(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119731358 A
(43)申请公布日 2025.03.28

(21)申请号 202380047054.0
(22)申请日 2023.07.28
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.12.13
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/027732 2023.07.28
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2025/027677 JA 2025.02.06
(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 木村好博 城户保树
阿依萨克·帕索斯
(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 1/051(2006.01)

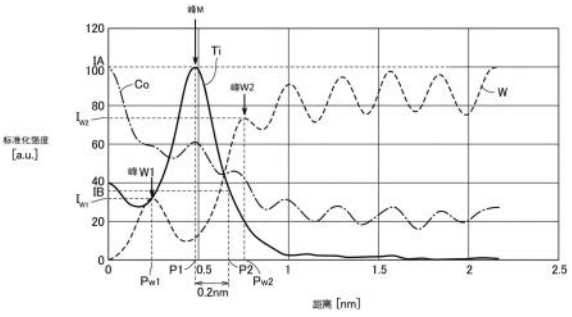
权利要求书1页 说明书21页 附图3页

(54)发明名称

硬质合金以及切削工具

(57)摘要

一种硬质合金,其是具备多个碳化钨颗粒和结合相的硬质合金,其中,所述硬质合金包含合计为80体积%以上的所述碳化钨颗粒以及所述结合相,所述硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的所述结合相,所述硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素,所述硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的所述第一元素,所述结合相包含50质量%以上的钴,将使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置沿着从彼此相邻的所述结合相朝向所述碳化钨颗粒的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系而得到的第一曲线图中,在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近所述峰W1的钨的其他峰W2之间存在所述第一元素的每一个的最大峰M,在所述第一元素的每一个中,强度IB相对于所述最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下,所述强度IB是从所述最大峰强度IA的距离P1处起向与所述原点相反的一侧的距离为0.2nm的距离P2处的所述第一元素的强度。



CN 119731358 A

1.一种硬质合金,其是具备多个碳化钨颗粒和结合相的硬质合金,其中,

所述硬质合金包含合计为80体积%以上的所述碳化钨颗粒以及所述结合相,

所述硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的所述结合相,

所述硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素,

所述硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的所述第一元素,

所述结合相包含50质量%以上的钴,

将使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置沿着从彼此相邻的所述结合相朝向所述碳化钨颗粒的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系而得到的第一曲线图中,

在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近所述峰W1的钨的其他峰W2之间存在所述第一元素的每一个的最大峰M,

在所述第一元素的每一个中,强度IB相对于所述最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下,

所述强度IB是从所述最大峰强度IA的距离P1处起向与所述原点相反的一侧的距离为0.2nm的距离P2处的所述第一元素的强度。

2.根据权利要求1所述的硬质合金,其中,所述硬质合金包含18体积%以下的所述结合相。

3.一种切削工具,具备由权利要求1或2所述的硬质合金构成的刀尖。

硬质合金以及切削工具

技术领域

[0001] 本公开涉及硬质合金以及切削工具。

背景技术

[0002] 一直以来,具备碳化钨(WC)颗粒和以钴等为主成分的结合相的硬质合金被用于切削工具的原材料(专利文献1、专利文献2)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2016-098393号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2021-110010号公报

发明内容

[0007] 本公开的硬质合金是具备多个碳化钨颗粒和结合相的硬质合金,其中,

[0008] 所述硬质合金包含合计为80体积%以上的所述碳化钨颗粒以及所述结合相,

[0009] 所述硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的所述结合相,

[0010] 所述硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素,

[0011] 所述硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的所述第一元素,

[0012] 所述结合相包含50质量%以上的钴,

[0013] 将使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置沿着从彼此相邻的所述结合相朝向所述碳化钨颗粒的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系而得到的第一曲线图中,

[0014] 在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近所述峰W1的钨的其他峰W2之间存在所述第一元素的每一个的最大峰M,

[0015] 在所述第一元素的每一个中,强度IB相对于所述最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下,

[0016] 所述强度IB是从所述最大峰强度IA的距离P1处起向与所述原点相反的一侧的距离为0.2nm的距离P2处的所述第一元素的强度。

附图说明

[0017] 图1是实施方式1所涉及的硬质合金的示意性剖视图。

[0018] 图2表示实施方式1所涉及的硬质合金的第一曲线图的一个例子。

[0019] 图3是实施方式2所涉及的切削工具的示意图。

具体实施方式

[0020] [本公开所要解决的问题]

[0021] 近年来,在切削加工中,被切削材料的难切削化不断进展。进一步地,从提高加工效率的要求出发,切削速度增加等、加工条件变得严格。

[0022] 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,尤其是在难切削材料的高速加工中也能够提供具有较长的工具寿命的切削工具的硬质合金、以及具有较长的工具寿命的切削工具。

[0023] [本公开的效果]

[0024] 根据本公开,能够提供一种在被用作切削工具的材料的情况下,尤其是在难切削材料的高速加工中也能够提供具有较长的工具寿命的切削工具的硬质合金、以及具有较长的工具寿命的切削工具。

[0025] [本公开的实施方式的说明]

[0026] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0027] (1)本公开的硬质合金是具备多个碳化钨颗粒和结合相的硬质合金,其中,

[0028] 所述硬质合金包含合计为80体积%以上的所述碳化钨颗粒以及所述结合相,

[0029] 所述硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的所述结合相,

[0030] 所述硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素,

[0031] 所述硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的所述第一元素,

[0032] 所述结合相包含50质量%以上的钴,

[0033] 将使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置沿着从彼此相邻的所述结合相朝向所述碳化钨颗粒的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系而得到的第一曲线图中,

[0034] 在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近所述峰W1的钨的其他峰W2之间存在所述第一元素的每一个的最大峰M,

[0035] 在所述第一元素的每一个中,强度IB相对于所述最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下,

[0036] 所述强度IB是从所述最大峰强度IA的距离P1处起向与所述原点相反的一侧的距离为0.2nm的距离P2处的所述第一元素的强度。

[0037] 根据本公开,能够提供一种在被用作切削工具的材料的情况下,尤其是在难切削材料的高速加工中也能够提供具有较长的工具寿命的切削工具的硬质合金、以及具有较长的工具寿命的切削工具。

[0038] (2)也可以是,在上述(1)中,所述硬质合金包含18体积%以下的所述结合相。由此,工具寿命进一步提高。

[0039] (3)本公开的切削工具是具备由上述(1)或(2)所述的硬质合金构成的刀尖的切削工具。

[0040] 本公开的切削工具能够具有较长的工具寿命。

[0041] [本公开的实施方式的详细内容]

[0042] 以下,参照附图对本公开的硬质合金以及切削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。

[0043] 在本公开中,“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。

[0044] 在本公开中,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,未必仅限定于化学计量范围内的原子比。

[0045] 在本公开中,作为数值范围的下限以及上限,在分别记载有一个以上的数值的情况下,也公开了下限所记载的任意的一个数值与上限所记载的任意的一个数值的组合。例如,在作为下限记载了a1以上、b1以上、c1以上,作为上限记载了a2以下、b2以下、c2以下的情况下,公开了a1以上且a2以下、a1以上且b2以下、a1以上且c2以下、b1以上且a2以下、b1以上且b2以下、b1以上且c2以下、c1以上且a2以下、c1以上且b2以下、c1以上且c2以下。

[0046] [实施方式1:硬质合金]

