



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202513820 A

(43) 公開日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：113129381

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 06 日

(51) Int. Cl. :

C22C29/08 (2006.01)

B23B27/14 (2006.01)

(30) 優先權：2023/09/26

世界智慧財產權組織

PCT/JP2023/035014

(71) 申請人：日商住友電氣工業股份有限公司 (日本) SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.
(JP)

日本

(72) 發明人：城戶保樹 KIDO, YASUKI (JP)；木村好博 KIMURA, YOSHIHIRO (JP)；帕索斯
阿儂薩克 PASEUTH, ANONGSACK (LA)；荻原寬之 OGIWARA, HIROYUKI (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：2 共 33 頁

(54) 名稱

超硬合金及切削工具

(57) 摘要

本發明之超硬合金係具備複數個碳化鎢粒子、及結合相者，且上述超硬合金包含合計 89 體積%以上之上述碳化鎢粒子及上述結合相，上述超硬合金包含 1.8 體積%以上 20 體積%以下之上述結合相，上述結合相包含 80 質量%以上之鈷，上述超硬合金包含距表面之距離為 15 μm 以內之第 1 區域、及距表面之距離超過 15 μm 之第 2 區域，比 R1 與比 R2 之比 R1/R2 為 1.8 以下，上述比 R1 係上述第 1 區域之結合相中之具有 hcp 結構之鈷之面積 S1 (hcp) 相對於上述面積 S1 (hcp) 及具有 fcc 結構之鈷之面積 S1 (fcc) 之合計的比，上述比 R2 係上述第 2 區域之上述結合相中之具有 hcp 結構之鈷之面積 S2 (hcp) 相對於上述面積 S2 (hcp) 及具有 fcc 結構之鈷之面積 S2 (fcc) 之合計的比。

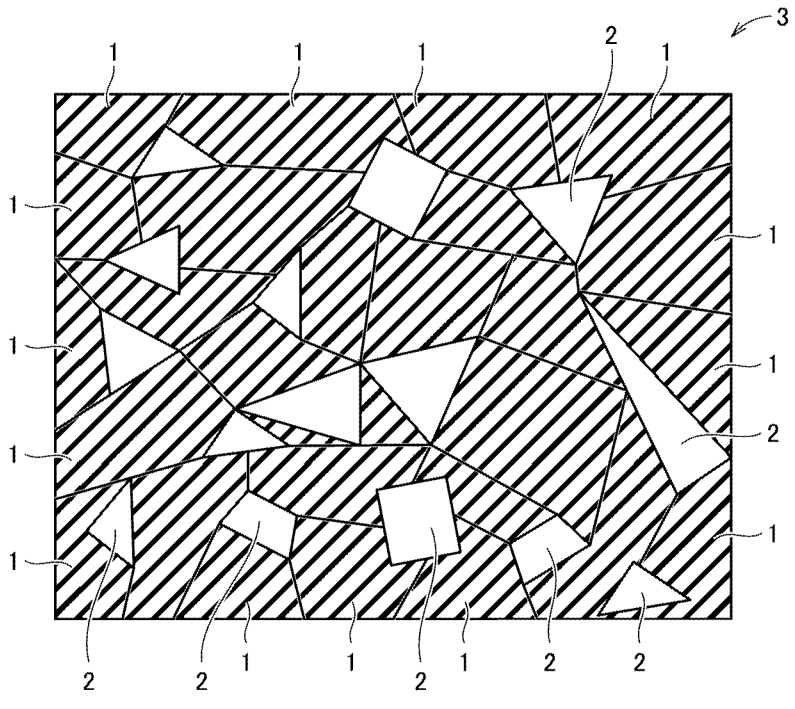
指定代表圖：

符號簡單說明：

1:碳化鎢粒子

2:結合相

3:超硬合金



【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

超硬合金及切削工具

【中文】

本發明之超硬合金係具備複數個碳化鎢粒子、及結合相者，且上述超硬合金包含合計89體積%以上之上述碳化鎢粒子及上述結合相，上述超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之上述結合相，上述結合相包含80質量%以上之鈷，上述超硬合金包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係上述第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於上述面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係上述第2區域之上述結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S2_{(hcp)}$ 相對於上述面積 $S2_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S2_{(fcc)}$ 之合計的比。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:碳化鎢粒子
- 2:結合相
- 3:超硬合金

