



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119497760 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 21

(21) 申请号 202380047908.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2023.06.21

G22C 29/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2024.12.18

B23B 27/14 (2006.01)

G22C 1/051 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/022968 2023.06.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/261915 JA 2024.12.26

(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 木村好博

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

权利要求书1页 说明书17页 附图3页

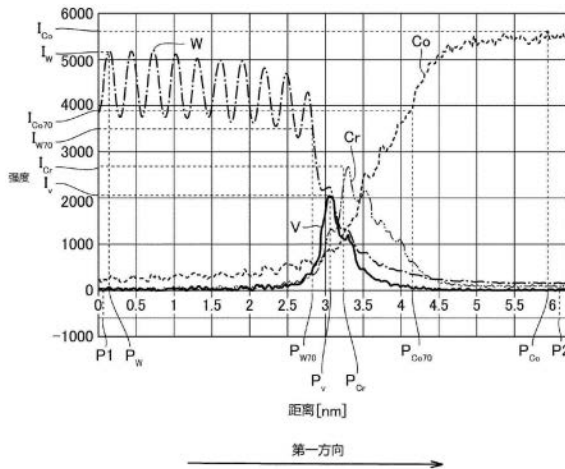
(54) 发明名称

硬质合金以及使用该硬质合金的切削工具

(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0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒,所述硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬,所述结合相包含50质量%以上的钴,在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,沿着从设置于所述碳化钨颗粒内的位置X1起朝向设置于与所述碳化钨颗粒相邻的所述结合相内的位置X2的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距位置X1的距离、且Y轴为强度的坐标系中所得到的第一曲线图的第一区域中,钨的最大强度I<sub>W</sub>处的距离P<sub>W</sub>、表示所述最大强度I<sub>W</sub>的70%的强度I<sub>W70</sub>的最大的距离P<sub>W70</sub>、钒的最大强度I<sub>V</sub>处的距离P<sub>V</sub>、铬的最大强度I<sub>Cr</sub>处的距离P<sub>Cr</sub>、表示钴的最大强度I<sub>Co</sub>的70%的强度

I<sub>Co70</sub>的最小的距离P<sub>Co70</sub>和所述最大强度I<sub>Co</sub>处的距离P<sub>Co</sub>示出P<sub>W</sub><P<sub>W70</sub><P<sub>V</sub><P<sub>Cr</sub><P<sub>Co70</sub><P<sub>Co</sub>的关系,所述第一区域是在所述第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,所述距离P1在X轴上从所述P<sub>V</sub>向所述坐标系的原点侧的距离为3nm,所述距离P2从所述P<sub>V</sub>向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。



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0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒,所述硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬,所述结合相包含50质量%以上的钴,

在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,沿着从设置于所述碳化钨颗粒内的位置X1起朝向设置于与所述碳化钨颗粒相邻的所述结合相内的位置X2的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距位置X1的距离、且Y轴为强度的坐标系中所得到的第一曲线图的第一区域中,

钨的最大强度 $I_w$ 处的距离 $P_w$ 、表示所述最大强度 $I_w$ 的70%的强度 $I_{w70}$ 的最大的距离 $P_{w70}$ 、钒的最大强度 $I_v$ 处的距离 $P_v$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钴的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 和所述最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 示出 $P_w < P_{w70} < P_v < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系,

所述第一区域是在所述第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,所述距离P1在X轴上从所述 $P_v$ 向所述坐标系的原点侧的距离为3nm,所述距离P2从所述 $P_v$ 向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。

2. 根据权利要求1所述的硬质合金,其中,位于所述 $P_v$ 的钒原子以及位于所述 $P_{Cr}$ 的铬原子存在于碳化钨的W位点。

3. 根据权利要求1或2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。

4. 一种切削工具,具备由权利要求1至3中任一项所述的硬质合金构成的刀尖。

## 硬质合金以及使用该硬质合金的切削工具

### 技术领域

[0001] 本公开涉及硬质合金以及使用该硬质合金的切削工具。

### 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作切削工具的原材料(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0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒,

[0011] 所述硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬,

[0012] 所述结合相包含50质量%以上的钴,

[0013] 在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,沿着从设置于所述碳化钨颗粒内的位置X1起朝向设置于与所述碳化钨颗粒相邻的所述结合相内的位置X2的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距位置X1的距离、且Y轴为强度的坐标系中所得到的第一曲线图的第一区域中,

[0014] 钨的最大强度 $I_w$ 处的距离 $P_w$ 、表示所述最大强度 $I_w$ 的70%的强度 $I_{w70}$ 的最大的距离 $P_{w70}$ 、钒的最大强度 $I_v$ 处的距离 $P_v$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钴的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 和所述最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 示出 $P_w < P_{w70} < P_v < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系,

[0015] 所述第一区域是在所述第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,所述距离P1在X轴上从所述 $P_v$ 向所述坐标系的原点侧的距离为3nm,所述距离P2从所述 $P_v$ 向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。

### 附图说明

[0016] 图1是实施方式1所涉及的硬质合金的示意性剖视图。

[0017] 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。

[0018] 图3是硬质合金的剖面的高角散射环形暗场(HAADF:high-angle annular dark field)图像。

[0019] 图4是用于对钒原子以及铬原子存在于碳化钨的C位点这一情况的确认方法进行

说明的图。

[0020] 图5是实施方式2所涉及的切削工具的示意图。

### 具体实施方式

[0021] [本公开所要解决的问题]

[0022] 随着5G(第五代移动通信系统)的扩大,半导体封装基板的需求增大。使用小径钻头对半导体封装基板进行开孔加工。从降低成本的观点出发,在用于半导体封装基板的加工的情况下,也要求具有较长的寿命的切削工具。