[0047] 本公开的一个实施方式(以下,也记为“实施方式1”)所涉及的硬质合金是具备多个碳化钨颗粒和结合相的硬质合金,其中,

[0048] 该硬质合金包含合计为80体积%以上的该碳化钨颗粒以及该结合相,

[0049] 该硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的该结合相,

[0050] 该硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素,

[0051] 该硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的该第一元素,

[0052] 该结合相包含50质量%以上的钴,

[0053] 将使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置沿着从彼此相邻的该结合相朝向该碳化钨颗粒的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系而得到的第一曲线图中,

[0054] 在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近该峰W1的钨的其他峰W2之间存在该第一元素的每一个的最大峰M,

[0055] 在该第一元素的每一个中,强度IB相对于该最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下,

[0056] 该强度IB是从该最大峰强度IA的距离P1处起向与该原点相反的一侧的距离为0.2nm的距离P2处的该第一元素的强度。

[0057] 实施方式1的硬质合金能够提供在用作工具材料的情况下,尤其是在难切削材料的高速加工中,也能够提供具有较长的工具寿命的切削工具的硬质合金、以及具有较长的工具寿命的切削工具。其理由尚不明确,但推测如下。

[0058] 实施方式1的硬质合金具备多个碳化钨颗粒(以下,也记为“WC颗粒”)和结合相,硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率为80体积%以上。由此,硬质合金具有高硬度以及高强度,使用了该硬质合金的切削工具能够具有优异的耐磨损性以及耐缺损性。

[0059] 实施方式1的硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的结合相,结合相包含50质量%以上的钴。由此,硬质合金具有高硬度以及高强度,使用了硬质合金的切削工具能够具有优异的耐磨损性以及耐缺损性。

[0060] 实施方式1的硬质合金包含合计为0.01原子%以上且20原子%以下的选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素。在对实施方式1的硬质合金进行线分析而得到的第一曲线图中,在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近峰W1的钨的其他峰W2

之间存在第一元素的每一个的最大峰M。这表示在碳化钨颗粒的表层部分存在第一元素的最大浓度区域。进一步地,强度IB相对于最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下。这表示第一元素仅存在于碳化钨颗粒的表层部分,没有侵入到碳化钨颗粒的内部深处。

[0061] 在实施方式1的硬质合金中,由于第一元素仅存在于碳化钨颗粒的表层部分,因此硬质合金的耐熔敷性提高。由此,在将实施方式1的硬质合金用于切削工具的情况下,能够抑制切削时因熔敷而产生缺损等损伤。此外,在实施方式1的硬质合金中,由于第一元素没有侵入到碳化钨颗粒的内部深处,因此碳化钨颗粒的高硬度以及高强度这样的基本物性没有大幅变化而被维持。

[0062] <硬质合金的组成>

[0063] 如图1所示,实施方式1的硬质合金3具备多个碳化钨颗粒1(以下,也记为“WC颗粒”)和结合相2,硬质合金3的WC颗粒以及结合相的合计含有率为80体积%以上。该硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率的下限可以为82体积%以上,也可以为84体积%以上,也可以为85体积%以上,也可以为86体积%以上。该硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率的上限可以为100体积%以下。从制造上的观点出发,该硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率的上限可以为99体积%以下,也可以为98体积%以下。该硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率可以为80体积%以上且100体积%以下,也可以为82体积%以上且100体积%以下,也可以为84体积%以上且100体积%以下。

[0064] 实施方式1的硬质合金可以由多个碳化钨颗粒和结合相构成。本实施方式的硬质合金在碳化钨颗粒以及结合相的基础上,还可以包含其他相。作为其他相,例如可列举为由选自由TiCN、TiC、TiO_2、TaC、Ta_2O_5、ZrC、ZrO_2、CeC_2、CeO_2、YC、Y_2O_3、B_4C以及B_2O_3组成的群组中的至少一种构成的相。

[0065] 实施方式1的硬质合金可以由碳化钨颗粒、结合相和其他相构成。在不损害本公开的效果的范围内允许有硬质合金的其他相的含有率。例如,硬质合金的其他相的含有率可以为0体积%以上且20体积%以下,也可以为0体积%以上且18体积%以下,也可以为0体积%以上且16体积%以下。在该情况下,硬质合金的WC颗粒以及结合相的合计含有率可以为80体积%以上且小于100体积%,也可以为82体积%以上且小于100体积%,也可以为84体积%以上且小于100体积%。

[0066] 实施方式1的硬质合金可以包含杂质。作为该杂质,例如可列举为锰(Mn)、镁(Mg)、钙(Ca)、硫(S)。在不损害本公开的效果的范围内允许有硬质合金的杂质的含有率。例如,硬质合金的杂质的含有率优选为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))来测定。

[0067] 实施方式1的硬质合金的碳化钨颗粒的含有率的下限可以为60体积%以上,也可以为65体积%以上,也可以为66体积%以上,也可以为68体积%以上。该硬质合金的碳化钨颗粒的含有率的上限可以为99.9体积%以下,也可以为99.8体积%以下,也可以为99体积%以下,也可以为98体积%以下,也可以为96体积%以下,也可以为94体积%以下。该硬质合金的碳化钨颗粒的含有率可以为60体积%以上且99.9体积%以下,也可以为65体积%以上且99.8体积%以下,也可以为66体积%以上且99体积%以下,也可以为68体积%以上且98体积%以下。

[0068] 实施方式1的硬质合金包含0.1体积%以上且20体积%以下的结合相。从提高韧性的观点出发,该硬质合金的结合相的含有率的下限为0.1体积%以上,也可以为1体积%以上,也可以为2体积%以上,也可以为3体积%以上,也可以为5体积%以上,也可以为8体积%以上。从提高硬度的观点出发,该硬质合金的结合相的含有率的上限为20体积%以下,也可以为19体积%以下,也可以为18体积%以下,也可以为17体积%以下,也可以为16体积%以下,也可以为15体积%以下。该硬质合金的结合相的含有率可以为0.1体积%以上且18体积%以下,也可以为1体积%以上且18体积%以下,也可以为3体积%以上且17体积%以下,也可以为5体积%以上且16体积%以下,也可以为8体积%以上且15体积%以下。若硬质合金的结合相的含有率为18体积%以下,则硬质合金的硬度进一步提高,耐磨损性进一步提高,因此使用了硬质合金作为材料的切削工具的工具寿命进一步提高。

[0069] 硬质合金的碳化钨颗粒的含有率(体积%)以及硬质合金的结合相的含有率(体积%)的测定方法如下所述。

[0070] (A1)切出硬质合金的任意的位置而使剖面露出。利用横截面抛光机(日本电子公司制造)对该剖面进行镜面加工。

[0071] (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公司制造的Gemini450(商标)),确定硬质合金中所含的元素。

[0072] (C1)利用扫描型电子显微镜(SEM)拍摄硬质合金的镜面加工面,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主体部分不同的部分的位置(拍摄区域全部成为硬质合金的主体部分的位置)。观察倍率为5000倍。测定条件为加速电压3kV、电流值2nA、工作距离(WD)5mm。

[0073] (D1)对于上述(C1)的拍摄区域,使用SEM附带的能量色散型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。

[0074] (E1)将上述(C1)中得到的反射电子图像取入计算机,使用图像解析软件(OpenCV、SciPy)进行二值化处理。在二值化处理后的图像中,碳化钨颗粒用白色表示,结合相用灰色至黑色表示。此外,二值化的阈值根据对比度而变化,因此按每个图像进行设定。

