以上且0.65以下、0以上且0.60以下、0以上且0.55以下、0以上且0.40以下、0.1以上且0.7以下、0.1以上且0.70以下、0.1以上且0.69以下、0.1以上且0.68以下、0.1以上且0.65以下、0.1以上且0.60以下、0.1以上且0.55以下、0.1以上且0.40以下。

[0130] 在本说明书中,第二硬质相的分散度使用维诺图进行测定。具体的测定方法如下所述。

[0131] (A4) 通过与上述硬质合金的第一硬质相的含有率、第二硬质相的含有率以及结合相的含有率的测定方法的(A1)、(C1)、(E1)相同的方法,对硬质合金的镜面加工面的反射电子图像进行二值化处理,得到仅提取出第二硬质相的二值化处理后的图像。

[0132] (B4) 在上述二值化处理后的图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的一个测定区域。在该测定区域中,使用上述图像处理软件导出各第二硬质相的重心位置。将求出的重心坐标看作母点,进行维诺分割,计算出全部母点的维诺区域,制作维诺图。维诺区域是被维诺边界包围的区域,该维诺边界是在同一平面上配置有多个母点时,通过垂直平分线对接近的两个母点之间进行分割而形成的。

[0133] 图4表示基于图1所示的反射电子图像制作的维诺图。在图4中,小黑圆表示第二硬质相的重心,线段表示接近的两个母点之间的垂直平分线,由该垂直平分线包围的区域表示维诺区域。

[0134] (C4) 使用上述图像处理软件,针对上述测定区域内的全部维诺区域,计算出各自的维诺面积(μm^2)。在此,上述测定区域内的维诺区域是指,维诺区域的全部存在于测定区域内的维诺区域。因而,在维诺区域的一部分存在于上述测定区域的外侧的情况下,该维诺区域不包含在上述测定区域内的维诺区域内。

[0135] 计算出上述测定区域内的全部的维诺面积的标准偏差 σ 。在本说明书中,计算出该标准偏差 σ 。

[0136] (D4) 在五个互不重复的不同的测定区域中进行上述的标准偏差 σ 的计算。在本说明书中,五个测定区域中的标准偏差 σ 的平均相当于硬质合金的第二硬质相的分散度。

[0137] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,

则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,任意地设定上述(B4)中记载的测定区域,按照上述的步骤,多次进行第二硬质相的分散度的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,并且任意地设定拍摄图像的拍摄区域,结果也不会随意变化。

[0138] <结合相>

[0139] 《组成》

[0140] 在实施方式1中,结合相包含选自由铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素。结合相的第一元素的含有率(在第一元素由两种以上的元素构成的情况下,为它们的含有率的合计)优选为90质量%以上且100质量%以下、95质量%以上且100质量%以下、98质量%以上且100质量%以下、100质量%。结合相的第一元素的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0141] 结合相在第一元素的基础上,还可以包含钨(W)、铬(Cr)、钒(V)、钛(Ti)、铌(Nb)、钽(Ta)等。

[0142] <制造方法>

[0143] 实施方式1的硬质合金例如可以通过以下的方法制作。准备原料粉末。作为第一硬质相以及第二硬质相的原料,准备碳化钨(WC)粉末、三氧化钨(WO₃)粉末、氧化钛(TiO₂)粉末以及氧化铌(Nb₂O₅)粉末。通过使用三氧化钨(WO₃)粉末,能够使硬质合金中的WC颗粒微粒化。作为结合相的原料,可列举为铁(Fe)粉末、钴(Co)粉末、镍(Ni)粉末。作为晶粒生长抑制剂,可列举为碳化铬(Cr₃C₂)粉末、碳化钒(VC)粉末。

[0144] 碳化钨(WC)粉末的平均粒径可以设为0.1μm以上且3.5μm以下。WC粉末的平均粒径通过费歇尔法或BET法来测定。

[0145] 三氧化钨(WO₃)粉末的平均粒径可以设为0.1μm以上且3μm以下。氧化钛(TiO₂)粉末的平均粒径可以设为0.001μm以上且1μm以下。氧化铌(Nb₂O₅)粉末的平均粒径可以设为0.001μm以上且1μm以下。铁(Fe)粉末的平均粒径可以设为0.1μm以上且5μm以下。钴(Co)粉末的平均粒径可以设为0.1μm以上且5μm以下。镍(Ni)粉末的平均粒径可以设为0.1μm以上且5μm以下。上述原料粉末的平均粒径是指原料粉末的当量球直径的个数基准的中值粒径d₅₀。原料粉末的平均粒径使用Microtrac公司制造的粒度分布测定装置(商品名:MT3300EX)进行测定。

[0146] 接着,将原料粉末混合而得到混合粉末。混合可以使用磨碎机或球磨机。磨碎机中的混合时间可以设为3小时以上且20小时以下。球磨机中的混合时间可以设为3小时以上且72小时以下。

[0147] 接着,将混合粉末成形为所期望的形状,得到成型体。成形方法以及成形条件采用一般的方法以及条件即可,没有特别限定。

[0148] 接着,将成型体放入烧结炉,在真空中升温至1200℃。接着,在N₂气体气氛下,以压力8~40kPa,从1200℃升温至1350℃。接着,在N₂气体气氛下,在压力12~40kPa且1350℃下保持30~60分钟,对成型体进行烧结,得到烧结体。

[0149] 接着,对上述烧结体进行s-HIP处理(sinter Hot Isostatic Pressing,烧结热等静压加压法)。例如,对于烧结体,将Ar气体作为压力介质,在温度1330~1365℃且压力3~10MPa下施加60分钟。

[0150] 接着,将s-HIP处理后的烧结体在Ar气体中、压力400kPaG下骤冷至室温,得到硬质合金。

[0151] [实施方式2:硬质合金(2)]