【發明說明書】

【中文發明名稱】

超硬合金及切削工具

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種超硬合金及切削工具。

【先前技術】

【0002】

先前，具備複數個碳化鎢粒子、及結合相之超硬合金被用於切削工具之材料(專利文獻1)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2004-131769號公報

【發明內容】

【0004】

本發明之超硬合金係具備複數個碳化鎢粒子、及結合相者，且上述超硬合金包含合計89體積%以上之上述碳化鎢粒子及上述結合相，

上述超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述結合相包含80質量%以上之鈷，

上述超硬合金包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，

比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係上述第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於上述面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係上述第2區域之上述結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S2_{(hcp)}$ 相對於上述面積 $S2_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S2_{(fcc)}$ 之合計的比。

【圖式簡單說明】

【0005】

圖1係實施方式1之超硬合金之模式性剖視圖。

圖2係實施方式2之切削工具之模式圖。

【實施方式】

【0006】

[本發明所欲解決之問題]

近年來，於切削加工中，被切削材料越來越難削，切削工具之使用條件變得嚴酷。因此，對於用作切削工具之基材之超硬合金亦要求提高各種特性。業界尋求一種尤其是於用作高硬度材料之斷續加工用切削工具之材料之情形時亦能夠延長工具之壽命的超硬合金及具備其之切削工具。

【0007】

[本發明之效果]

根據本發明，可提供一種尤其是於用作高硬度材料之斷續加工用切削工具之材料之情形時亦能夠延長工具之壽命的超硬合金及具備其之切削工具。

【0008】

[本發明之實施方式之說明]

首先，列出本發明之實施方式進行說明。

(1)本發明之超硬合金係具備複數個碳化鎢粒子、及結合相者，且上述超硬合金包含合計89體積%以上之上述碳化鎢粒子及上述結合相，

上述超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述結合相包含80質量%以上之鈷，

上述超硬合金包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，

比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係上述第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積S1_(hcp)相對於上述面積S1_(hcp)及具有fcc結構之鈷之面積S1_(fcc)之合計的比，上述比R2係上述第2區域之上述結合相中之具有hcp結構之鈷之面積S2_(hcp)相對於上述面積S2_(hcp)及具有fcc結構之鈷之面積S2_(fcc)之合計的比。

【0009】

根據本發明，可提供一種尤其是於用作高硬度材料之斷續加工用切削工具之材料之情形時亦能夠延長工具之壽命的超硬合金。

【0010】

(2)於上述(1)中，上述比R1/R2可為1.2以上1.5以下。藉此，超硬合金之結合相之耐變形性與強度之平衡性提昇，具備該超硬合金之切削工具能夠具有更長之工具壽命。

【0011】

(3)於上述(1)或(2)中，上述結合相可進而包含選自由矽、磷、鍺、錫、銻、釷、鐵、銻、及鉑所組成之群中之至少1種第1元素。藉此，超硬

合金之結合相之耐變形性與強度之平衡性提昇，具備該超硬合金之切削工具能夠具有更長之工具壽命。

【0012】

(4)於上述(3)中，上述第1元素之質量M1相對於上述第1元素之質量M1及鈷之質量M2之合計M1 + M2的百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 可為1%以上6%以下。藉此，結合相能夠兼具更優異之硬度及更優異之韌性，因此具備包含該結合相之超硬合金之切削工具能夠具有更長之工具壽命。

【0013】

(5)本發明之切削工具係具備包含如上述(1)至(4)中任一項所記載之超硬合金之刃尖者。

【0014】

根據本發明，可提供一種尤其是在用於高硬度材料之斷續加工之情形時亦具有較長之工具壽命的切削工具。

【0015】

[本發明之實施方式之詳細情況]

以下，參照圖式，對本發明之超硬合金及切削工具之具體例進行說明。於本發明之圖式中，同一參照符號表示同一部分或相當部分。又，長度、寬度、厚度、深度等尺寸關係適當變更以便使圖式清晰化及簡化，不一定表示實際之尺寸關係。