[0075] (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碳化钨颗粒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)以及碳(C)的区域相当于碳化钨颗粒的存在区域。在二值化处理后的图像中以灰色至黑色表示,在元素映射图像中存在钴(Co)的区域相当于结合相的存在区域。

[0076] (G1)在上述二值化处理后的图像中设定24.9μm×18.8μm的矩形的一个测定视野。使用上述图像解析软件,以该测定视野整体的面积为分母,对碳化钨颗粒以及结合相各自的面积百分率进行测定。

[0077] (H1)在五个互不重叠的不同的测定视野中进行上述(G1)的测定。在本说明书中,五个测定视野中的碳化钨颗粒的面积百分率的平均相当于硬质合金的碳化钨颗粒的含有率(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%)。

[0078] 在硬质合金在WC颗粒以及结合相的基础上还包含其他相的情况下,硬质合金的其

他相的含有率能够通过从硬质合金整体(100体积%)减去按照上述步骤测定出的碳化钨颗粒的含有率(体积%)以及结合相的含有率(体积%)而得到。

[0079] 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、上述(C1)中记载的拍摄区域、上述(G1)中记载的测定视野,按照上述的步骤,多次进行硬质合金的碳化钨颗粒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、拍摄区域、测定视野,结果也不会随意变化。

[0080] <碳化钨颗粒>

[0081] 在实施方式1中,碳化钨颗粒包含碳化钨和第一元素。在本公开中,碳化钨颗粒包含第一元素通过以下情况来表示,在对硬质合金进行线分析而得到的第一曲线图中,确认在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近峰W1的钨的其他峰W2之间存在第一元素的每一个的最大峰M。

[0082] 只要不损害本公开的效果,碳化钨颗粒可以包含碳、钨以及第一元素以外的杂质元素。碳化钨颗粒的杂质的含有率(在构成杂质的元素为两种以上的情况下,为它们的合计浓度)小于0.1质量%。碳化钨颗粒的杂质元素的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0083] 在实施方式1中,碳化钨颗粒的平均粒径没有特别限制。碳化钨颗粒的平均粒径例如可以设为0.1μm以上且3.5μm以下。确认到实施方式1的硬质合金不论碳化钨颗粒的平均粒径如何都能够具有较长的工具寿命。

[0084] <结合相>

[0085] 在实施方式1中,结合相包含50质量%以上的钴。由此,能够对硬质合金赋予优异的韧性。结合相的钴含有率的下限可以为55质量%以上,也可以为60质量%以上,也可以为65质量%以上。结合相的钴含有率的上限可以为100质量%以下,也可以小于100质量%,也可以为99质量%以下,也可以为98质量%以下,也可以为95质量%以下,也可以为90质量%以下。结合相的钴含有率可以为50质量%以上且小于100质量%,也可以为60质量%以上且99质量%以下,也可以为65质量%以上且98质量%以下,也可以为65质量%以上且95质量%以下,也可以为65质量%以上且90质量%以下。

[0086] 结合相的钴的含有率的测定方法如下所述。通过与上述的硬质合金的碳化钨颗粒的含有率以及结合相的含有率的测定方法的(A1)~(F1)同样的方法,在二值化处理后的图像上确定结合相的存在区域。对于结合相的存在区域,使用SEM-EDX进行分析,对结合相的钴含有率进行测定。

[0087] 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、上述(C1)中记载的拍摄区域,按照上述的步骤,多次进行结合相的钴的含有率的测定,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以及拍摄区域,结果也不会随意变化。

[0088] 在实施方式1中,结合相在钴的基础上,还可以包含选自由硼(B)、铝(Al)、硅(Si)、铁(Fe)、镍(Ni)、锗(Ge)、钌(Ru)、铼(Re)、锇(Os)、铱(Ir)、铂(Pt)、钽(Ta)以及铌(Nb)组成的群组中的至少一种第二元素。该结合相可以由钴、第二元素和不可避免的杂质构成。作为该不可避免的杂质,例如可列举为锰(Mn)、镁(Mg)、钙(Ca)、硫(S)等。结合相的不可避免的杂质的含有率小于0.1质量%。结合相的杂质元素的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0089] <第一元素>

[0090] 实施方式1的硬质合金包含选自由钛、钽、铌、锆、铈、钇以及硼组成的群组中的至少一种第一元素。硬质合金的第一元素的合计含有率为0.01原子%以上且20原子%以下。在此,第一元素的合计含有率是指,在硬质合金包含一种第一元素的情况下,是指一种第一元素的含有率,在硬质合金包含两种以上的第一元素的情况下,是指硬质合金中包含的全部的第一元素的合计含有率。

[0091] 从提高耐熔敷性的观点出发,硬质合金的第一元素的合计含有率的下限为0.01原子%以上,也可以为0.07原子%以上,也可以为0.09原子%以上,也可以为0.10原子%以上,也可以为0.50原子%以上,也可以为1.0原子%以上,也可以为3.0原子%以上,也可以为5.0原子%以上,也可以为7.0原子%以上。从抑制硬质合金的基础物性降低的观点出发,硬质合金的第一元素的含有率的上限为20.0原子%以下,也可以为17.0原子%以下,也可以为15.0原子%以下,也可以为14.0原子%以下,也可以为10.0原子%以下。硬质合金的第一元素的合计含有率可以为0.07原子%以上且17.0原子%以下,也可以为0.09原子%以上且15.0原子%以下,也可以为0.10原子%以上且15.0原子%以下,也可以为0.50原子%以上且15.0原子%以下,也可以为1.0原子%以上且14.0原子%以下,也可以为3.0原子%以上且14.0原子%以下,也可以为5.0原子%以上且10.0原子%以下,也可以为7.0原子%以上且10.0原子%以下。

[0092] 硬质合金中所含的第一元素的种类以及硬质合金中所含的第一元素的含有率通过ICP发光分析来确定。

[0093] <线分析>

[0094] 使用图2,对在实施方式1的硬质合金中沿着从彼此相邻的结合相朝向碳化钨颗粒的第一方向,使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置进行线分析而得到的结果进行说明。图2是第一曲线图的一个例子,对于实施方式1的硬质合金,对硬质合金中包含的元素即钨、钴以及第一元素(在图2中为钛)进行线分析,将得到的结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离[nm]、且Y轴为标准化的强度(标准化强度)[a.u.]的坐标系中,由此得到第一曲线图。在图2的第一曲线图所示的硬质合金中,结合相为钴。在第一曲线图中,原点O与X轴的距离为0nm,在线分析结果中,相当于钴显示出最大强度的位置。标准化的强度是指将各元素的强度在进行了线分析的区域内最大的强度作为100而相对地表示的强度。

[0095] 如图2所示,在最靠近第一曲线图的原点O的钨的峰W1与最靠近峰W1的钨的其他峰W2之间存在第一元素的最大峰M。峰W2存在于比峰W1更远离原点O的位置。即,峰W1的最大峰强度I_{w1}处的距离P_{w1}、峰W2的最大峰强度I_{w2}处的距离P_{w2}、最大峰M的最大峰强度IA处的距离P1示出P_{w1}<P1<P_{w2}的关系。在本公开中,第一曲线图中的各元素的峰的峰强度是指各元素的峰的标准化的强度。