[0023] 因此,本公开的目的在于提供一种在用作切削工具的材料的情况下,尤其是在半导体封装基板的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备该硬质合金的切削工具。

[0024] [本公开的效果]

[0025] 根据本公开,能够提供一种在用作切削工具的材料的情况下,尤其是在半导体封装基板的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备该硬质合金的切削工具。

[0026] [本公开的实施方式的说明]

[0027] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0028] (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,

[0029] 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,

[0030] 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,

[0031] 所述硬质合金包含0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒,

[0032] 所述硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬,

[0033] 所述结合相包含50质量%以上的钴,

[0034] 在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,沿着从设置于所述碳化钨颗粒内的位置X1起朝向设置于与所述碳化钨颗粒相邻的所述结合相内的位置X2的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距位置X1的距离、且Y轴为强度的坐标系中所得到的第一曲线图的第一区域中,

[0035] 钨的最大强度 $I_W$ 处的距离 $P_W$ 、表示所述最大强度 $I_W$ 的70%的强度 $I_{W70}$ 的最大的距离 $P_{W70}$ 、钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钴的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 和所述最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系,

[0036] 所述第一区域是在所述第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,所述距离P1在X轴上从所述 $P_V$ 向所述坐标系的原点侧的距离为3nm,所述距离P2从所述 $P_V$ 向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。

[0037] 根据本公开,能够提供一种在用作切削工具的材料的情况下,尤其是在半导体封装基板的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备该硬质合金的切削工具。

[0038] (2)也可以是,在上述(1)的基础上,位于所述 $P_V$ 的钒原子以及位于所述 $P_{Cr}$ 的铬原子存在于碳化钨的W位点。

[0039] (3)也可以是,在上述(1)或(2)的基础上,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。

[0040] (4)本公开的切削工具是具备由上述(1)至(3)中任一项所述的硬质合金构成的刀尖的切削工具。

[0041] 本公开的切削工具尤其是在用于半导体封装基板的加工的情况下,也能够具有较长的工具寿命。

[0042] [本公开的实施方式的详细内容]

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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,未必仅限于化学计量范围内的原子比。

[0046] 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。

[0047] [实施方式1:硬质合金]

[0048] 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,

[0049] 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,

[0050] 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,

[0051] 所述硬质合金包含0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒,

[0052] 所述硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬,

[0053] 所述结合相包含50质量%以上的钴,

[0054] 在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,沿着从设置于所述碳化钨颗粒内的位置X1起朝向设置于与所述碳化钨颗粒相邻的所述结合相内的位置X2的第一方向进行线分析而得到的结果示于X轴为距位置X1的距离、且Y轴为强度的坐标系中所得到的第一曲线图的第一区域中,

[0055] 钨的最大强度 $I_W$ 处的距离 $P_W$ 、表示所述最大强度 $I_W$ 的70%的强度 $I_{W70}$ 的最大的距离 $P_{W70}$ 、钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钴的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 和所述最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系,

[0056] 所述第一区域是在所述第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,所述距离P1在X轴上从所述 $P_V$ 向所述坐标系的原点侧的距离为3nm,所述距离P2从所述 $P_V$ 向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。

[0057] 实施方式1的硬质合金在用作切削工具的材料的情况下,尤其是在半导体封装基

板的加工中,也能够提供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折损性。

[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折损性。

[0060] 实施方式1的硬质合金包含0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒、且包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬。钒以及铬具有抑制碳化钨颗粒的晶粒生长的作用。进一步地,在实施方式1的硬质合金中,示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。由此,抑制碳化钨颗粒的晶粒生长的作用进一步提高。因此,在实施方式1的硬质合金中,抑制了与粗大颗粒的产生相伴的异常组织的形成,使用了硬质合金的切削工具能够具有优异的耐折损性。

[0061] <硬质合金的组成>

[0062] 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。从制造方面的观点出发,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。

[0063] 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。作为其他相的组成,可列举为TiCN、TaC。

[0064] 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%。

[0065] 实施方式1的硬质合金可以包含杂质。作为该杂质,例如可列举为钙(Ca)、硫(S)。在不损害本公开的效果的范围内允许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。

[0066] 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62体积%以上,也可以为64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99.2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60体积%以上且99.2体积%以下,也可以为64体积%以上且96体积%以下,也可以为68体积%以上且94体积%以下。

[0067] 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4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4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,因此使用硬质合金作为材料的切削工具的工具寿命进一步提高。

[0068] 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。

[0069] (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。

[0070] (B1) 使用扫描电子显微镜-能量色散型X射线分光法(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。

[0071] (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。

[0072] (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。

[0073] (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。

[0074] (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。

[0075] (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。

[0076] (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%)。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] <碳化钨颗粒>

[0080] 在实施方式1中,碳化钨颗粒包含“纯粹的WC颗粒(完全不含杂质元素的WC,也包括杂质元素的含量小于检测极限的WC)”以及“在不损害本公开的效果的范围内,在其内部有意或不可避免地含有杂质元素的WC颗粒”中的至少任一种。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。

[0081] 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0.1 $\mu\text{m}$ 以上且3.5 $\mu\text{m}$ 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。

[0082] <结合相>

[0083] 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52质量%以上,也可以为57质量%以上,也可以为60质量%以上,也可以为63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63质量%以上且98质量%以下。

[0084] 结合相的钴的含有率的测定方法如下所述。通过与上述硬质合金的碳化钨颗粒的含有率、结合相的含有率以及硬质相颗粒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。

[0085] 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。

[0086] 在实施方式1中,结合相在钴的基础上,还可以包含选自自由硼(B)、铝(Al)、硅(Si)、铁(Fe)、镍(Ni)、锆(Ge)、钌(Ru)、铼(Re)、锇(Os)、铱(Ir)以及铂(Pt)组成的群组中的至少一种第一元素。该结合相可以由钴、第一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。