【0016】

於本發明中，「A～B」之形式之記法意指範圍之上限下限(即A以上B以下)，於在A中不記載單位且僅在B中記載有單位之情形時，A之單位與B之單位相同。

【0017】

於本發明中以化學式表示化合物等之情形時，在不特別限定原子比時，包含先前公知之所有原子比，不應必須僅限定於化學計量範圍者。

【0018】

於本發明中，在分別記載有1個以上之數值作為數值範圍之下限及上限之情形時，亦揭示有下限所記載之任意1個數值與上限所記載之任意1個數值之組合。例如，於記載有a1以上、b1以上、c1以上作為下限，記載有a2以下、b2以下、c2以下作為上限之情形時，揭示有a1以上a2以下、a1以上b2以下、a1以上c2以下、b1以上a2以下、b1以上b2以下、b1以上c2以下、c1以上a2以下、c1以上b2以下、c1以上c2以下。

【0019】**[實施方式1：超硬合金]**

使用圖1，對本發明之一實施方式之超硬合金進行說明。

本發明之一實施方式(以下，亦記作「實施方式1」)之超硬合金3係具備複數個碳化鎢粒子1、及結合相2者，且

超硬合金3包含合計89體積%以上之碳化鎢粒子1及結合相2，

超硬合金3包含1.8體積%以上20體積%以下之結合相2，

結合相2包含80質量%以上之鈷，

超硬合金3包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，

比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係第1區域之結合相2中之具有hcp結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係第2區域之結合相2中之具有hcp結

構之鈷之面積 $S_{2(hcp)}$ 相對於面積 $S_{2(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S_{2(fcc)}$ 之合計的比。

【0020】

實施方式1之超硬合金可提供一種尤其是於用作高硬度材料之斷續加工用切削工具之材料之情形時亦能夠延長工具之壽命的超硬合金及具備其之切削工具。其理由雖不明確，但推測如下。

【0021】

實施方式1之超硬合金具備複數個碳化鎢粒子(以下，亦記作「WC粒子」)、及結合相，超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率為89體積%以上。藉此，超硬合金能夠具有較高之硬度及強度，具備該超硬合金之切削工具能夠具有優異之耐磨耗性及耐缺損性。

【0022】

實施方式1之超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之結合相，結合相包含80質量%以上之鈷。藉此，超硬合金能夠具有較高之硬度及強度，具備該超硬合金之切削工具能夠具有優異之耐磨耗性及耐缺損性。

【0023】

於實施方式1之超硬合金中，比R1與比R2之比 $R1/R2$ 為1.8以下，上述比R1係第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S_{1(hcp)}$ 相對於面積 $S_{1(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S_{1(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係第2區域之上述結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S_{2(hcp)}$ 相對於面積 $S_{2(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S_{2(fcc)}$ 之合計的比。超硬合金之表面側之第1區域之結合相中之hcp結構之比率大於超硬合金之內部側之第2區域，因此超硬合金之表面側之結合相之耐變形性提高。藉此，具備該超硬合金之切削工具之

切削初期之耐塑性變形性提高。超硬合金之內部側之第2區域之結合相中之fcc結構之比率大於第1區域，因此使超硬合金之內部側之強度提高。藉此，具備該超硬合金之切削工具即便於隨著切削而超硬合金之內部露出之情形時，亦能夠具有優異之疲勞強度。實施方式1之超硬合金之結合相之耐變形性與強度之平衡性提昇，具備該超硬合金之切削工具之高硬度材料之斷續加工等高負載加工下之耐缺損性提高，能夠具有較長之工具壽命。

【0024】

<超硬合金之組成>

實施方式1之超硬合金包含合計89體積%以上之碳化鎢粒子及結合相。藉此，能夠提高超硬合金之硬度。超硬合金可包含合計89體積%以上100體積%以下之碳化鎢粒子及結合相，可包含合計90體積%以上100體積%以下之碳化鎢粒子及結合相，可包含合計91體積%以上100體積%以下之碳化鎢粒子及結合相，或者亦可包含合計92體積%以上100體積%以下之碳化鎢粒子及結合相。