[0096] 强度IB相对于最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA为0.5以下。强度IB是从最大峰强度的位置P1到与原点相反侧的距离为0.2nm的位置P2处的第一元素的强度。在图2中,第一元素为一种元素(钛),因此峰M为一个。在第一元素包含两种以上的元素的情况下,第一元素的最大峰以与元素的种类相同的数量存在,全部的峰存在于峰W1与峰W2之间,在每一个峰中,比例IB/IA为0.5以下。

[0097] 比例IB/IA的上限为0.5以下,也可以为0.4以下,也可以为0.3以下,也可以为0.2以下,也可以为0.1以下。比例IB/IA的下限可以为0以上,也可以为0.001以上,也可以为0.002以上,也可以为0.003以上,也可以为0.005以上,也可以为0.01以上,也可以为0.02以上,也可以为0.05以上。比例IB/IA可以为0以上且0.5以下,也可以为0.001以上且0.5以下,也可以为0.005以上且0.4以下,也可以为0.01以上且0.3以下,也可以为0.05以上且0.2以下。

[0098] 在本公开中,基于硬质合金的线分析以及分析结果的第一曲线图的取得按照以下的步骤来进行。使用氩离子切片机(日本电子公司制造的“低温离子切片机IB-09060BCIS”(商标)),在加速电压6kV、精加工2kV的条件下,将硬质合金薄片化为30～100nm的厚度,制作测定用试样。接着,使用TEM(Transmission Electron Microscopy)(日本电子公司制造的“JEM-ARM300F2”(商标)),在加速电压200V的条件下以20万倍观察该测定用试样,由此得到第一图像(未图示)。

[0099] 在第一图像中,碳化钨颗粒被观察为白色区域,结合相被观察为黑色区域。在第一图像中,任意地选择碳化钨颗粒与结合相的界面。

[0100] 接着,以所选择的界面通过图像的中央附近的方式进行定位,以视野尺寸为10nm×10nm的方式调整观察倍率进行观察,由此得到第二图像(未图示)。在第二图像中,确认界面伸长的伸长方向。沿着与伸长方向垂直的方向,且是从设置于结合相内的位置X1朝向设置于与该结合相相邻的碳化钨颗粒内的位置X2的第一方向,使用附属于透射型电子显微镜的能量色散型X射线分光装置(TEM-EDX)实施线分析,对钨、钴以及第一元素的分布进行测定。在此,与界面的伸长方向垂直的方向是指沿着相对于伸长方向的切线以90°±5°的角度交叉的直线的方向。结合相内的位置X1在第一曲线图中被设定在从峰M的距离P1处起向原点侧的距离为0.5nm以上且5nm以下的位置处的能够确认到钴的峰的位置。碳化钨颗粒内的位置X2在第一曲线图中被设定为从峰M的距离P1处起向原点的相反侧的距离为2nm以上且5nm以下的位置。EDX实施时的条件为加速电压200kV、相机长10cm、像素数128×128pixel、驻留时间0.02～3s/pixel。

[0101] 将钨、钴以及第一元素的每一个的测定结果示于X轴为距钴显示出最大强度的位置的距离、且Y轴为标准化的强度的坐标系,由此得到第一曲线图。

[0102] 在硬质合金中,任意地取得互不重叠的五个视野的第一图像,基于各个第一图像实施上述的分析,得到五个第一曲线图。在四个以上的第一曲线图中,在“峰W1与峰W2之间存在第一元素的每一个的最大峰M、且比例IB/IA为0.5以下”的情况下,在该硬质合金的第一曲线图中,判断为“在峰W1与峰W2之间存在第一元素的每一个的最大峰M、且比例IB/IA为0.5以下”。为了得到该判断基准,本发明的发明人对多个硬质合金分别进行了多个线分析。其结果是,确认到在硬质合金中的80％以上的第一曲线图中,在“峰W1与峰W2之间存在第一元素的每一个的最大峰M、且比例IB/IA为0.5以下”的情况下,该硬质合金显示出本公开的效果。若考虑到硬质合金的制造方法,则推测WC颗粒与结合相的界面区域中的钨以及第一元素的存在形态在同一硬质合金内大致相同。

[0103] <硬质合金的制造方法>

[0104] 本实施方式的硬质合金可以通过依次进行原料粉末的准备工序、混合工序、成型工序、烧结工序、冷却工序以及HIP工序来制造。以下,对各工序进行说明。

[0105] <准备工序>

[0106] 准备工序是准备构成硬质合金原材料的材料的原料粉末的工序。作为原料粉末,可列举为碳化钨粉末(以下,也记为“WC粉末”)、钴(Co)粉末、含第一元素的粉末。作为含第一元素的粉末,可列举为TiCN粉末、TaC粉末、NbC粉末、ZrC粉末、CeC_2粉末、Y_2O_3粉末、B_4C粉末。在这些原料粉末的基础上,还可以准备镍(Ni)粉末等。这些原料粉末可以使用市售品。这些原料粉末的平均粒径没有特别限制,例如可以设为0.1～3.0μm。原料粉末的平均粒径是指通过FSSS法(Fisher Sub-Sieve Sizer:费氏粒度测量方法)测定的平均粒径。该平均粒径使用Fisher Scientific公司制造的“Sub-Sieve Sizer模型95”(商标)来测定。

[0107] <混合工序>

[0108] 混合工序是将准备工序中准备的各原料粉末以预定的比例混合的工序。通过混合工序,得到各原料粉末混合而成的混合粉末。各原料粉末的混合比例根据目标硬质合金的组成而适当调整。

[0109] 各原料粉末的混合可以使用球磨机。混合条件例如可以设为介质直径6mm、转速100rpm、混合时间20小时。

[0110] 在混合工序之后,可以根据需要对混合粉末进行造粒。通过对混合粉末进行造粒,在后述的成形工序时容易向模头或模具填充混合粉末。造粒可以应用公知的造粒方法,例如可以使用喷雾干燥器等市售的造粒机。

[0111] <成形工序>

[0112] 成形工序是将在混合工序中得到的混合粉末成形为切削工具用的形状而得到成形体的工序。成形工序中的成形方法以及成型条件采用一般的方法以及条件即可,没有特别限制。

[0113] <烧结工序>

[0114] 在烧结工序中,将在成形工序中得到的成形体烧结,得到硬质合金。在本公开的硬质合金的制造方法中,首先,在Ar气中以压力0.1MPa、温度1400℃保持400分钟(以下,也记为“第一烧结工序”),之后,在Ar气中以压力5MPa、温度1350℃保持300分钟(以下,也记为“第二烧结工序”),使成形体烧结而得到硬质合金中间体。

[0115] <冷却工序>

[0116] 冷却工序是对烧结工序后的硬质合金中间体进行冷却的工序。例如可以在Ar气中在压力100～400MPaG的条件下对上述硬质合金中间体进行急冷。

[0117] <HIP工序>

[0118] 利用热等静压加压(HIP)装置对冷却后的硬质合金中间体施加10MPa的压力60分钟。由此,能够得到硬质合金。

[0119] <本实施方式的硬质合金的制造方法的特征>

[0120] 在本实施方式中,混合工序使用球磨机进行20小时,烧结工序以两个阶段进行:首先在压力0.1MPa、温度1400℃下保持400分钟(第一烧结工序),之后,在压力5MPa、温度1350℃下保持300分钟(第二烧结工序)。由此,可推测所得到的硬质合金的第一曲线图示出“峰W1与峰W2之间存在第一元素的每一个的最大峰M、且比例IB/IA为0.5以下”。本发明的发明人进行了深入研究,结果新发现,通过这样的混合条件以及烧结条件,能够实现本公开的硬质合金。此外,在本实施方式中使用的混合条件以及烧结条件由于生产效率降低,因此本领