[0152] 本公开的一个实施方式(以下,也记作“实施方式2”)的硬质合金是由第一硬质相、第三硬质相和结合相构成的硬质合金,

[0153] 该第一硬质相由碳化钨颗粒构成,

[0154] 该第三硬质相由选自TiTaC、TiTa₂N以及TiTaCN组成的群组中的至少一种第二化合物构成,

[0155] 该第三硬质相的平均粒径为0.1μm以下,

[0156] 该第三硬质相的分散度为0.7以下,

[0157] 该第三硬质相的含有率为0.1体积%以上且15体积%以下,

[0158] 该结合相包含选自铁、钴以及镍组成的群组中的至少一种第一元素,

[0159] 该结合相的含有率为0.1体积%以上且20体积%以下。

[0160] 实施方式2的硬质合金除了将实施方式1的硬质合金的第二硬质相变更为第三硬质相以外,可以设为与实施方式1的硬质合金相同的构成。以下,对第三硬质相以及制造方法进行说明。

[0161] <第三硬质相>

[0162] 《组成》

[0163] 在实施方式1中,第三硬质相由选自TiTaC、TiTa₂N以及TiTaCN组成的群组中的至少一种第二化合物构成。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0164] 第三硬质相并不限于纯粹的TiTaC、TiTa₂N以及TiTaCN,在不损害本公开的效果的范围内也可以在它们中包含钨(W)、铬(Cr)、钴(Co)等金属元素。第三硬质相中的W、Cr以及Co的合计含有率优选为0质量%以上且小于0.1质量%。第三硬质相中的W、Cr以及Co的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0165] 第三硬质相优选由多个晶粒构成。作为第三硬质相中所含的晶粒,可列举为TiTaC颗粒、TiTa₂N颗粒、TiTaCN颗粒、以及选自TiTaC、TiTa₂N和TiTaCN组成的群组中的两种以上的第二化合物构成的颗粒。

[0166] 第三硬质相可以全部由相同组成的晶粒构成。例如,第三硬质相可以由TiTaC颗粒构成。第三硬质相可以由TiTa₂N颗粒构成。第三硬质相可以由TiTaCN颗粒构成。第三硬质相可以由选自TiTaC、TiTa₂N以及TiTaCN组成的群组中的两种以上的第二化合物所构成的颗粒构成。

[0167] 第三硬质相可以由两种以上的不同组成的晶粒构成。例如,第三硬质相可以由两种以上的晶粒构成,该两种以上的晶粒选自以下颗粒组成的群组:TiTaC颗粒、TiTa₂N颗粒、TiTaCN颗粒、以及由选自TiTaC、TiTa₂N和TiTaCN组成的群组中的两种以上的第二化合物构成的颗粒。第三硬质相可以由TiTaC颗粒、TiTa₂N颗粒以及TiTaCN颗粒构成。

[0168] 第三硬质相的组成的测定方法可以按照实施方式1中记载的第二硬质相的组成的测定方法进行,因此不重复其说明。

[0169] 图5是实施方式2的硬质合金的STEM-HAADF图像的一个例子。图6是与图5相同的测定视野中的实施方式2的硬质合金的元素映射图像。在图6的中央稍右的位置,确认到由

TiTaC以及TiTaCN构成的一个第三硬质相(晶粒)。在图6的下部,确认到由TiTaCN构成的一个第三硬质相(晶粒)。

[0170] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在上述样品上任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,按照实施方式1中记载的第二硬质相的组成的测定方法的步骤,多次进行第三硬质相的组成的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,并且任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,结果也不会随意变化。

[0171] 在第三硬质相中,钽相对于钛和钽的合计的原子数基准的比例(以下,也记为“Ta比例”)的下限可以设为0.03以上、0.04以上、0.05以上。该Ta比例的上限可以设为0.48以下、0.46以下、0.44以下、0.42以下。该Ta比例可以设为0.03以上且0.48以下、0.04以上且0.48以下、0.05以上且0.48以下、0.03以上且0.46以下、0.04以上且0.46以下、0.05以上且0.46以下、0.03以上且0.44以下、0.04以上且0.44以下、0.05以上且0.44以下、0.03以上且0.42以下、0.04以上且0.42以下、0.05以上且0.42以下。由此,能够使第二硬质相在硬质合金中微细地分散,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0172] 在本说明书中,第三硬质相中的钽相对于钛和钽的合计的原子数基准的比例是指,硬质合金中所含的第三硬质相整体中的钽相对于钛和钽的合计的原子数基准的比例(Ta比例)的平均。该Ta比例通过以下的步骤求出。在上述(C3)的元素映射图像中设定 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野。基于在该测定视野中观察到的全部的第三硬质相,对第三硬质相整体的组成进行测定,计算出钽相对于钛和钽的合计的原子数基准的比例(Ta比例)。在五个互不重复的不同的测定视野中,求出Ta比例。在本说明书中,五个测定视野中的第三硬质相整体的组成的平均相当于硬质合金中的第三硬质相整体的组成。在本说明书中,五个测定视野中的Ta比例的平均相当于硬质合金中的Ta比例。

[0173] 确认到以下情况:只要在申请人进行测定的范围内,只要在同一试样中进行测定,则即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,在上述样品上任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,按照上述的步骤,多次进行第三硬质相整体中的Ta比例的平均的测定,测定结果的偏差也很小,即使任意地设定硬质合金的剖面的切出部位,并且任意地设定STEM-HAADF图像的拍摄区域,结果也不会随意变化。

[0174] <制造方法>

[0175] 作为实施方式2的硬质合金的制造方法,在实施方式1的硬质合金的制造方法中,作为原料粉末将氧化铌(Nb_2O_5)粉末变更为氧化钽(Ta_2O_5)粉末,除此以外,可以与实施方式1的硬质合金的制造方法相同。

[0176] [实施方式3:工具]

[0177] 本公开的一个实施方式(以下,也记作“实施方式3”)的工具是包含实施方式1或实施方式2所记载的硬质合金的切削工具。该工具在具备硬质合金原本所具有的优异的机械强度的基础上,还能够具备优异的耐熔敷性。该工具优选至少参与切削的部分包含实施方式1或实施方式2的硬质合金。参与切削的部分是指距刀尖的距离为 μm 以下的区域。