[0087] <钷>

[0088] 实施方式1的硬质合金包含0.03原子%以上且0.90原子%以下的钒。从提高晶粒生长抑制效果的观点出发,硬质合金的钒的含有率的下限为0.03原子%以上,也可以为0.10原子%以上,也可以为0.20原子%以上,也可以为0.30原子%以上。从抑制粗大的(W、V)C相的析出的观点出发,硬质合金的钒的含有率的上限为0.90原子%以下,也可以为0.80原子%以下,也可以为0.70原子%以下。硬质合金的钒的含有率可以为0.10原子%以上且0.90原子%以下,也可以为0.20原子%以上且0.80原子%以下,也可以为0.30原子%以上且0.70原子%以下。

[0089] 硬质合金的钒的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0090] <铬>

[0091] 实施方式1的硬质合金包含0.01原子%以上且1.20原子%以下的铬。从提高晶粒生长抑制效果的观点出发,硬质合金的铬的含有率的下限为0.01原子%以上,也可以为0.10原子%以上,也可以为0.20原子%以上。从抑制粗大的(W、Cr)C相的析出的观点出发,硬质合金的铬的含有率的上限为1.20原子%以下,也可以为0.80原子%以下,也可以为0.70原子%以下。硬质合金的铬的含有率可以为0.10原子%以上且0.80原子%以下,也可以为0.20原子%以上且0.70原子%以下。

[0092] 硬质合金的铬的含有率通过ICP发光分析来测定。

[0093] <线分析>

[0094] 使用图2,对在实施方式1的硬质合金中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设置于碳化钨颗粒内的位置X1朝向设置于与碳化钨颗粒相邻的结合相内的位置X2的第一方向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,对硬质合金所包含的元素即钨、钴、钒以及铬进行线分析,将得到的结果示于X轴为距位置X1的距离且Y轴为强度的坐标系,由此得到第一曲线图。在图2所示的硬质合金中,结合相为钴。

[0095] 如图2所示,在第一曲线图的第一区域中,钨的最大强度 $I_W$ 处的距离 $P_W$ 、表示最大强度 $I_W$ 的70%的强度 $I_{W70}$ 的最大的距离 $P_{W70}$ 、钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钴的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 、最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。在此,第一区域是在第一曲线图中从距离P1到距离P2之间的区域,距离P1在X轴上从 $P_V$ 向坐标系的原点侧的距离为3nm,距离P2从 $P_V$ 向与所述原点相反的一侧的距离为3nm。在此,最大的距离 $P_{W70}$ 是指,在第一曲线图中存在多个表示强度 $I_{W70}$ 的距离的情况下,这些距离中的最大距离为距离 $P_{W70}$ 。在图2的第一曲线图中,表示强度 $I_{W70}$ 的距离存在四个。最小的距离 $P_{Co70}$ 是指,在第一曲线图中存在多个表示强度 $I_{Co70}$ 的距离的情况下,这些距离中的最小距离为距离 $P_{Co70}$ 。在图2的第一曲线图中,表示强度 $I_{Co70}$ 的距离存在一个。

[0096]  $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系中, $P_W < P_V < P_{Cr} < P_{Co}$ 的关系表示在包含WC颗粒与结合相的界面的第一区域中,位于距离 $P_V$ 的钒的最大浓度区域存在于比位于距离 $P_{Cr}$ 的铬的最大浓度区域更靠近WC颗粒的位置,且铬的最大浓度区域存在于比钒的最大浓度区域更靠近结合相的位置。

[0097]  $P_{W70} < P_V$ 的关系表示位于距离 $P_V$ 的钒的最大浓度区域位于WC颗粒的外侧,不位于WC颗粒的内部。 $P_{Cr} < P_{Co70}$ 的关系表示铬的最大浓度区域位于结合相的外侧,不位于结合相的

内部。由此,  $P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70}$  的关系表示钨的最大浓度区域以及钒的最大浓度区域存在于WC颗粒与结合相的界面区域。

[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:透射电子显微镜)(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, 以视野尺寸成为5nm×5nm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, 且是从设置在碳化钨颗粒内的位置X1朝向设置在碳化钨颗粒相邻的结合相内的位置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、钒、钼以及钨的分布进行测定。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 $90^\circ \pm 5^\circ$ 的角度交叉的直线的方向。实施EDX时的条件为加速电压200kV、相机长10cm、像素数 $128 \times 128$ pixel、驻留时间0.02~3s/pixel。

[0101] 将钨、钒、钼以及钨各自的测定结果示于X轴为距位置X1的距离且Y轴为强度的坐标系中, 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的第一区域中, 在示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系的情况下, 在该硬质合金的第一曲线图的第一区域中, 判断为示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。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, 确认到在这些硬质合金内的80%以上的第一曲线图中, 示出了 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系的硬质合金显示出本公开的效果。可推测, 若考虑到硬质合金的制造方法, 则WC颗粒与结合相的界面区域中的钒以及钨的存在形态在同一硬质合金内大致相同。

[0103]  $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系、硬质合金中的WC颗粒、钒的最大浓度区域、钨的最大浓度区域以及结合相的位置关系, 在硬质合金的剖面的HAADF(high-angle annular dark field)图像中也能够确认。图3是与图2的曲线图所示的硬质合金的区域相同的区域的HAADF图像。在图3所示的HAADF图像中, 原子浓度越大, 亮度越高。