域技术人员没有采用。

[0121] 在以往的一般的硬质合金的制造方法中,混合时间为10小时左右,烧结工序以在升温至预定的温度后维持预定时间这样的一个阶段来进行。在通过以往的硬质合金的制造方法得到的硬质合金中,在WC颗粒与结合相的界面区域中,第一元素随机地配置,在第一曲线图中,在峰W1与峰W2之间不存在第一元素的每一个的最大峰M。

[0122] [实施方式2:切削工具]

[0123] 本实施方式的切削工具包含由实施方式1的硬质合金构成的刀尖。在本公开中,刀尖是指参与切削的部分。更具体而言,刀尖是指被刀尖棱线和从该刀尖棱线起向硬质合金侧的距离为0.5nm或2mm的假想的面包围的区域。

[0124] 作为切削工具,例如可以举例示出为切削刀具、钻头、立铣刀、铣削加工用可转位切削刀片、车削加工用可转位切削刀片、金工锯、齿轮切割工具、铰刀或丝锥等。尤其是,如图3所示,本实施方式的切削工具10在为印刷电路基板加工用的小径钻头的情况下,能够发挥优异的效果。图3所示的切削工具10的刀尖11由实施方式1的硬质合金构成。

[0125] 本实施方式的硬质合金可以构成这些工具的整体,也可以构成一部分。在此,“构成一部分”表示将本实施方式的硬质合金钎焊于任意基材的预定位置而形成刀尖部的方式等。

[0126] 本实施方式的切削工具还可以具备硬质膜,该硬质膜包覆由硬质合金构成的基材的表面的至少一部分。作为硬质膜,例如可以使用类金刚石碳、金刚石。

[0127] 可以将实施方式1的硬质合金成形为所期望的形状而得到本实施方式的切削工具。

[0128] 实施例

[0129] 通过实施例,对本实施方式进一步具体地说明。但是,本实施方式并不限定于这些实施例。

[0130] [硬质合金的制作]

[0131] 按照以下的步骤制作各试样的硬质合金。

[0132] 以表1～表3的“原料粉末”一栏中记载的比例准备WC粉末(平均粒径0.5μm)、Co粉末(平均粒径1.0μm)、TiCN粉末(平均粒径0.1μm)、TaC粉末(平均粒径0.3μm)、NbC粉末(平均粒径0.3μm)、ZrC粉末(平均粒径0.5μm)、CeC_2粉末(平均粒径0.5μm)、Y_2O_3粉末(平均粒径0.5μm)、B_4C粉末(平均粒径0.5μm)。

[0133] 表1

[0134]

试样No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC_2	Y_2O_3	B_4C
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%
1	85.000	13.000	2.000	-	-	-	-	-	-
2	92.000	3.100	4.900	-	-	-	-	-	-
3	89.994	10.000	0.006	-	-	-	-	-	-
4	99.920	0.050	0.030	-	-	-	-	-	-
5	87.000	5.000	8.000	-	-	-	-	-	-
6	90.100	5.000	4.900	-	-	-	-	-	-
7	76.900	10.200	-	12.900	-	-	-	-	-
8	84.200	5.800	-	10.000	-	-	-	-	-
9	88.885	11.100	-	0.015	-	-	-	-	-
10	99.850	0.050	-	0.100	-	-	-	-	-
11	74.000	4.000	-	22.000	-	-	-	-	-
12	96.500	2.500	-	1.000	-	-	-	-	-
13	86.500	12.000	-	-	1.500	-	-	-	-
14	96.100	3.100	-	-	0.800	-	-	-	-
15	98.993	1.000	-	-	0.007	-	-	-	-
16	87.950	0.050	-	-	12.000	-	-	-	-
17	85.700	11.000	-	-	3.300	-	-	-	-
18	85.500	6.500	-	-	8.000	-	-	-	-
19	84.000	9.000	-	-	-	7.000	-	-	-
20	87.800	4.200	-	-	-	8.000	-	-	-
21	92.792	7.200	-	-	-	0.008	-	-	-
22	99.930	0.050	-	-	-	0.020	-	-	-
23	87.000	3.000	-	-	-	10.000	-	-	-
24	87.000	8.000	-	-	-	5.000	-	-	-
25	75.800	10.000	-	-	-	-	14.200	-	-
26	83.200	4.700	-	-	-	-	12.100	-	-

[0135] 表2

[0136]

试样No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC_2	Y_2O_3	B_4C
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%
27	90.480	9.500	-	-	-	-	0.020	-	-
28	99.920	0.050	-	-	-	-	0.030	-	-
29	85.200	9.300	-	-	-	-	5.500	-	-
30	82.000	8.000	-	-	-	-	10.000	-	-
31	81.500	10.500	-	-	-	-	-	8.000	-
32	87.000	5.000	-	-	-	-	-	8.000	-
33	90.990	9.000	-	-	-	-	-	0.010	-
34	99.910	0.050	-	-	-	-	-	0.040	-
35	88.500	11.000	-	-	-	-	-	0.500	-
36	86.300	5.500	-	-	-	-	-	8.200	-
37	92.000	5.000	-	-	-	-	-	-	3.000
38	94.500	0.800	-	-	-	-	-	-	4.700
39	88.950	11.000	-	-	-	-	-	-	0.050
40	99.250	0.050	-	-	-	-	-	-	0.700
41	85.600	12.000	-	-	-	-	-	-	2.400
42	85.000	10.000	-	-	-	-	-	-	5.000
43	84.000	8.000	6.000	2.000	-	-	-	-	-
44	95.000	2.000	1.500	-	1.500	-	-	-	-
45	91.990	8.000	0.008	-	-	0.002	-	-	-
46	87.500	12.000	0.300	-	-	-	0.200	-	-
47	90.000	6.000	1.800	-	-	-	-	2.200	-
48	87.000	10.000	1.000	-	-	-	-	-	2.000
49	87.499	12.500	0.001	-	-	-	-	-	-
50	92.800	6.200	1.000	-	-	-	-	-	-
51	61.100	37.500	1.400	-	-	-	-	-	-
52	53.500	11.500	35.000	-	-	-	-	-	-

[0137] 表3

[0138]

试样No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC_2	Y_2O_3	B_4C
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%
53	87.499	12.500	-	0.001	-	-	-	-	-
54	92.300	6.200	-	1.500	-	-	-	-	-
55	60.000	38.000	-	2.000	-	-	-	-	-
56	60.000	10.000	-	30.000	-	-	-	-	-
57	87.499	12.500	-	-	0.001	-	-	-	-
58	92.800	6.200	-	-	1.000	-	-	-	-
59	63.500	35.000	-	-	1.500	-	-	-	-
60	53.500	11.500	-	-	35.000	-	-	-	-
61	87.499	12.500	-	-	-	0.001	-	-	-
62	92.600	6.200	-	-	-	1.200	-	-	-
63	63.500	35.000	-	-	-	1.500	-	-	-
64	58.000	12.000	-	-	-	30.000	-	-	-
65	87.499	12.500	-	-	-	-	0.001	-	-
66	92.600	6.200	-	-	-	-	1.200	-	-
67	63.500	35.000	-	-	-	-	1.500	-	-
68	62.000	8.000	-	-	-	-	30.000	-	-
69	87.499	12.500	-	-	-	-	-	0.001	-
70	92.600	6.200	-	-	-	-	-	1.200	-
71	63.500	35.000	-	-	-	-	-	1.500	-
72	62.000	8.000	-	-	-	-	-	30.000	-
73	87.499	12.500	-	-	-	-	-	-	0.001
74	93.000	6.200	-	-	-	-	-	-	0.800
75	64.500	35.000	-	-	-	-	-	-	0.500
76	68.000	12.000	-	-	-	-	-	-	20.000