[0178] 作为上述工具,可以列举为钻头、微钻头、立铣刀、钻头用可转位切削刀片、立铣刀用可转位刀片、铣削加工用不重磨刀片、车削加工用不重磨刀片、金工锯、齿轮切割工具、铰刀、丝锥、切削刀具、耐磨工具、摩擦搅拌接合用工具等。

[0179] [附记1]

[0180] 在实施方式2的硬质合金中,在通过扫描型电子显微镜对硬质合金的剖面进行拍摄而得到的反射电子图像的二维化处理后的图像中设定的 $24.9\mu\text{m}\times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野中,第三硬质相的数量优选为30个以上。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0181] [附记2]

[0182] 第三硬质相的平均粒径优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.08\mu\text{m}$ 以下。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0183] [附记3]

[0184] 第三硬质相的分散度优选为0.4以下。由此,硬质合金的耐熔敷性提高。

[0185] 实施例

[0186] 通过实施例,对本实施方式进一步具体地进行说明。但是,本实施方式并不限于这些实施例。

[0187] [硬质合金的制作]

[0188] <试样1~试样37、试样1-1~试样1-15>

[0189] 作为原料粉末,准备碳化钨(WC)粉末、三氧化钨(WO_3)粉末、碳化铬(Cr_3C_2)粉末、氧化钛(TiO_2)粉末、氧化铌(Nb_2O_5)粉末、氧化钽粉末(Ta_2O_5)、钴(Co)粉末、镍(Ni)粉末。

[0190] 作为WC粉末,使用Allied Material公司制造的碳化钨粉“WC02NR”(平均粒径为 $0.10\sim 0.14\mu\text{m}$,基于BET法的换算粒径)、“WC04NR”(平均粒径为 $0.45\sim 0.49\mu\text{m}$,基于费歇尔法的平均粒径)、“WC25S”(平均粒径为 $2.4\sim 3.2\mu\text{m}$,使用Microtrac公司制造的粒度分布测定装置(商品名:MT3300EX)进行测定)。

[0191] WO_3 粉末的平均粒径为 $1.5\mu\text{m}$, Cr_3C_2 粉末的平均粒径为 $1.5\mu\text{m}$, TiO_2 粉末的平均粒径为 $0.01\mu\text{m}$, Nb_2O_5 粉末的平均粒径为 $0.05\mu\text{m}$, Ta_2O_5 粉末的平均粒径为 $0.05\mu\text{m}$,Co粉末的平均粒径为 $1\mu\text{m}$,Ni粉末的平均粒径为 $1\mu\text{m}$ 。原料粉末的平均粒径是使用Microtrac公司制造的粒度分布测定装置(商品名:MT3300EX)测定的值。

[0192] 将原料粉末以表1~表3的“原料粉末”一栏中记载的比率混合,得到混合粉末。例如,在试样1中,在混合粉末100质量%中,WC粉末(WC04NR)为52.0质量%, WO_3 粉末为34.7质量%, Cr_3C_2 粉末为1.0质量%, TiO_2 粉末为0.27质量%, Nb_2O_5 粉末为0.07质量%,Co粉末为12.0质量%。混合使用磨碎机。磨碎机中的混合时间为10小时。

[0193] 对所得到的混合粉末进行压制成形,得到 $\phi 3.5\text{mm}$ 的圆棒形状的成形体。

[0194] 除了试样1-1以外,通过以下的方法得到烧结体。将上述成形体放入烧结炉中,在真空中升温至 1200°C 。升温速度设为 $10^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。接着,在 N_2 气体气氛下,以表1~表3的“工序1”的“压力”一栏中记载的压力,从 1200°C 升温至 1350°C 。接着,在 N_2 气体气氛下,以表1~表3的“工序2”的“压力”一栏中记载的压力且 1350°C 的温度下,保持“工序2”的“时间”一栏中记载的时间,对成形体进行烧结,得到烧结体。例如,在试样1中,在真空中升温至 1200°C 。接着,在 N_2 气体气氛下以40kPa的压力从 1200°C 升温至 1350°C 。接着,在 N_2 气体气氛下,在12kPa的压力且 1350°C 的温度下保持30分钟,对成形体进行烧结,得到烧结体。

[0195] 试样1-1通过以下的方法得到烧结体。将上述成形体放入烧结炉中,在真空中升温至 1200°C 。升温速度设为 $10^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。接着,在真空中,从 1200°C 升温至 1350°C (在表3中记载为“vac烧结”)。接着,在真空中、且 1350°C 的温度下,保持“工序2”的“时间”一栏中记载的时

间,对成形体进行烧结(在表3中记载为“vac烧结”),得到烧结体。

[0196] 对所得到的烧结体进行s-HIP处理。具体而言,对于烧结体,将Ar气体作为压力介质,以表1~表3的“s-HIP”工序的“温度”以及“压力”一栏中记载的温度以及压力施加60分钟。例如,在试样1中,将Ar气体作为压力介质,在1350℃且7MPaG的压力下施加60分钟。接着,将s-HIP处理后的烧结体在Ar气体中、400kPaG的压力下骤冷至室温,得到硬质合金。

[0197] <试样1-13>

[0198] 通过与专利文献2(日本特开2012-251242号公报)的实施例的试样编号5同样的方法制作硬质合金。

[0199] <试样1-14>

[0200] 通过与专利文献4(日本特开2016-98393号公报)的实施例1同样的方法制作硬质合金。

[0201] [工具的制作]

[0202] 对所得到的由硬质合金构成的圆棒进行加工,制作直径为 $\phi 3.0\text{mm}$ 的立铣刀。

[0203]