[0104] 图3的W所示的图像是表示钨原子的分布的HAADF图像。在图3的W所示的图像中, 亮度最高的区域相当于WC颗粒的区域。

[0105] 图3的Cr所示的图像是表示钨原子的分布的HAADF图像。在图3的Cr所示的图像中, 亮度最高的区域相当于钨的最大浓度区域。

[0106] 图3的V所示的图像是表示钒原子的分布的HAADF图像。在图3的V所示的图像中, 亮度最高的区域相当于钒的最大浓度区域。

[0107] 图3的Co所示的图像是表示钨原子的分布的HAADF图像。在图3的Co所示的图像中,

亮度最高的区域相当于结合相的区域。

[0108] 由图3的W、Cr、V以及C的图像可以确认到如下情况:在包含WC颗粒与结合相的界面的第一区域中,钒的最大浓度区域位于比铬的最大浓度区域靠WC颗粒侧的位置,铬的最大浓度区域位于比钒的最大浓度区域靠结合相侧的位置。

[0109] 由图3的W和V的图像可以确认到如下情况:钒的最大浓度区域位于碳化钨颗粒的外侧,不位于碳化钨颗粒的内部。由图3的Cr和Co的图像可以确认到如下情况:铬的最大浓度区域位于结合相的外侧,不位于结合相的内部。由此可知,在图3所示的硬质合金中,钒的最大浓度区域以及铬的最大浓度区域存在于WC颗粒与结合相的界面区域。

[0110] 在实施方式1的硬质合金的第一曲线图的第一区域中,位于钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 的钒原子、以及位于铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 的铬原子也可以存在于碳化钨的W位点。使用图4,对其确认方法进行说明。

[0111] 图4是与图2所示的第一曲线图相同的曲线图。在第一曲线图的至少一部分中,钨的峰值沿着X轴周期性地存在。基于可明确地确认周期的部分,求出钨的峰的平均周期。基于该平均周期,在第一曲线图中记入钨的峰位置P3。在本公开中,峰位置P3相当于W位点的位置。在本公开中,在相邻的峰位置P3之间存在C位点。

[0112] 在第一曲线图中,确定钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 以及铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 。在第一曲线图中,在钨的峰位置P3与钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 重叠的情况下,确认位于 $P_V$ 的钒原子存在于碳化钨的W位点。在第一曲线图中,在钨的峰位置P3与铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 重叠的情况下,确认位于 $P_{Cr}$ 的铬原子存在于碳化钨的W位点。

[0113] 在实施方式1的硬质合金的第一曲线图的第一区域中,位于钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 的钒原子、以及位于铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 的铬原子也可以存在于碳化钨的W位点,而不存在于C位点。

[0114] <硬质合金的制造方法>

[0115] 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、烧结工序以及HIP(Hot Isostatic Pressing:热等静压加压法)工序来制造。以下,对各工序进行说明。

[0116] <准备工序>

[0117] 准备工序是准备构成硬质合金原材料的材料原料粉末的工序。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、碳化钒(VC)粉末、以及碳化铬( $Cr_3C_2$ )粉末。在这些原料粉末的基础上,还可以准备镍(Ni)粉末、碳化钨(TaC)粉末、碳氮化钛(TiCN)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 $0.1 \sim 3.0 \mu m$ 。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。

[0118] <混合工序>

[0119] 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。

[0120] 各原料粉末的混合可以使用磨碎机、球磨机以及珠磨机等以往公知的混合方法。

混合条件也可以使用以往公知的条件。混合时间例如可以设为2小时以上且20小时以下。

[0121] 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。

[0122] <成形工序>

[0123] 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(例如,圆棒形状)而得到成形体的工序。成形工序中的成形方法以及成形条件采用一般的方法以及条件即可,没有特别限制。

[0124] <烧结工序>

[0125] 烧结工序是将在成形工序中得到的成形体烧结后,进行冷却而得到硬质合金中间体的工序。本实施方式中的烧结条件如下。首先,将成形体配置在压力为2kPa的氩(Ar)气氛下,将成形体加热至900°C,在900°C下保持60分钟(以下,也记为“第一烧结”)。接着,在压力为2kPa的氩(Ar)气氛下,将成形体加热至1100°C,在1100°C下保持60分钟(以下,也记为“第二烧结”)。接着,在真空下,将成形体加热至1350°C,在1350°C下保持60分钟(以下,也记为“第三烧结”)。接着,对成形体进行冷却。例如,将成形体在Ar气中在压力100~400MPaG的条件下冷却至25°C。由此,得到硬质合金中间体。

[0126] <HIP工序>

[0127] HIP工序是对硬质合金中间体进行HIP处理的工序。本实施方式中的HIP条件如下。首先,对硬质合金中间体施加温度1250°C且压力10MPa,保持30分钟(以下,也记为“第一HIP”)。接着,对硬质合金中间体施加温度1350°C且压力200MPa,保持30分钟(以下,也记为“第二HIP”)。由此,能够得到实施方式1的硬质合金。

[0128] <本实施方式的硬质合金的制造方法的特征>

[0129] 在本实施方式中,烧结工序以包含第一烧结、第二烧结以及第三烧结的三个阶段进行。进一步地,HIP工序以包含第一HIP以及第二HIP的两个阶段进行。可推测,通过这些工序,所得到的硬质合金在其第一曲线图的第一区域中示出 $P_w < P_{w70} < P_v < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。本发明的发明人进行了深入研究,结果新发现,通过这样的烧结条件以及HIP条件,能够实现本公开的硬质合金。此外,本实施方式中使用的烧结条件以及HIP条件由于生产效率降低,因此本领域技术人员没有采用。

[0130] 在以往的一般的硬质合金的制造方法中,烧结工序以升温至预定的温度后维持预定时间这样的一个阶段进行。另外,在以往的一般的硬质合金的制造方法中,在烧结工序之后,不进行HIP工序,或者即使进行也以预定的温度以及压力维持预定时间这样的一个阶段进行。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,钒和铬被随机地配置,在该第一曲线图的第一区域中,不示出 $P_w < P_{w70} < P_v < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。