[0139] 将原料粉末用珠磨机混合,得到混合粉末。混合条件(介质直径、转速、填充率、时间)如下所述。“填充率”是指珠填充率。

[0140] 《试样1～试样48》

[0141] 介质直径6mm、转速100rpm、填充率40％、混合时间20小时。

[0142] 《试样49～试样76》

[0143] 介质直径6mm、转速100rpm、填充率40％、混合时间10小时。

[0144] 接着,通过对混合粉末进行冲压成形,制作切削刀片形状的成形体。接着,对成形体进行烧结,得到硬质合金中间体。各试样的烧结条件如下。

[0145] 《试样1～试样48》

[0146] 第一烧结工序:在Ar气中以压力0.1MPa、温度1400℃保持400分钟。

[0147] 第二烧结工序:在Ar气中以压力5MPa、温度1350℃保持300分钟。

[0148] 《试样49～试样76》

[0149] 第一烧结工序:在Ar气中以压力0.1MPa、温度1400℃保持60分钟。

[0150] 第二烧结工序:无。

[0151] “第一烧结工序”是指烧结刚开始后进行的烧结工序。“第二烧结工序”是指在第一烧结工序后进行的第二阶段的烧结工序。第二烧结工序的“无”的记载表示未进行第二烧结工序。接着,在Ar气中将硬质合金中间体在压力200MPaG的条件下进行急冷。利用热等静压加压(HIP)装置对冷却后的硬质合金中间体施加10MPa的压力60分钟。由此,得到各试样的硬质合金。

[0152] [切削工具的制作]

[0153] 对所得到的硬质合金进行加工,制作可转位切削工具(形状:立铣刀)。

[0154] [硬质合金的评价]

[0155] <硬质合金的碳化钨颗粒的含有率(体积%)以及结合相的含有率(体积%)>

[0156] 对各试样的硬质合金的碳化钨颗粒的含有率(体积%)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“WC颗粒含有率”以及“结合相含有率”一栏。进一步地,将硬质合金的碳化钨颗粒的含有率以及结合相的含有率的合计示于表4～表6的“硬质合金”的“WC颗粒+结合相含有率”一栏。在表4～表6中,确认到“WC颗粒+结合相含有率”一栏中低于100体积%的硬质合金包含含有第一元素的化合物的析出物、固溶体(例如TiCN、TaC)等。

[0157] <结合相中的钴含有率>

[0158] 在各试样的硬质合金中,对结合相中的钴含有率进行测定。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“结合相中的Co含有率”一栏。

[0159] <硬质合金的第一元素的合计含有率>

[0160] 在各试样的硬质合金中,对硬质合金的第一元素的种类以及合计含有率进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表7～表9的“硬质合金”的“第一元素种类”以及“第一元素合计含有率”一栏。

[0161] <线分析>

[0162] 在各试样的硬质合金中,进行实施方式1所示的线分析,得到第一曲线图。在各试样的第一曲线图中,确认在最靠近原点的钨的峰W1与最靠近峰W1的钨的其他峰W2之间是否存在第一元素的每一个的最大峰M。将结果示于表7～表9的“硬质合金”的“最大峰M”一栏。“有”表示存在最大峰M,“无”表示不存在最大峰M。在存在多个最大峰M的情况下,在全部的最大峰存在于W1与W2之间的情况下表示为“有”。

[0163] 在存在“最大峰M”的试样中,对强度IB相对于最大峰M的最大峰强度IA的比例IB/IA进行测定。在此,强度IB是从最大峰强度的位置P1处起向与第一曲线图的原点相反的一侧的距离为0.2nm的位置P2处的第一元素的标准化的强度。将结果示于表7～表9的“硬质合金”的“IB/IA”一栏。

[0164] 表4

[0165]

试样 No.	硬质合金			
	WC 颗粒含有率	结合相含有率	WC 颗粒+结合相含有率	结合相中的 Co 含有率
	体积%	体积%	体积%	质量%
1	74.4	20.0	94.4	99.9
2	81.4	13.4	94.8	50.0
3	83.6	16.3	99.9	99.9
4	99.8	0.1	99.9	93.3
5	71.5	8.5	80.0	91.2
6	77.7	18.0	95.7	58.9
7	71.9	20.0	91.9	73.3
8	81.1	15.0	96.1	50.0
9	81.9	18.0	99.9	99.9
10	99.8	0.1	99.9	79.3
11	73.0	7.0	80.0	97.5
12	94.7	5.0	99.7	77.0
13	78.4	20.0	98.4	95.6
14	80.9	10.0	90.9	50.0
15	98.2	1.8	99.9	99.6
16	79.9	0.1	80.0	88.1
17	77.2	18.0	95.2	96.7
18	66.2	15.0	81.2	65.4
19	72.0	20.0	92.0	74.1
20	76.7	15.0	91.7	50.0
21	87.9	12.0	99.9	99.9
22	99.8	0.1	99.9	90.7
23	74.4	5.6	80.0	85.2
24	76.9	18.0	94.9	75.2
25	60.0	20.0	80.0	75.0
26	69.6	16.0	85.6	50.0

[0166] 表5

[0167]

试样 No.	硬质合金			
	WC 颗粒含有率	结合相含有率	WC 颗粒+结合相含有率	结合相中的 Co 含有率
	体积%	体积%	体积%	质量%
27	84.3	15.6	99.9	99.8
28	99.3	0.1	99.4	90.3
29	74.5	18.0	92.5	83.5
30	69.0	12.0	81.0	56.2
31	65.0	15.0	80.0	99.0
32	72.0	20.0	92.0	50.0
33	85.1	14.8	99.9	99.9
34	99.7	0.1	99.8	92.6
35	80.9	18.0	98.9	98.9
36	71.0	10.0	81.0	87.3
37	70.0	10.0	80.0	91.0
38	82.0	3.0	85.0	50.0
39	80.1	18.0	98.1	99.2
40	95.4	0.1	95.5	98.3
41	72.7	20.0	92.7	96.8
42	67.3	15.0	82.3	96.9
43	68.0	12.0	80.0	97.0
44	87.2	9.0	96.2	50.0
45	86.7	13.0	99.7	99.9
46	79.3	20.0	99.3	97.6
47	78.6	13.0	91.6	82.7
48	75.6	18.0	93.6	90.7
49	77.9	20.0	97.9	99.9
50	86.6	12.0	98.6	91.6
51	46.4	50.0	96.4	99.9
52	27.4	15.0	42.4	81.4

[0168] 表6

[0169]