表 1

试样 No.	原料粉末(质量%)										工序 1		工序 2		s-HIP 工序	
	WC04 NR	WC02 NR	WC25S	WO ₃	Cr ₃ C ₂	TiO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Co	Ni	压力 (kPa)	时间 (分钟)	压力 (kPa)	时间 (分钟)	压力 (MPa)	温度 (°C)
1	52.00	-	-	34.66	1.00	0.27	0.07	-	12.00	-	40	12	12	30	7	1350
2	52.09	-	-	34.72	1.00	0.15	0.04	-	12.00	-	12	40	12	60	7	1350
3	52.00	-	-	34.67	1.00	0.28	0.06	-	12.00	-	8	12	12	60	7	1350
4	51.00	-	-	34.00	1.00	1.84	0.16	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1330
5	51.46	-	-	34.31	1.00	1.17	0.06	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1365
6	51.52	-	-	34.34	1.00	0.76	0.38	-	12.00	-	12	12	12	60	10	1350
7	51.27	-	-	34.18	1.00	0.98	0.57	-	12.00	-	12	12	12	60	3	1350
8	52.18	-	-	34.79	1.00	0.02	0.01	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
9	50.62	-	-	33.74	1.00	1.98	0.66	-	-	12.00	12.00	12	12	60	7	1350
10	-	51.90	-	34.60	1.00	0.38	0.13	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
11	-	-	52.65	35.10	-	0.19	0.06	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
12	51.75	-	-	34.50	1.00	0.73	0.02	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
13	51.71	-	-	34.47	1.00	0.44	0.38	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
14	52.00	-	-	34.66	1.00	0.27	0.07	-	12.00	-	40	12	12	30	7	1350
15	52.18	-	-	34.79	1.00	0.02	0.01	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
16	51.00	-	-	34.00	1.00	1.84	0.16	-	0.10	-	12	12	12	60	7	1330
17	51.00	-	-	34.00	1.00	1.84	0.16	-	12.30	-	12	12	12	60	7	1330
18	51.90	-	-	34.60	1.00	0.40	-	0.09	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
19	51.89	-	-	34.59	1.00	0.46	-	0.06	12.00	-	12	40	12	60	7	1350

[0204]

表 2

试样 No.	原料粉末(质量%)										工序 1		工序 2		s-HIP 工序	
	WC04 NR	WC02 NR	WC25S	WO ₃	Cr ₃ C ₂	TiO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Co	Ni	压力 (kPa)	时间 (分钟)	压力 (kPa)	时间 (分钟)	压力 (MPa)	温度 (°C)
20	51.80	-	-	34.54	1.00	0.56	-	0.10	12.00	-	8	60	12	60	7	1350
21	51.95	-	-	34.63	1.00	0.34	-	0.07	12.00	-	12	60	12	60	7	1330
22	51.89	-	-	34.60	1.00	0.43	-	0.08	12.00	-	12	60	12	60	7	1365
23	51.92	-	-	34.61	1.00	0.42	-	0.05	12.00	-	12	60	12	60	10	1350
24	51.88	-	-	34.59	1.00	0.48	-	0.05	12.00	-	12	60	12	60	3	1350
25	52.17	-	-	34.78	1.00	0.04	-	0.01	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
26	51.32	-	-	34.21	1.00	1.02	-	0.44	-	12.00	12	60	12	60	7	1350
27	-	51.62	-	34.41	1.00	0.64	-	0.33	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
28	-	-	52.15	34.76	0.00	0.65	-	0.44	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
29	51.81	-	-	34.54	1.00	0.62	-	0.03	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
30	51.90	-	-	34.60	1.00	0.26	-	0.24	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
31	59.09	-	-	39.39	1.00	0.34	-	0.07	0.10	-	12	60	12	60	7	1330
32	51.77	-	-	34.51	1.00	0.34	-	0.07	12.30	-	12	60	12	60	7	1330
33	51.90	-	-	34.60	1.00	0.40	0.09	-	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
34	51.90	-	-	34.60	1.00	0.40	-	0.09	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
35	51.92	-	-	34.61	1.00	0.39	-	0.09	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
36	51.90	-	-	34.60	1.00	0.43	-	0.07	12.00	-	12	60	12	60	7	1350
37	51.90	-	-	34.60	1.00	0.43	-	0.07	12.00	-	12	60	12	60	7	1350

[0205]

表 3

试样 No.	原料粉末(质量%)										工序 1		工序 2		s-HIP 工序	
	WC04 NR	WC02 NR	WC25S	WO ₃	Cr ₃ C ₂	TiO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Co	Ni	压力 (kPa)	vac 烧结	压力 (kPa)	时间 (分钟)	压力 (MPa)	温度 (°C)
1-1	51.88	-	-	34.59	1.00	0.43	0.11	-	12.00	-	vac 烧结	vac 烧结	vac 烧结	60	7	1350
1-2	51.71	-	-	34.48	1.00	0.58	0.23	-	12.00	-	1	1	1	60	7	1350
1-3	51.19	-	-	34.13	1.00	1.17	0.50	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-4	52.18	-	-	34.79	1.00	0.02	0.01	-	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-5	59.10	-	-	39.40	1.00	0.40	0.10	-	-	-	12	12	12	60	7	1350
1-6	51.23	-	-	34.16	1.00	0.52	0.09	-	13.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-7	51.89	-	-	34.60	1.00	0.42	-	0.09	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-8	51.93	-	-	34.62	1.00	0.37	-	0.09	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-9	51.31	-	-	34.21	1.00	1.38	-	0.11	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-10	52.00	-	-	34.67	1.00	0.02	-	0.30	12.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-11	59.19	-	-	39.46	1.00	0.34	-	0.01	-	-	12	12	12	60	7	1350
1-12	51.37	-	-	34.24	1.00	0.32	-	0.07	13.00	-	12	12	12	60	7	1350
1-13	日本特许记载条件				-	TiNbCN 5vol%	-	-	10.00	-	日本特许记载条件					
1-14	日本特许记载条件				-	1.10	-	-	10.00	-	日本特许记载条件					
1-15	51.90	-	-	34.60	1.00	0.40	-	0.09	12.00	-	12	12	12	60	7	1350

[0206] [评价]