[0131] [实施方式2:切削工具]

[0132] 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向硬质合金侧的距离为0.5mm或2mm的假想的面包围的区域。

[0133] 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5所示,本实施方式的切削工具10在印刷电路板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。

[0134] 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”是指将本实施方式的硬质合金钎焊于任意的基材的预定位置而形成刀尖部的方式等。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 实施例

[0138] 通过实施例,对本实施方式进一步具体地说明。但是,本实施方式并不限于这些实施例。

[0139] [硬质合金的制作]

[0140] 按照以下的顺序制作各试样的硬质合金。

[0141] 以表1以及表2的“原料粉末”一栏中记载的比例准备WC粉末(平均粒径 $0.3\mu\text{m}$ )、Co粉末(平均粒径 $1.0\mu\text{m}$ )、VC粉末、 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ 粉末、TaC粉末、TiCN粉末,利用磨碎机进行混合而得到混合粉末。混合条件设为转速300rpm、180分钟。VC粉末、 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ 粉末、TaC粉末以及TiCN粉末的平均粒径为 $0.1\sim 3.0\mu\text{m}$ 。

[0142] 表1

试样 No.	原料粉末					
	WC	Co	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	TaC	TiCN
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%
1	91.83	0.07	0.05	0.05	-	8.00
2	89.28	0.07	2.60	0.05	-	8.00
3	90.98	0.07	0.05	0.90	-	8.00
4	99.86	0.05	0.05	0.04	-	-
5	97.71	0.05	2.20	0.04	-	-
6	99.10	0.05	0.05	0.80	-	-
7	96.30	3.00	0.50	0.20	-	-
8	92.20	6.50	0.90	0.40	-	-
9	88.50	9.50	1.40	0.60	-	-
10	85.40	12.00	1.80	0.80	-	-
11	66.91	13.00	0.05	0.04	20.00	-
12	62.46	13.00	2.50	0.04	22.00	-
13	71.05	13.00	0.05	0.90	10.00	5.00
14	86.91	13.00	0.05	0.04	-	-
15	84.56	13.00	2.40	0.04	-	-
16	86.15	13.00	0.05	0.80	-	-
17	84.10	13.00	1.80	1.10	-	-
18	85.87	13.00	0.03	1.10	-	-

[0143]

[0144] 表2

试样 No.	原料粉末					
	WC	Co	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	TaC	TiCN
	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%	质量%
101	91.83	0.07	0.05	0.05	-	8.00
102	89.28	0.07	2.60	0.05	-	8.00
103	90.98	0.07	0.05	0.90	-	8.00
104	99.86	0.05	0.05	0.04	-	-
105	97.71	0.05	2.20	0.04	-	-
106	99.10	0.05	0.05	0.80	-	-
107	96.30	3.00	0.50	0.20	-	-
108	92.20	6.50	0.90	0.40	-	-
109	88.50	9.50	1.40	0.60	-	-
110	85.40	12.00	1.80	0.80	-	-
111	66.91	13.00	0.05	0.04	20.00	-
112	62.46	13.00	2.50	0.04	22.00	-
113	71.05	13.00	0.05	0.90	10.00	5.00
114	86.91	13.00	0.05	0.04	-	-
115	84.56	13.00	2.40	0.04	-	-
116	86.15	13.00	0.05	0.80	-	-
117	80.10	17.00	2.00	0.90	-	-
118	83.40	15.90	0.20	0.50	-	-
119	64.90	6.40	0.20	0.50	28.00	-
120	85.60	13.00	0.20	1.20	-	-
121	80.30	13.00	5.70	1.00	-	-

[0145]

[0146] 接着,通过对混合粉末进行冲压成形,制作圆棒形状的成形体。接着,对成形体进行烧结后,进行冷却,得到硬质合金中间体。

[0147] 试样1~试样18的烧结条件如下。首先,将成形体配置在压力2kPa的氩(Ar)气氛下,将成形体加热至900°C,在900°C下保持60分钟(第一烧结)。接着,在压力2kPa的氩(Ar)气氛下,将成形体加热至1100°C,在1100°C下保持60分钟(第二烧结)。接着,在真空下,将成形体加热至1350°C,在1350°C下保持60分钟(第三烧结)。接着,将成形体在Ar气中、压力200MPaG的条件下冷却至25°C。由此,得到硬质合金中间体。

[0148] 试样101~试样121的烧结条件如下所述。将成形体在真空中加热至1350°C,在1350°C下保持60分钟。接着,将硬质合金中间体在Ar气中在压力400kPaG的条件下冷却至25°C。由此,得到硬质合金中间体。

[0149] 接着,对硬质合金中间体进行HIP处理,得到各试样的硬质合金。

[0150] 试样1~试样18的HIP条件如下。首先,对硬质合金中间体施加温度1250°C且压力

10MPa,保持30分钟(第一HIP)。接着,对硬质合金中间体,施加温度1350°C且压力200MPa,保持30分钟(第二HIP)。由此,得到试样1~试样18的硬质合金。

[0151] 试样101~试样121的HIP条件如下。对硬质合金中间体施加温度1300°C且压力10MPa,保持60分钟。由此,得到试样101~试样121的硬质合金。

[0152] [切削工具的制作]

[0153] 对由所得到的硬质合金构成的圆棒进行加工,制作出刃直径 $\phi 0.15\text{mm}$ 的印刷电路板基板加工用钻头(PCB(Printed Circuit Board)钻头)。

[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3以及表4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3以及表4的“硬质合金”的“WC颗粒+结合相含有率”一栏。在表3以及表4中,确认到“WC颗粒+结合相含有率”一栏低于100体积%的硬质合金含有TiCN、TiC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3以及表4的“硬质合金”的“结合相中的Co含有率”一栏。在表3以及表4中,确认到“结合相中的Co含有率”一栏低于100质量%的结合相含有Ni等不可避免的杂质。