试样 No.	硬质合金			
	WC 颗粒含有率	结合相含有率	WC 颗粒+结合相含有率	结合相中的 Co 含有率
	体积%	体积%	体积%	质量%
53	76.7	20.0	96.7	99.9
54	88.2	10.0	98.2	98.2
55	46.5	50.0	96.5	98.9
56	51.7	15.0	66.7	98.6
57	79.8	20.0	99.8	99.9
58	87.9	10.0	97.9	98.1
59	49.7	50.0	99.7	96.3
60	43.2	10.0	53.2	96.7
61	79.9	20.0	99.9	99.9
62	87.0	10.0	97.0	99.8
63	49.3	50.0	99.3	96.7
64	38.5	15.0	53.5	95.8
65	78.4	20.0	98.4	99.6
66	87.1	10.0	97.1	99.1
67	49.4	50.0	99.4	96.7
68	42.6	10.0	52.6	97.4
69	79.4	20.0	99.4	99.8
70	86.3	10.0	96.3	99.7
71	48.9	50.0	98.9	97.0
72	36.5	10.0	46.5	89.5
73	79.9	20.0	99.9	99.7
74	85.1	10.0	95.1	99.3
75	49.8	50.0	99.8	98.6
76	30.5	10.0	40.5	98.5

[0170] 表7

[0171]

试样 No.	硬质合金				切削试验
	第一元素		最大峰 M	IB/IA	切削距离
	种类	合计含有率 原子%	有/无		m
1	Ti	3.100	有	0.120	0.90
2	Ti	11.300	有	0.370	2.10
3	Ti	0.010	有	0.005	1.40
4	Ti	0.070	有	0.010	1.10
5	Ti	17.000	有	0.500	1.30
6	Ti	10.000	有	0.400	1.80
7	Ta	10.000	有	0.300	0.80
8	Ta	8.500	有	0.270	2.40
9	Ta	0.010	有	0.010	1.10
10	Ta	0.090	有	0.020	1.20
11	Ta	20.000	有	0.500	1.90
12	Ta	0.900	有	0.040	1.30
13	Nb	1.760	有	0.100	0.90
14	Nb	1.210	有	0.070	1.10
15	Nb	0.010	有	0.005	1.00
16	Nb	20.000	有	0.500	1.20
17	Nb	4.200	有	0.150	1.60
18	Nb	10.000	有	0.300	2.60
19	Zr	9.200	有	0.390	0.70
20	Zr	10.000	有	0.420	1.40
21	Zr	0.010	有	0.001	1.50
22	Zr	0.030	有	0.002	1.10
23	Zr	14.400	有	0.500	1.00
24	Zr	7.000	有	0.280	1.80
25	Ce	7.400	有	0.400	0.90
26	Ce	7.000	有	0.340	1.70

[0172] 表8

[0173]

试样 No.	硬质合金				切削试验
	第一元素		最大峰 M	IB/IA	切削距离
	种类	合计含有率 原子%	有/无		m
27	Ce	0.010	有	0.002	1.30
28	Ce	0.020	有	0.003	1.20
29	Ce	3.000	有	0.015	1.10
30	Ce	10.000	有	0.500	1.90
31	Y	8.800	有	0.390	1.70
32	Y	9.800	有	0.450	0.70
33	Y	0.010	有	0.003	1.50
34	Y	0.050	有	0.012	0.90
35	Y	0.500	有	0.210	1.20
36	Y	10.000	有	0.500	1.10
37	B	4.200	有	0.230	2.10
38	B	8.500	有	0.410	1.40
39	B	0.010	有	0.002	1.10
40	B	0.800	有	0.007	0.90
41	B	1.900	有	0.015	0.80
42	B	10.000	有	0.500	1.80
43	Ti,Ta	15.000	有	0.470	1.10
44	Ti,Nb	5.000	有	0.150	1.20
45	Ti,Zr	0.010	有	0.002	1.50
46	Ti,Ce	0.400	有	0.070	0.70
47	Ti,Y	10.000	有	0.420	1.90
48	Ti,B	6.400	有	0.270	1.80
49	Ti	0.001	无	—	0.50
50	Ti	1.800	无	—	0.45
51	Ti	1.500	无	—	0.02
52	Ti	48.100	无	—	0.07

[0174] 表9

[0175]

试样 No.	硬质合金				切削试验
	第一元素		最大峰 M	IB/IA	切削距离
	种类	合计含有率 原子%	有/无		m
53	Ta	0.0008	无	—	0.49
54	Ta	0.900	无	—	0.40
55	Ta	1.000	无	—	0.08
56	Ta	25.500	无	—	0.02
57	Nb	0.001	无	—	0.38
58	Nb	1.500	无	—	0.32
59	Nb	1.200	无	—	0.02
60	Nb	36.800	无	—	0.01
61	Zr	0.001	无	—	0.51
62	Zr	1.700	无	—	0.30
63	Zr	1.300	无	—	0.04
64	Zr	32.400	无	—	0.03
65	Ce	0.0007	无	—	0.40
66	Ce	0.900	无	—	0.39
67	Ce	0.900	无	—	0.04
68	Ce	24.500	无	—	0.03
69	Y	0.001	无	—	0.41
70	Y	1.400	无	—	0.35
71	Y	1.100	无	—	0.05
72	Y	35.700	无	—	0.04
73	B	0.008	无	—	0.50
74	B	1.200	无	—	0.32
75	B	0.400	无	—	0.01
76	B	28.500	无	—	0.01

[0176] 〈切削试验〉

[0177] 使用各试样的切削工具在以下的条件下进行立铣刀加工,每隔切削距离0.01m对后刀面的损伤宽度进行测定。损伤宽度是指由于磨损、崩裂而产生的后刀面的损伤的最大长度。最大长度在磨损的情况下相当于最大磨损量,在崩裂的情况下相当于最大缺损长度。将损伤宽度达到0.1mm的时间点的切削距离作为工具寿命。将结果示于表7～表9的“切削试

验”一栏。切削距离越长,表示工具寿命越长。

[0178] 《切削条件》

[0179] 工件:铬镍铁合金(Inconel)

[0180] 加工:侧面加工

[0181] 切削速度:120m/min

[0182] 每一刃的进给量fz:0.1mm/t

[0183] 轴向的切入深度ap:0.2mm

[0184] 半径方向的切入深度ae:0.2mm

[0185] 切削液:水溶性切削油

[0186] 上述的切削条件相当于难切削材料的高速加工。

[0187] <考察>

[0188] 试样1～试样48的硬质合金以及切削工具相当于实施例。试样49～试样76的硬质合金以及切削工具相当于比较例。试样1～试样48(实施例)的切削工具与试样49～试样76(比较例)的切削工具相比,确认到在难切削材料的高速加工中显示出较长的工具寿命。据推测这是因为试样1～试样48(实施例)的硬质合金具有峰M、且比例IB/IA为0.5以下,因此耐熔敷性提高,抑制了与熔敷相伴的磨损、缺损的发生。