[0207] <硬质合金>

[0208] 《硬质合金的组成》

[0209] 对于各试样的硬质合金,对第一硬质相、第二硬质相或第三硬质相、以及结合相的

含有率(体积%)进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“硬质合金”的“第一硬质相”的“体积%”一栏、“第二硬质相/第三硬质相”的“体积%”一栏、“结合相”的“体积%”一栏。

[0210] 《碳化钨颗粒的平均粒径》

[0211] 对于各试样的硬质合金,对第一硬质相中的碳化钨颗粒的平均粒径进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“第一硬质相”的“平均粒径(μm)”一栏中。

[0212] 《第二硬质相或第三硬质相的组成》

[0213] 对于各试样的硬质合金,对第二硬质相或第三硬质相的组成进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“第二硬质相/第三硬质相”的“组成”一栏。

[0214] 当在“组成”一栏中记载为“TiNbC、TiNbN、TiNbCN”的情况下,表示硬质合金包含第二硬质相,该第二硬质相包含TiNbC颗粒、TiNbN颗粒、TiNbCN颗粒、以及由选自TiNbC、TiNbN和TiNbCN组成的群组中的两种以上的第一化合物构成的颗粒。当在“组成”一栏中记载为“TiNbC”的情况下,表示第二硬质相由TiNbC颗粒构成。

[0215] 当在“组成”一栏中记载为“TiTaC、TiTaCN、TiTaCN”的情况下,表示硬质合金包含第三硬质相,该第三硬质相包含TiTaC颗粒、TiTaCN颗粒、TiTaCN颗粒、以及由选自TiTaC、TiTaCN和TiTaCN组成的群组中的两种以上的第二化合物构成的颗粒。当在“组成”一栏中记载为“TiTaC”的情况下,表示第三硬质相由TiTaC颗粒构成。

[0216] “组成”一栏的“-”的记载表示第二硬质相以及第三硬质相均不存在。

[0217] 《Nb比例、Ta比例》

[0218] 对于各试样的硬质合金,基于上述测定的组成,计算出第二硬质相中的铌相对于钛和铌的合计的原子数基准的比例(Nb比例)、或者第三硬质相中的钽相对于钛和钽的合计的原子数基准的比例(Ta比例)。将结果示于表4~表6的“第二硬质相/第三硬质相”的“Nb比例/Ta比例”一栏中。

[0219] 《第二硬质相或第三硬质相的平均粒径》

[0220] 对于各试样的硬质合金,对第二硬质相或第三硬质相的平均粒径进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“第二硬质相/第三硬质相”的“平均粒径(μm)”一栏中。

[0221] 《第二硬质相或第三硬质相的分散度》

[0222] 对于各试样的硬质合金,对第二硬质相或第三硬质相的分散度进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“第二硬质相/第三硬质相”的“分散度”一栏中。

[0223] 《第二硬质相或第三硬质相的数量》

[0224] 对于各试样的硬质合金,对第二硬质相或第三硬质相的 $24.9\mu\text{m} \times 18.8\mu\text{m}$ 的矩形的测定视野中的数量进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表4~表6的“第二硬质相/第三硬质相”的“数量”一栏中。

[0225] <工具>

[0226] 《耐熔敷性试验》

[0227] 使用各试样的立铣刀进行了64钛合金(Ti-6Al-4V)的侧面加工。加工条件设为切削速度 V_c 为150m/min、工作台进给 F 为0.1mm/min、切入量(轴向) a_p 为2.0mm、切入量(半径方向) a_e 为0.5mm。利用三根立铣刀进行加工。该加工条件相当于难切削材料的高效率加工。

[0228] 在切削长度达到180m的时间点,利用扫描型电子显微镜对立铣刀的刀尖进行观察,通过图像分析对附着有熔敷物的刀尖的面积进行测定。具体而言,按照以下的步骤进行测定。

[0229] 利用扫描型电子显微镜(SEM)从前刀面方向对立铣刀的刀尖进行拍摄而得到反射电子图像。观察倍率为5000倍。测定条件是加速电压为3kV、电流值为2nA、工作距离(WD)为5mm。在图7中示出该反射电子图像的一个例子。在图7中,附着于刀尖3的附图标记5所示的深灰色区域为熔敷物。

[0230] 对于上述SEM中的拍摄区域,使用SEM-EDX进行分析,在该拍摄区域进行钛映射,对熔敷物的成分进行鉴定。使用图像分析软件(OpenCV、SciPy),对附着有熔敷物的刀尖的面积(mm^2)进行测定。

[0231] 将三根立铣刀中的附着有熔敷物的刀尖的面积的平均值示于表4~表6的“工具”的“耐熔敷性”一栏中。该面积越小,表示耐熔敷性越优异。“耐熔敷性”一栏的“30m、缺损”的记载表示在30m的切削时间点发生了工具的缺损。

[0232] 《耐磨损性试验》

[0233] 使用各试样的立铣刀,在与上述的耐熔敷性试验相同的条件下进行切削试验。对后刀面磨损量达到0.2mm的时间点的切削长度进行测定。将三根立铣刀的切削长度的平均值示于表4~表6的“工具”的“工具寿命”一栏中。切削长度越长,表示工具寿命越长。

[0234]