【0025】

實施方式1之超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之結合相。藉此，能夠提高超硬合金之硬度及韌性。超硬合金之結合相之含有率可為2.0體積%以上19.0體積%以下，可為3.0體積%以上18.0體積%以下，或者亦可為4.0體積%以上17.0體積%以下。

【0026】

實施方式1之超硬合金可包含複數個碳化鎢粒子、及結合相。於該情形時，在不損害本發明之效果之範圍內，超硬合金可包含雜質。

【0027】

超硬合金除了包含碳化鎢粒子及結合相以外，還可包含其他相(無圖示)。作為其他相，可例舉包含選自由鈦(Ti)、鉭(Ta)、鈮(Nb)、鋯(Zr)、鉿(Hf)及鉬(Mo)所組成之群中之至少1種元素之碳化物、氮化物或碳氮化物。其他相之組成例如亦可為選自由TiCN、TaC、NbC、ZrC、HfC、Cr₃C₂及Mo₂C所組成之群中之至少1種。

【0028】

實施方式1之超硬合金可包含碳化鎢粒子、結合相、及其他相。於該情形時，在不損害本發明之效果之範圍內，超硬合金可包含雜質。

【0029】

超硬合金之其他相之含有率係於不損害本發明之效果之範圍內容許。例如，超硬合金之其他相之含有率可為0體積%以上11體積%以下，可超過0體積%且為11體積%以下，可超過0體積%且為7體積%以下，或者亦可超過0體積%且為4體積%以下。

【0030】

實施方式1之超硬合金可包含雜質。作為雜質，例如可例舉：鐵(Fe)、鈣(Ca)、矽(Si)、硫(S)。超硬合金之雜質之含有率係於不損害本發明之效果之範圍內容許。例如，超硬合金之雜質之含有率可為0質量%以上且未達0.1質量%。超硬合金之雜質之含有率係藉由ICP發光分析(Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy，感應耦合電漿發光分析)而測定。測定裝置可使用島津製作所製造之「ICPS-8100」(商標)。

【0031】

實施方式1之超硬合金之碳化鎢粒子之含有率可為67體積%以上98.2體積%以下，可為70體積%以上97體積%以下，或者亦可為75體積%以上

96體積%以下。

【0032】

超硬合金之碳化鎢粒子之含有率(體積%)及超硬合金之結合相之含有率(體積%)之測定方法如下所述。

【0033】

(A1)將超硬合金之任意位置切下而使截面露出。利用截面拋光儀(日本電子公司製造)對該截面進行鏡面加工。

【0034】

(B1)針對超硬合金之鏡面加工面，使用掃描式電子顯微鏡所附帶之能量色散型X射線光譜裝置(SEM-EDX)進行分析(裝置：Carl Zeiss公司製造之「Gemini450」(商標))，特定出超硬合金所包含之元素。

【0035】

(C1)利用掃描式電子顯微鏡(SEM)對超硬合金之鏡面加工面進行拍攝，獲得反射電子圖像。拍攝區域設定為超硬合金之截面之中央部、即不包含超硬合金之表面附近等性狀明顯與主體部分不同之部分的位置(攝像區域全部成為超硬合金之主體部分的位置)。觀察倍率為5000倍。測定條件為加速電壓3 kV、電流值2 nA、工作距離(WD)5 mm。

【0036】

(D1)針對上述(C1)之拍攝區域，使用SEM-EDX進行分析，特定出該拍攝區域中之上述(B1)中所特定出之元素之分佈，獲得元素映射圖像。

【0037】

(E1)將上述(C1)中所獲得之反射電子圖像導入電腦，使用圖像解析軟體(OpenCV、SciPy)進行二值化處理。於二值化處理後之圖像中，碳化

鎢粒子以白色表示，結合相以灰色～黑色表示。再者，二值化之閾值因對比度而變化，因此對每個圖像進行設定。

【0038】

(F1)藉由將上述(D1)中所獲得之元素映射圖像與上述(E1)中所獲得之二值化處理後之圖像重疊，於該二值化處理後之圖像上特定出碳化鎢粒子及結合相各自之存在區域。具體而言，於二值化處理後之圖像中以白色表示並且於元素映射圖像中存在鎢(W)及碳(C)之區域相當於碳化鎢粒子之存在區域。於二值化處理後之圖像中以灰色～黑色表示並且於元素映射圖像中存在鈷(Co)之區域相當於結合相之存在區域。