[0189] 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。

[0190] 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。

[0191] 附图标记说明

[0192] 1:碳化钨颗粒;2:结合相;3:硬质合金;10:切削工具;11:刀尖。

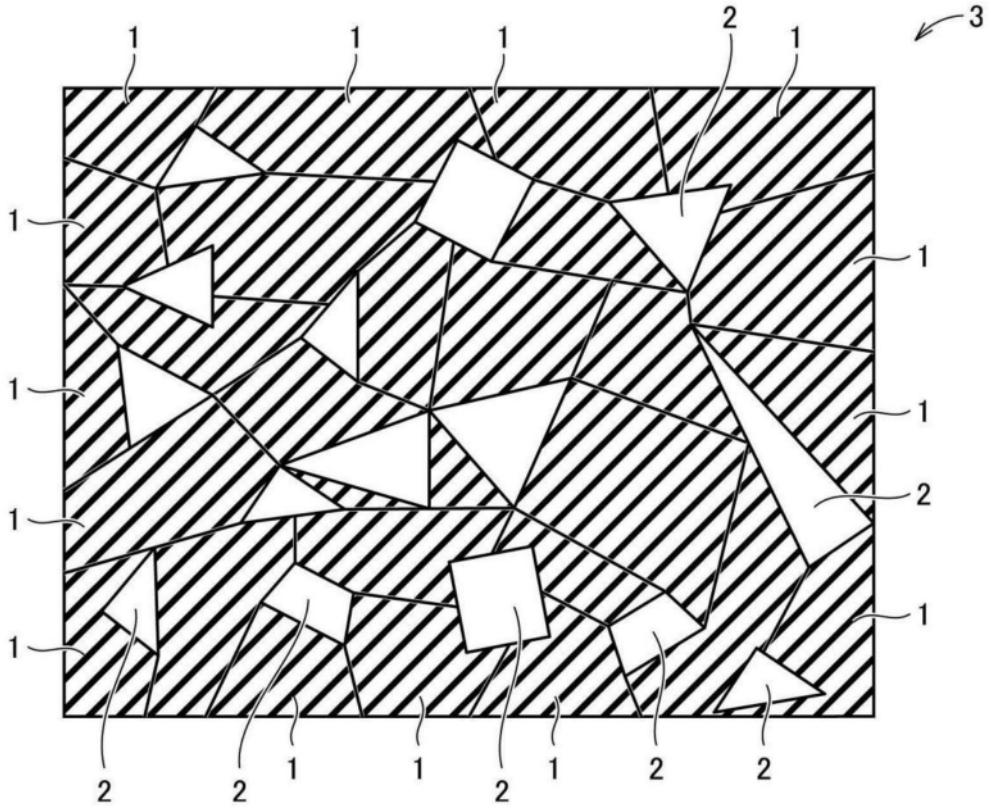


图1

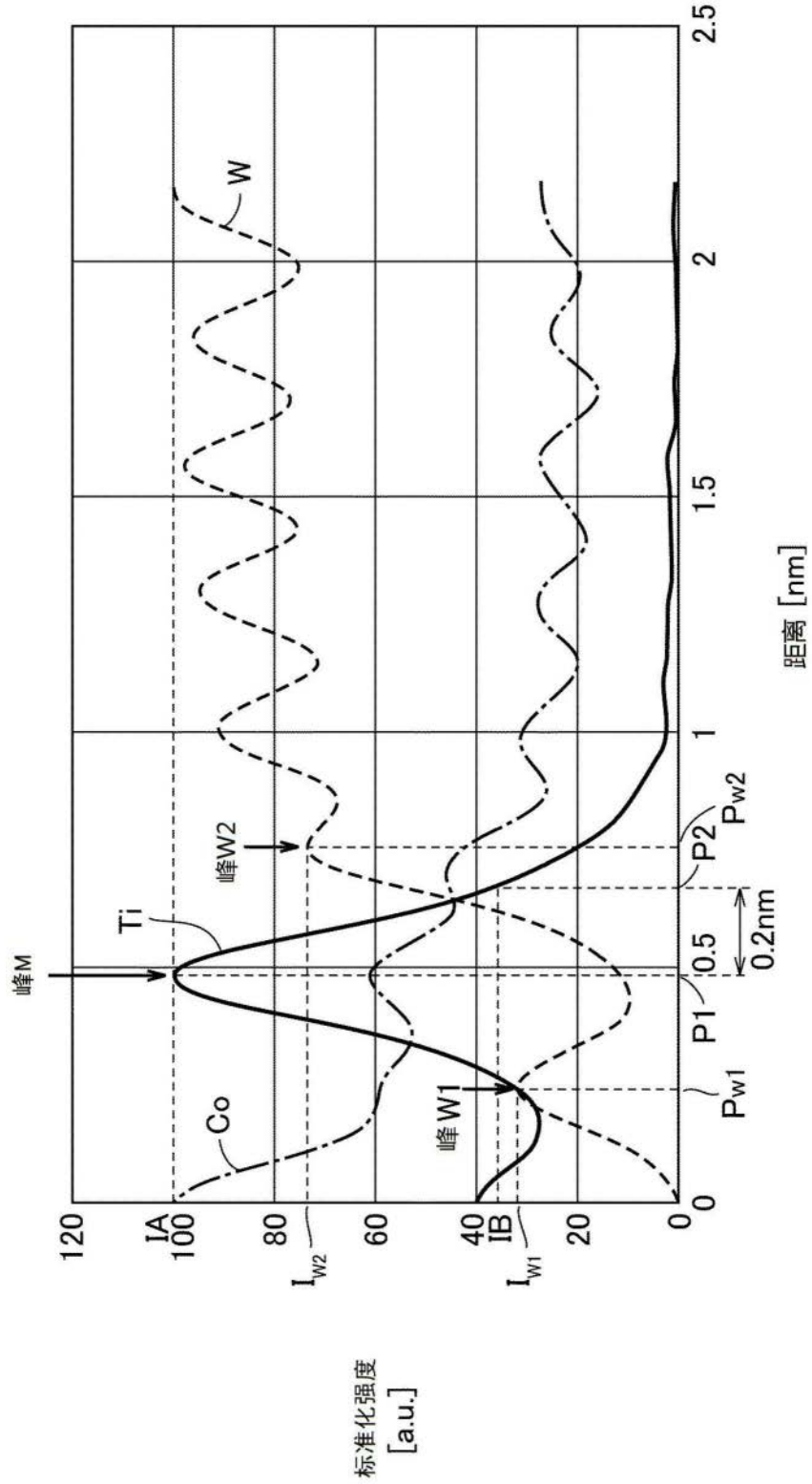

峰M
Ti
峰W2
W
Co
峰W1
IA
IB
I_{W2}
I_{W1}
P_{w2}
P_{w1}
P2
P1
0.2nm
0.5
120
100
80
60
40
20
0
2.5
2
1.5
1
0
距离 [nm]
标准化强度
[a.u.]

图2

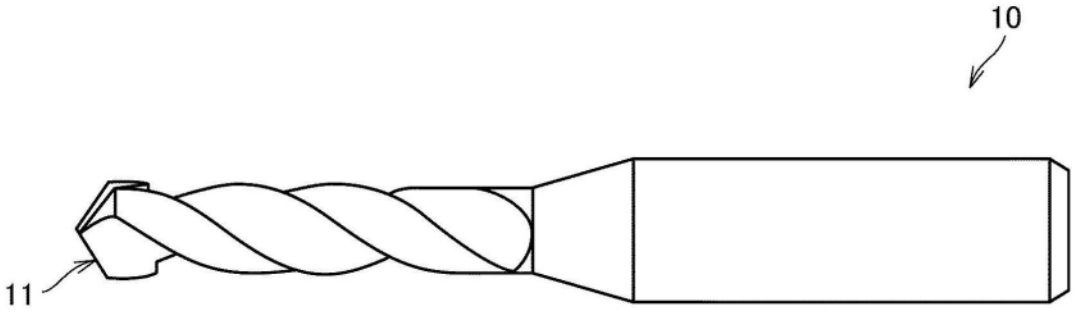


图3