表 4

试样 No.	硬质合金											工具	
	第一硬质相		第二硬质相/第三硬质相					结合相			切削试验		
	体积%	平均 粒径 (μm)	体积%	组成	Nb 比例/ Ta 比例	平均粒径 (μm)	分散度	数量	体积%	组成	耐熔敷性	工具寿命 (m)	
1	79.6	0.52	1.3	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.20	0.002	0.33	132	19.1	Co	0.03	250	
2	80.1	0.48	0.8	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.23	0.100	0.29	41	19.1	Co	0.02	230	
3	79.4	0.53	1.5	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.17	0.080	0.28	42	19.1	Co	0.03	240	
4	69.9	0.48	11.0	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.08	0.060	0.16	92	19.1	Co	0.04	240	
5	74.5	0.49	6.4	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.05	0.050	0.63	365	19.1	Co	0.03	230	
6	75.0	0.50	5.9	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.33	0.040	0.14	57	19.1	Co	0.03	230	
7	72.6	0.51	8.3	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.37	0.040	0.70	295	19.1	Co	0.02	240	
8	80.8	0.55	0.1	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.27	0.090	0.45	40	19.1	Co	0.04	220	
9	65.9	0.43	15.0	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.25	0.040	0.51	188	19.1	Ni	0.04	270	
10	78.5	0.20	2.4	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.25	0.050	0.54	74	19.1	Co	0.02	280	
11	79.8	2.90	1.1	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.23	0.050	0.60	49	19.1	Co	0.03	210	
12	77.2	0.51	3.7	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.03	0.080	0.52	86	19.1	Co	0.03	210	
13	76.8	0.55	4.1	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.46	0.100	0.30	55	19.1	Co	0.03	250	
14	79.6	0.52	1.3	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.20	0.010	0.31	56	19.1	Co	0.04	240	
15	80.8	0.55	0.1	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.27	0.090	0.50	40	19.1	Co	0.05	210	
16	88.8	0.48	11.0	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.08	0.060	0.16	92	0.18	Co	0.01	290	
17	69.2	0.48	11.0	TiNbC, TiNbN, TiNbCN	0.08	0.060	0.16	92	19.8	Co	0.09	200	

[0235]

表 5

试样 No.	硬质合金											工具	
	第一硬质相			第二硬质相/第三硬质相						结合相		切削试验	
	体积%	平均 粒径 (μm)	体积%	组成	Nb 比例/ Ta 比例	平均粒径 (μm)	分散度	数量	体积%	组成	耐熔敷性	工具寿命 (m)	
18	77.9	0.47	3.0	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.19	0.100	0.21	44	19.1	Co	0.02	240	
19	77.7	0.48	3.2	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.11	0.100	0.18	43	19.1	Co	0.04	230	
20	76.4	0.46	4.5	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.15	0.080	0.19	49	19.1	Co	0.03	230	
21	78.6	0.54	2.3	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.17	0.050	0.16	43	19.1	Co	0.02	240	
22	77.8	0.51	3.1	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.15	0.040	0.63	135	19.1	Co	0.04	230	
23	78.2	0.47	2.7	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.10	0.060	0.14	42	19.1	Co	0.02	230	
24	77.6	0.52	3.3	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.10	0.070	0.70	116	19.1	Co	0.04	240	
25	80.8	0.56	0.12	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.22	0.070	0.65	40	19.1	Co	0.04	220	
26	66.9	0.44	14.0	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.30	0.030	0.55	202	19.1	Ni	0.02	270	
27	73.1	0.20	7.8	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.34	0.030	0.41	381	19.1	Co	0.02	280	
28	71.7	3.00	9.2	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.40	0.040	0.38	346	19.1	Co	0.03	210	
29	76.5	0.49	4.4	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.04	0.050	0.33	82	19.1	Co	0.03	210	
30	77.9	0.50	3.0	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.48	0.040	0.27	56	19.1	Co	0.03	250	
31	97.5	0.54	2.3	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.17	0.050	0.10	41	0.18	Co	0.01	290	
32	77.9	0.54	2.3	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.17	0.050	0.20	0	19.8	Co	0.09	200	
33	77.9	0.47	3.0	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.19	0.100	0.21	30	19.1	Co	0.02	200	
34	77.9	0.47	3.0	TiTaC,TiTaN,TiTaCN	0.19	0.100	0.21	30	19.1	Co	0.02	200	

[0236]

表 6

试样 No.	硬质合金										工具	
	第一硬质相		第二硬质相/第三硬质相					结合相		切削试验		
	体积%	平均 粒径 (μm)	体积%	组成	Nb 比例/ Ta 比例	平均粒径 (μm)	分散度	数量	体积%	组成	耐熔敷性	工具寿命 (m)
35	78.1	0.45	2.8	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.18	0.090	0.07	27	19.1	Co	0.02	200
36	77.9	0.44	3.0	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.14	0.080	0.42	30	19.1	Co	0.03	200
37	77.9	0.43	3.0	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.14	0.080	0.38	30	19.1	Co	0.01	230
1-1	77.6	0.52	3.3	TiNbC	0.20	0.150	0.38	50	19.1	Co	0.12	140
1-2	74.9	0.50	6.0	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.28	0.070	0.79	361	19.1	Co	0.11	160
1-3	63.9	0.60	17.0	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.30	0.006	0.45	98	19.1	Co	0.10	170
1-4	80.9	0.53	0.1	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.40	0.070	0.28	40	19.1	Co	0.12	120
1-5	97.0	0.54	3.0	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.20	0.090	0.32	50	0	-	30m、缺损	30
1-6	74.0	0.57	4.0	TiNbC,TiNbN,TiNbCN	0.15	0.040	0.45	121	22.0	Co	120m、缺损	120
1-7	77.8	0.58	3.1	TiTaC,	0.18	0.150	0.40	50	19.1	Co	0.13	150
1-8	78.1	0.55	2.8	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.23	0.030	0.82	216	19.1	Co	0.15	130
1-9	63.9	0.49	17.0	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.18	0.050	0.60	42	19.1	Co	0.10	170
1-10	80.9	0.48	0.05	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.18	0.070	0.53	40	19.1	Co	0.12	120
1-11	97.7	0.49	2.3	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.17	0.080	0.38	50	0	-	30m、缺损	30
1-12	76.1	0.55	1.9	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.12	0.100	0.40	46	22.00	Co	120m、缺损	120
1-13	69.0	0.42	15.6	TiWNB ₂ CN	-	0.220	0.93	33	15.4	Co	0.24	90
1-14	87.0	0.40	3.0	TiCN	-	0.030	0.85	257	10.0	Co	0.15	120
1-15	77.9	0.47	3.0	TiTaC,TiTa ₂ N,TiTaCN	0.19	0.120	0.21	21	19.1	Co	0.02	100