【0039】

(G1)於上述二值化處理後之圖像中設定 $24.9\ \mu\text{m} \times 18.8\ \mu\text{m}$ 之矩形測定視野。使用上述圖像解析軟體，將該測定視野整體之面積作為分母，測定碳化鎢粒子及結合相各自之面積百分率。

【0040】

(H1)於5個互不重疊之不同之測定視野中進行上述(G1)之測定。於本發明中，5個測定視野中之碳化鎢粒子之面積百分率之平均相當於超硬合金之碳化鎢粒子之含有率(體積%)，5個測定視野中之結合相之面積百分率之平均相當於超硬合金之結合相之含有率(體積%)。

【0041】

於超硬合金除了包含WC粒子及結合相以外還包含其他相之情形時，超硬合金之其他相之含有率可藉由自超硬合金整體(100體積%)減去按上述順序測得之碳化鎢粒子之含有率(體積%)及結合相之含有率(體積%)而獲得。

【0042】

確認到只要於同一試樣中進行測定，則即便任意地設定超硬合金之截面之切下部位、上述(C1)所記載之拍攝區域、上述(G1)所記載之測定視野，按照上述順序進行複數次超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之測定，測定結果亦幾乎無差異。

【0043】

實施方式1之超硬合金可包含1質量%以上之鈷。超硬合金之鈷含有率可為1.0質量%以上20質量%以下，可為2.0質量%以上15質量%以下，或者亦可為3.0質量%以上12質量%以下。

【0044】

超硬合金之鈷之含有率之測定方法如下所述。利用與上述超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之測定方法之(A1)~(D1)相同之方法，使用SEM-EDX進行分析，獲得元素映射圖像。基於元素映射圖像，特定出超硬合金中之鈷之區域，測定鈷之含有率。於5個互不重疊之不同之拍攝區域中進行該測定。於本發明中，5個拍攝區域中之鈷之含有率之平均相當於超硬合金之鈷之含有率。

【0045】

確認到只要於同一試樣中進行測定，則即便任意地設定超硬合金之截面之切下部位、上述(C1)所記載之拍攝區域，按照上述順序進行複數次超硬合金之鈷之含有率之測定，測定結果亦幾乎無差異。

【0046】

<碳化鎢粒子>

於實施方式1之超硬合金中，碳化鎢粒子包含「純WC粒子(不含有任

何雜質元素之WC，亦包括雜質元素之含量未達檢測極限之WC)」及「在不損害本發明之效果之情況下，於其內部刻意地或不可避免地含有雜質元素之WC粒子」之至少任一者。碳化鎢粒子之雜質之含有率(於構成雜質之元素為2種以上之情形時，為其等之合計濃度)未達0.1質量%。碳化鎢粒子之雜質元素之含有率係藉由ICP發光分析而測定。

【0047】

於實施方式1中，碳化鎢粒子之平均粒徑並無特別限制。碳化鎢粒子之平均粒徑例如可設為0.1 μm 以上3.5 μm 以下。確認到實施方式1之超硬合金不論碳化鎢粒子之平均粒徑為何，於用作切削工具之材料之情形時均能夠延長工具之壽命。

【0048】

<結合相>

於實施方式1之超硬合金中，結合相包含80質量%以上之鈷。藉此，超硬合金能夠具有優異之韌性。結合相之鈷含有率可為80質量%以上100質量%以下，可為80質量%以上且未達100質量%，亦可為90質量%以上且未達100質量%。

【0049】

結合相之鈷之含有率之測定方法如下所述。利用與上述超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之測定方法之(A1)~(E1)相同之方法，獲得元素映射圖像及二值化處理後之圖像。藉由將元素映射圖像與二值化處理後之圖像重疊，於元素映射圖像中特定出結合相之存在區域。於元素映射圖像之圖像中設定24.9 μm ×18.8 μm 之矩形之1個測定視野。於測定視野中之結合相之存在區域中測定鈷含有率。於5個互不重疊之不同之