[0159] <硬质合金的钒的含有率以及铬的含有率>

[0160] 在各试样的硬质合金中,对硬质合金的钒的含有率以及铬的含有率进行测定。具体的测定方法如实施方式1所述。将结果示于表3以及表4的“硬质合金”的“V含有率”以及“Cr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,确认钨的最大强度 $I_W$ 处的距离 $P_W$ 、表示最大强度 $I_W$ 的70%的强度 $I_{W70}$ 的最大的距离 $P_{W70}$ 、钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 、铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 、表示钨的最大强度 $I_{Co}$ 的70%的强度 $I_{Co70}$ 的最小的距离 $P_{Co70}$ 、以及最大强度 $I_{Co}$ 处的距离 $P_{Co}$ 是否示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。将结果示于表3以及表4的“峰顺序”一栏。“是”是指示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系,“否”表示不示出 $P_W < P_{W70} < P_V < P_{Cr} < P_{Co70} < P_{Co}$ 的关系。

[0163] 基于各试样的第一曲线图,利用实施方式1中记载的方法,确认了位于钒的最大强度 $I_V$ 处的距离 $P_V$ 的钒原子、以及位于铬的最大强度 $I_{Cr}$ 处的距离 $P_{Cr}$ 的铬原子的存在位点。将结果示于表3以及表4的“V、Cr存在位点”一栏。在“V、Cr存在位点”一栏中,“W”表示钒原子以及铬原子存在于碳化钨的W位点。在“V、Cr存在位点”一栏中,“W、C”表示钒原子以及铬原子存在于碳化钨的W位点以及C位点双方。

[0164] 表3

试样 No.	硬质合金								切削 试验
	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	V 含有率	Cr 含有率	峰 顺序	V,Cr 存在 位点	钻头 折损数
	体积%	体积%	体积%	质量%	原子%	原子%	是/否		
1	79.9	0.1	80.0	50.0	0.04	0.02	是	W	2
2	79.9	0.1	80.0	50.0	0.04	0.82	是	W	1
3	79.9	0.1	80.0	50.0	0.78	0.02	是	W	1
4	99.9	0.1	100.0	50.0	0.03	0.02	是	W	1
5	99.9	0.1	100.0	50.0	0.04	0.69	是	W	0
6	99.9	0.1	100.0	50.0	0.69	0.02	是	W	0
7	95.0	5.0	100.0	100.0	0.17	0.15	是	W	0
8	90.0	10.0	100.0	100.0	0.35	0.28	是	W	0
9	85.0	15.0	100.0	100.0	0.52	0.43	是	W	0
10	82.0	18.0	100.0	100.0	0.69	0.56	是	W	0
11	60.0	20.0	80.0	50.0	0.03	0.02	是	W	1
12	60.0	20.0	80.0	50.0	0.03	0.78	是	W	0
13	60.0	20.0	80.0	50.0	0.78	0.02	是	W	0
14	80.0	20.0	100.0	100.0	0.03	0.02	是	W	0
15	80.0	20.0	100.0	100.0	0.03	0.74	是	W	0
16	80.0	20.0	100.0	100.0	0.68	0.02	是	W	0
17	80.0	20.0	100.0	100.0	0.90	1.20	是	W	0
18	80.0	20.0	100.0	100.0	0.90	0.01	是	W	0

[0165]

[0166] 表4

[0167]

试样 No.	硬质合金								切削 试验
	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	V 含有率	Cr 含有率	峰 顺序	V,Cr 存在 位点	钻头 折损数
	体积%	体积%	体积%	质量%	原子%	原子%	是/否		
101	79.9	0.1	80.0	50.0	0.04	0.02	否	W,C	9
102	79.9	0.1	80.0	50.0	0.04	0.82	否	W,C	8
103	79.9	0.1	80.0	50.0	0.78	0.02	否	W,C	7
104	99.9	0.1	100.0	50.0	0.03	0.02	否	W,C	7
105	99.9	0.1	100.0	50.0	0.04	0.69	否	W,C	6
106	99.9	0.1	100.0	50.0	0.69	0.02	否	W,C	6
107	95.0	5.0	100.0	100.0	0.17	0.15	否	W,C	7
108	90.0	10.0	100.0	100.0	0.35	0.28	否	W,C	7
109	85.0	15.0	100.0	100.0	0.52	0.43	否	W,C	7
110	82.0	18.0	100.0	100.0	0.69	0.56	否	W,C	7
111	60.0	20.0	80.0	50.0	0.03	0.02	否	W,C	8
112	60.0	20.0	80.0	50.0	0.03	0.78	否	W,C	6
113	60.0	20.0	80.0	50.0	0.78	0.02	否	W,C	6
114	80.0	20.0	100.0	100.0	0.03	0.02	否	W,C	6
115	80.0	20.0	100.0	100.0	0.03	0.74	否	W,C	6
116	80.0	20.0	100.0	100.0	0.68	0.02	否	W,C	6
117	75.0	25.0	100.0	100.0	0.78	0.62	否	W,C	6
118	75.0	25.0	100.0	100.0	0.43	0.06	否	W,C	6
119	60.0	10.0	70.0	100.0	0.43	0.06	否	W,C	7
120	80.0	20.0	100.0	100.0	1.03	0.06	否	W,C	7
121	80.0	20.0	100.0	100.0	0.89	1.81	否	W,C	7

[0168] [切削工具的评价]

[0169] &lt;切削试验&gt;