[0237] <考察>

[0238] 试样1～试样37的硬质合金以及工具相当于实施例。试样1-1～试样1-15的硬质合金以及工具相当于比较例。确认到以下情况：试样1～试样37的工具(实施例)与试样1-1～试样1-15的工具(比较例)相比,在难切削材料的高效率加工中,耐热敷性优异,工具寿命

长。

[0239] 如以上那样对本公开的实施方式以及实施例进行了说明,但从最初起也预定将上述的各实施方式以及实施例的构成适当组合或进行各种变形。

[0240] 应当认为本次公开的实施方式以及实施例在所有方面都是示例,而不是限制性的。本发明的范围不是由上述的实施方式以及实施例表示,而是由权利要求书表示,意图包含与权利要求书等同的意思以及范围内的全部变更。

[0241] 附图标记说明

[0242] 3:刀尖;5:熔敷物。

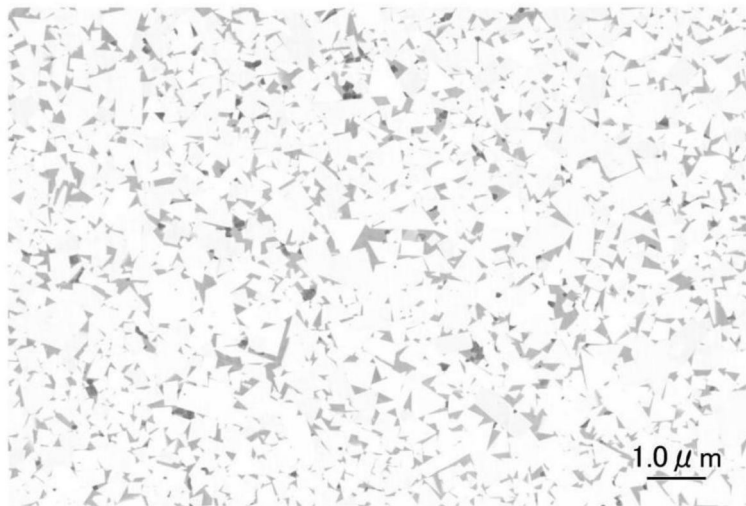


图1

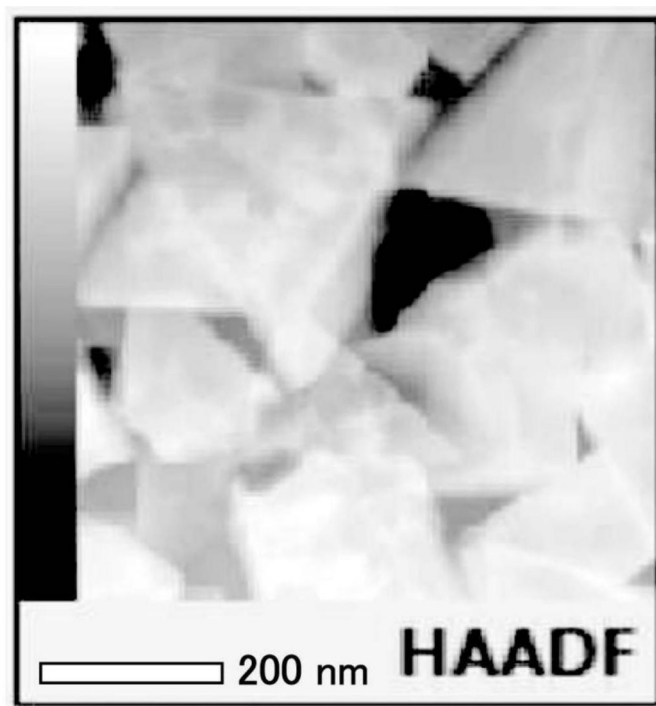


图2

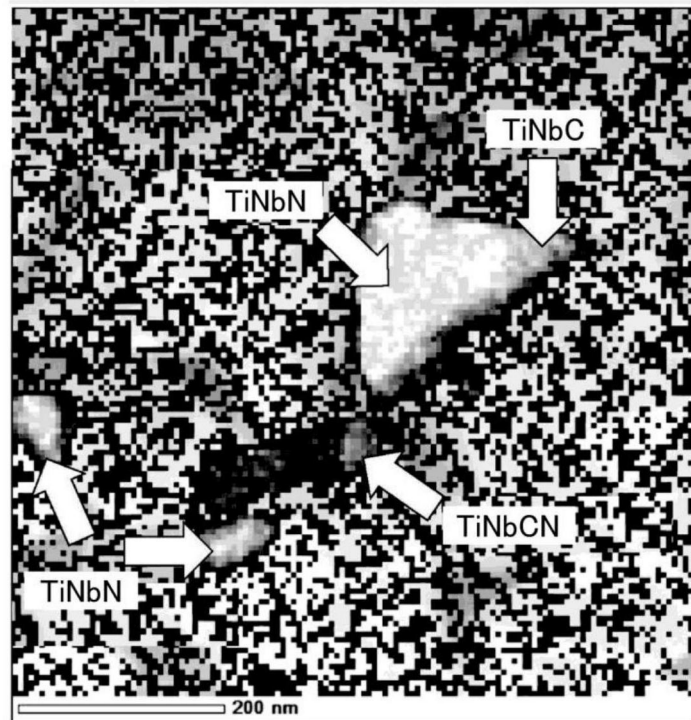


图3

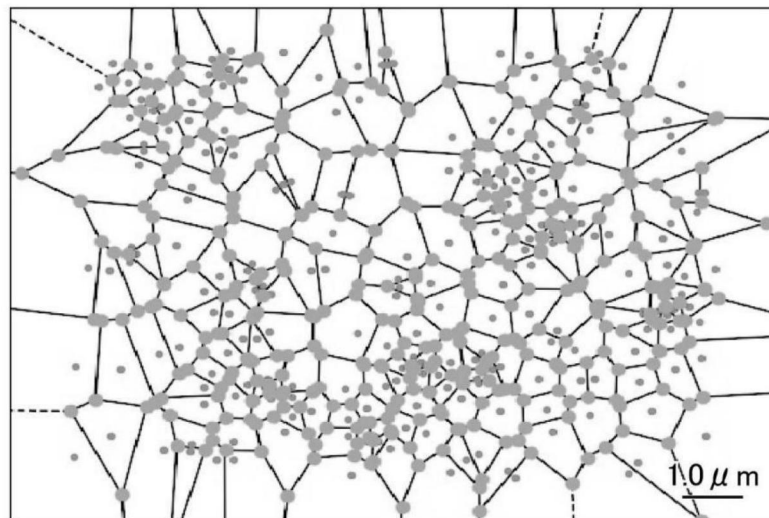


图4

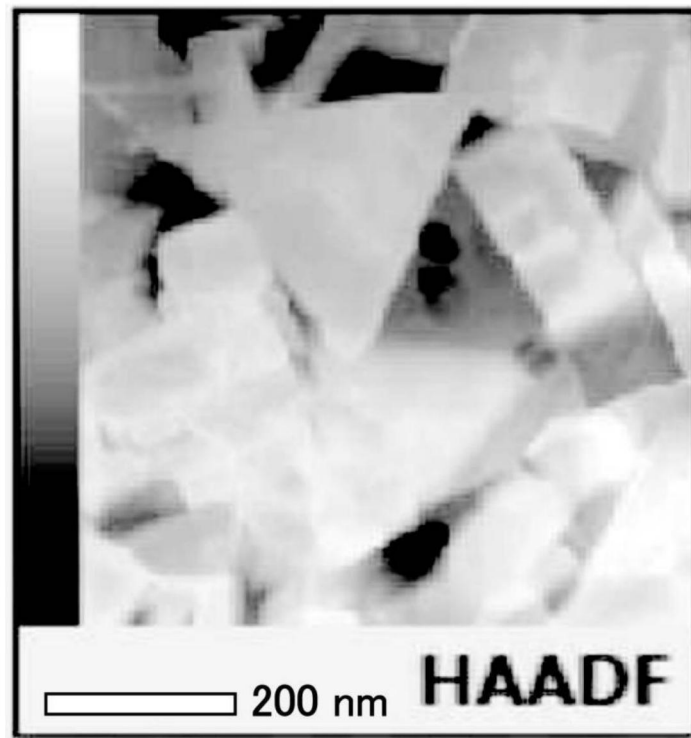


图5

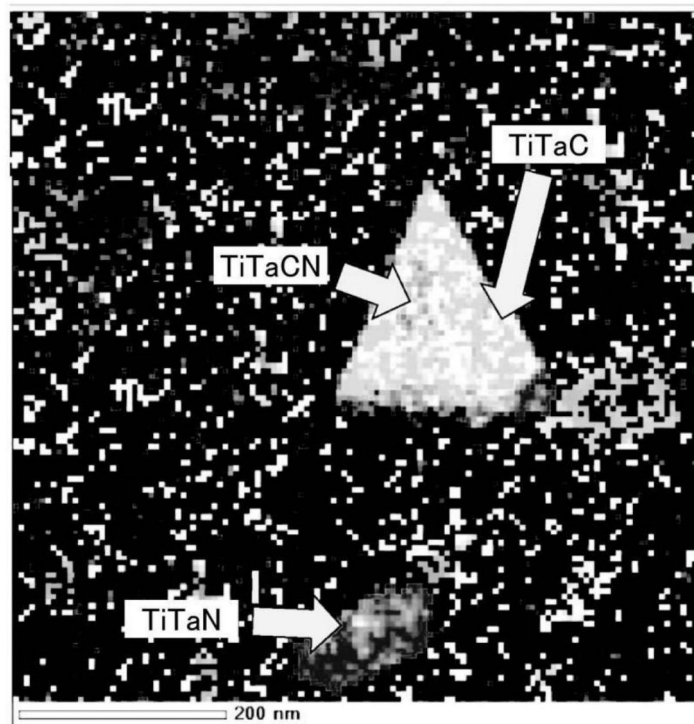


图6

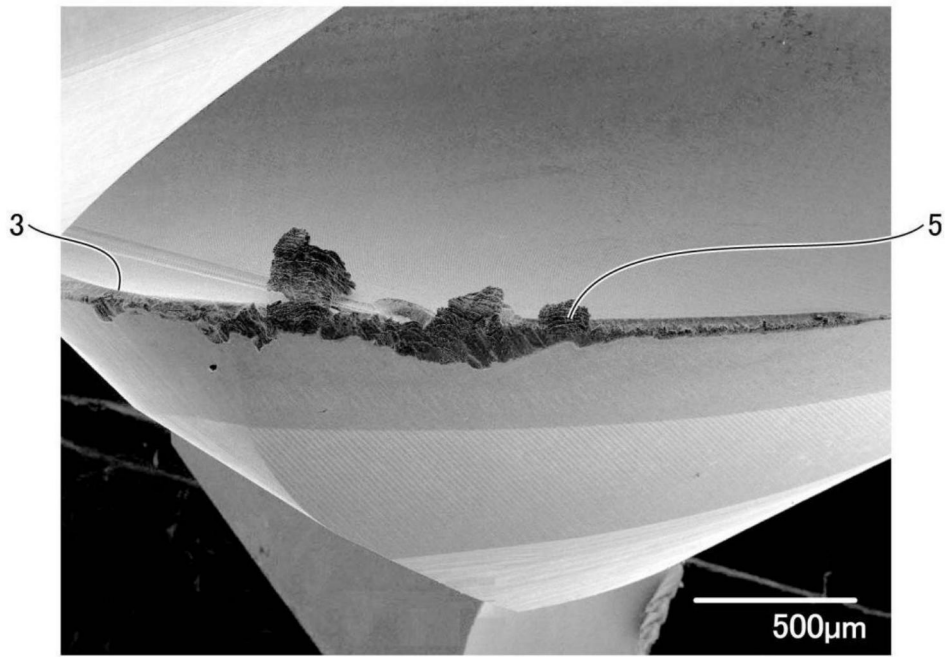


图7