測定視野中進行上述測定。於本發明中，5個測定視野中之結合相之存在區域中之鈷含有率之平均相當於結合相之鈷含有率。

【0050】

確認到只要於同一試樣中進行測定，則即便任意地設定超硬合金之截面之切下部位、上述(C1)所記載之拍攝區域、及上述測定視野，按照上述順序進行複數次結合相之鈷含有率之測定，測定結果亦幾乎無差異。

【0051】

於實施方式1之超硬合金中，結合相亦可進而包含選自由矽、磷、鍺、錫、銻、鈦、鐵、銻、及鉑所組成之群中之至少1種第1元素。藉此，結合相之耐變形性提高。

【0052】

結合相包含第1元素係按以下順序確認。利用與上述超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之測定方法之(A1)~(E1)相同之方法，獲得元素映射圖像及二值化處理後之圖像。藉由將元素映射圖像與二值化處理後之圖像重疊，於元素映射圖像中特定出結合相之存在區域。確認到於元素映射中，在結合相之存在區域中存在第1元素之情形時，結合相包含第1元素。

【0053】

於實施方式1之超硬合金之結合相中，第1元素之質量M1相對於第1元素之質量M1及鈷之質量M2之合計M1 + M2的百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 可為1%以上6%以下。此處，M1及M2之單位相同。藉此，結合相能夠兼具更優異之硬度及更優異之韌性，因此具備包含該結合相之超硬合金之切削工具能夠具有更長之工具壽命。此處，於結合相包含2種以

上之第1元素之情形時，第1元素之質量M1意指所有種類之第1元素之合計質量。百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 可為2%以上5%以下，亦可為3%以上4%以下。

【0054】

上述百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 之測定方法如下所述。利用與上述超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之測定方法之(A1)～(E1)相同之方法，獲得元素映射圖像及二值化處理後之圖像。藉由將元素映射圖像與二值化處理後之圖像重疊，於元素映射圖像中特定出結合相之存在區域。於元素映射圖像之圖像中設定 $24.9 \mu\text{m} \times 18.8 \mu\text{m}$ 之矩形之1個測定視野。於測定視野中之結合相之存在區域中，算出第1元素之質量m1相對於第1元素之質量m1及鈷之質量m2之合計m1 + m2的百分率 $\{m1/(m1 + m2)\} \times 100$ 。於5個互不重疊之不同之測定視野中進行上述測定。於本發明中，5個測定視野中之百分率 $\{m1/(m1 + m2)\} \times 100$ 之平均相當於超硬合金之結合相中之「百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 」。

【0055】

確認到只要於同一試樣中進行測定，則即便任意地設定超硬合金之截面之切下部位、上述(C1)所記載之拍攝區域、及上述測定視野，按照上述順序進行複數次百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 之測定，測定結果亦幾乎無差異。

【0056】

於實施方式1之超硬合金中，結合相除了包含鈷及第1元素以外，還可包含選自由鐵、鎳、及鉻所組成之群中之至少1種第2元素。該結合相可包含鈷、第1元素、及第2元素。該結合相可包含鈷、第1元素、第2元

素、及不可避免之雜質。作為該不可避免之雜質，例如可例舉：鐵、鎳、硫等。

【0057】

<比R1/R2>

實施方式1之超硬合金包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係第1區域之結合相中之具有hcp(六方最密)結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc(面心立方)結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係第2區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S2_{(hcp)}$ 相對於面積 $S2_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S2_{(fcc)}$ 之合計的比。比R1由 $S1_{(hcp)}/(S1_{(hcp)} + S1_{(fcc)})$ 表示，比R2由 $S2_{(hcp)}/(S2_{(hcp)} + S2_{(fcc)})$ 表示。面積 $S1_{(hcp)}$ 、面積 $S1_{(fcc)}$ 、面積 $S2_{(hcp)}$ 及面積 $S2_{(fcc)}$ 之單位相同。