[0170] 使用各试样的PCB钻头,进行市售的半导体封装用的印刷电路基板的开孔加工,对工具寿命进行评价。印刷电路板是将三张厚度为0.4mm的基板重叠而成的。开孔加工的条件设为转速150krpm、进给速度3m/min、拉拔速度25m/min。准备10根各试样PCB钻头,用各个钻头进行开孔加工,计数到10000hit为止折损的钻头的数量。将结果示于表3以及表4的“切削试验”的“钻头折损数”一栏。钻头折损数越少,表示钻头的耐折损性越优异,工具寿命越长。

[0171] &lt;考察&gt;

[0172] 试样1~试样18的硬质合金以及切削工具相当于实施例。试样101~试样121的硬质合金以及切削工具相当于比较例。确认到试样1~试样18(实施例)的切削工具的工具寿命比试样101~试样121(比较例)的切削工具长。推测这是由于试样1~试样16的硬质合金

具有优异的耐折损性。

[0173] 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。

[0174] 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。

[0175] 附图标记说明

[0176] 1:碳化钨颗粒;2:结合相;3:硬质合金;10:切削工具;11:刀尖。

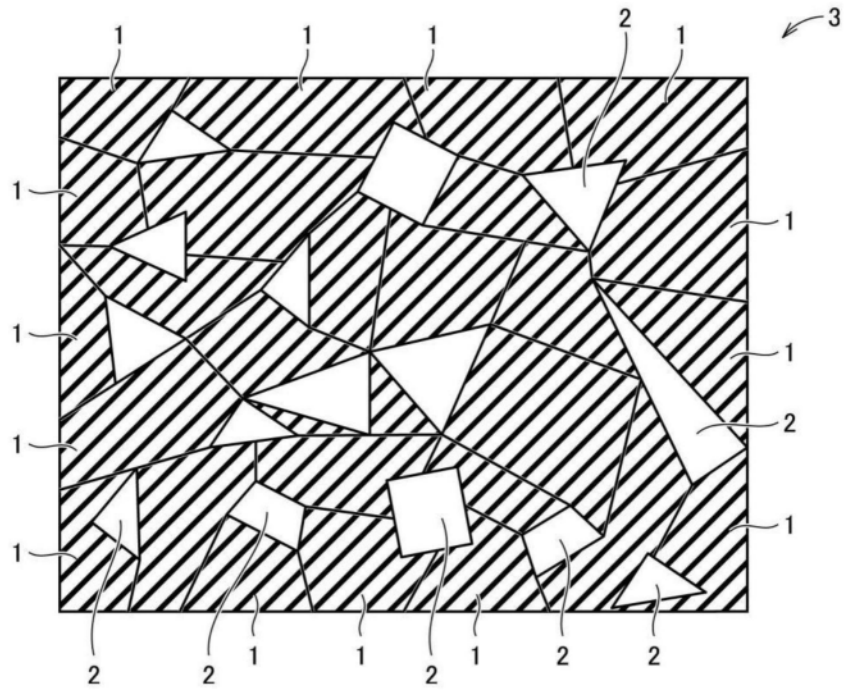


图1

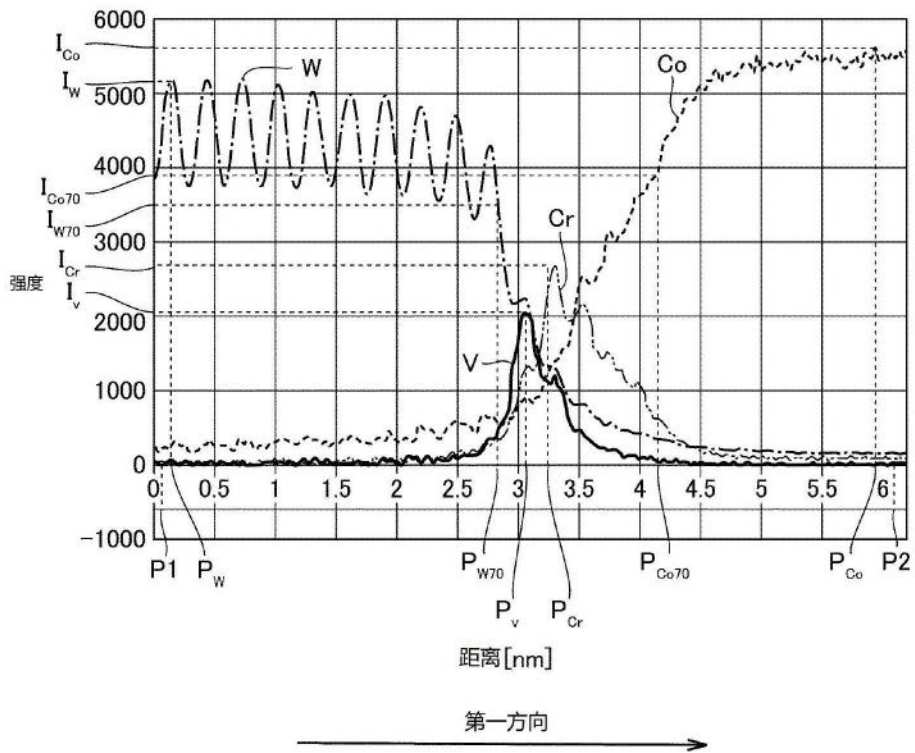


图2

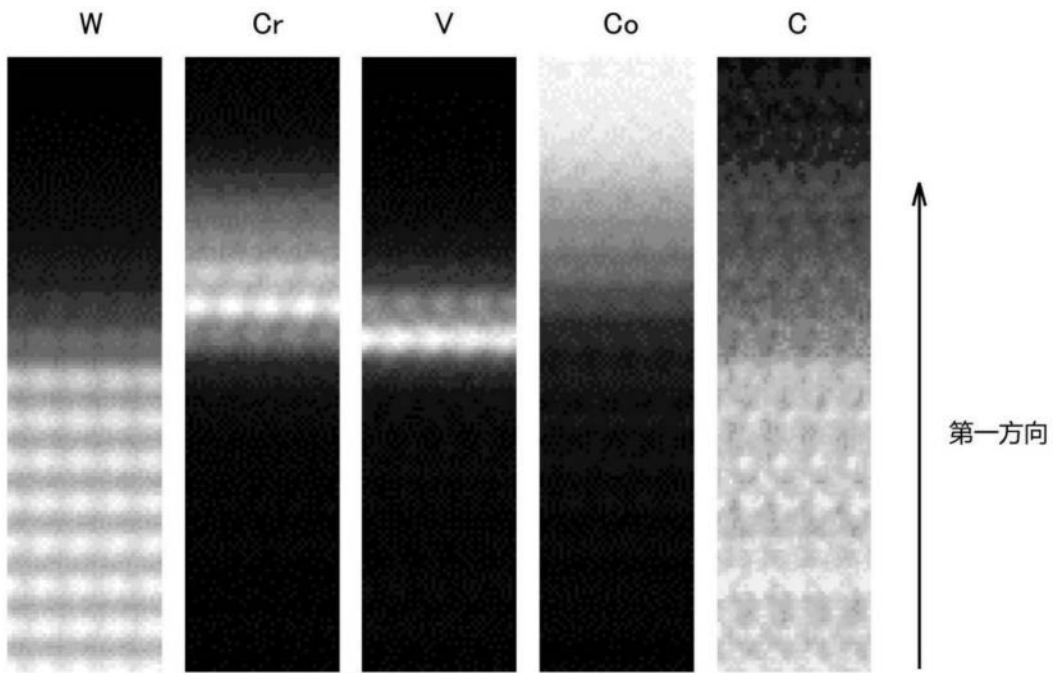


图3

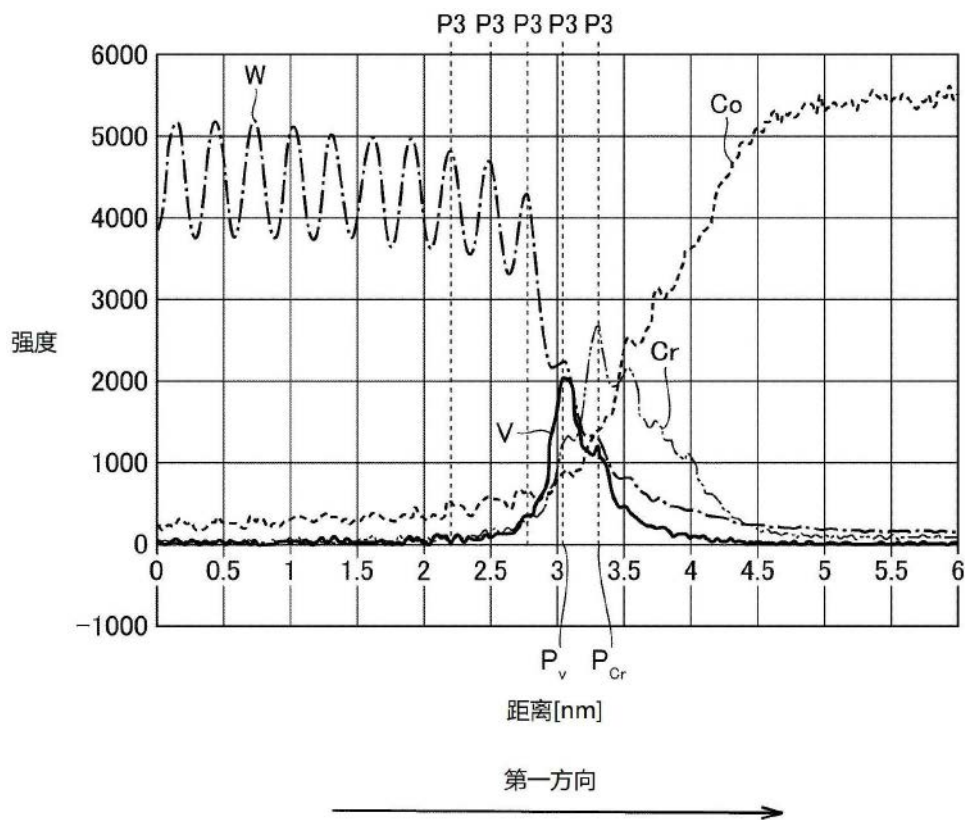


图4

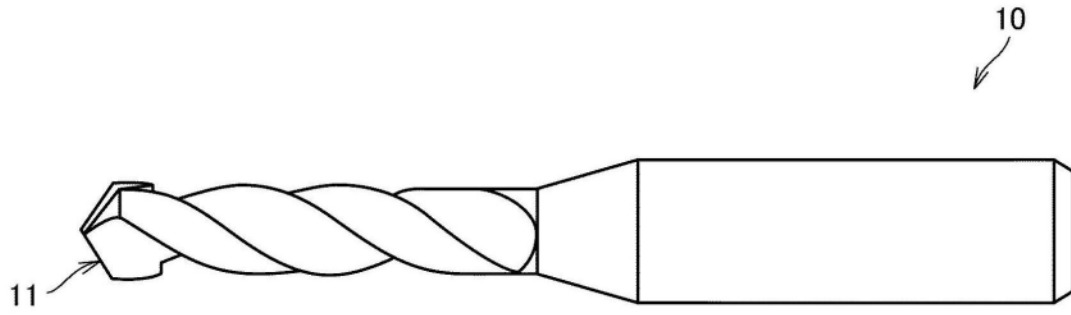


图5