【0058】

R1/R2可為1.2以上1.8以下，可為1.2以上1.7以下，可為1.2以上1.6以下，可為1.2以上1.5以下，可為1.2以上1.4以下，或者亦可為1.2以上1.3以下。

【0059】

R1可為0.5以上1.0以下，可為0.6以上0.9以下，或者亦可為0.7以上0.8以下。若比R1為0.5以上1.0以下，則切削工具之切削初期之耐塑性變形性提高。

【0060】

R2可為0.3以上0.6以下，可為0.35以上0.55以下，或者亦可為0.4以上0.5以下。若比R2為0.3以上0.6以下，則切削工具之疲勞強度提高。

【0061】

於本發明中，R1/R2係按以下順序測定。

【0062】

(A2)將超硬合金沿著其主面之法線切下，使截面露出。於超硬合金之表面不具有平面區域之情形時，自表面上之任意點沿著朝向超硬合金之重心之方向切下，使截面露出。利用截面拋光儀(日本電子公司製造)對該截面進行鏡面加工。

【0063】

(B2)使用具備背向散射電子繞射裝置(EBSD裝置：Oxford公司製造「Symmetry」(商標))之掃描式電子顯微鏡(SEM裝置：Carl Zeiss公司製造「Gemini450」(商標))對超硬合金之鏡面加工面進行觀察。對所獲得之觀察圖像進行EBSD解析。觀察圖像係以包含被超硬合金之表面與自表面朝向超硬合金之內部側之距離為50 μm 之假想面夾著之區域的方式獲取。於觀察圖像中，於距表面之距離為15 μm 以內之第1區域中設定11.5 μm ×8.5 μm 之矩形之第1測定視野。於觀察圖像中，於距表面之距離超過15 μm 之第2區域中設定11.5 μm ×8.5 μm 之矩形之第2測定視野。觀察倍率設為10,000倍。測定條件設為加速電壓15 kV、電流值20 nA、0.02 μm /步進、曝光時間1.5~3 ms、測定時間10~20分鐘小時。

【0064】

(C2)使用市售之軟體(Oxford公司製造「AZtecCrystal」(商標))對上述EBSD解析結果進行分析，於第1測定視野及第2測定視野中分別特定出結合相所包含之鈷之結晶結構，獲得色彩圖。此處特定出之鈷之結晶結構係於自該鏡面加工面之法線方向俯視超硬合金之鏡面加工面出現之鈷時所

觀察到之結晶結構。

【0065】

(D2)使用上述軟體，對第1測定視野及第2測定視野各者之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S_{(hcp)}$ 相對於面積 $S_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S_{(fcc)}$ 之合計的比 R 進行測定。例如，可基於色彩圖，輸出以白色表示碳化鎢粒子及以黑色表示具有hcp結構之鈷之圖像A、以及以白色表示碳化鎢粒子及以黑色表示具有fcc結構之鈷之圖像B，基於圖像A及圖像B，測定比 R 。

【0066】

(E2)於3個互不重疊之第1測定視野及3個互不重疊之第2測定視野中進行上述比 R 之測定。於本發明中，3個第1測定視野中之比 R 之平均相當於超硬合金之第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比 $R1$ 。於本發明中，3個第2測定視野中之比 R 之平均相當於超硬合金之第2區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S2_{(hcp)}$ 相對於面積 $S2_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S2_{(fcc)}$ 之合計的比 $R2$ 。

【0067】

(F2)基於上述(E2)中獲得之比 $R1$ 及比 $R2$ ，算出 $R1/R2$ 。

【0068】

確認到只要於同一試樣中進行測定，則即便任意地設定超硬合金之截面之切下部位、上述(B2)所記載之觀察圖像之獲取區域及測定視野，按照上述順序進行複數次 $R1/R2$ 之測定，測定結果亦幾乎無差異。

【0069】

<超硬合金之製造方法>

實施方式1之超硬合金可藉由按上述順序進行原料粉末之準備步驟、混合步驟、成型步驟、及燒結步驟而製造。以下，對各步驟進行說明。

【0070】

<準備步驟>

準備步驟係準備構成超硬合金之材料之原料粉末之步驟。作為原料粉末，例如可例舉：碳化鎢粉末(以下，亦記作「WC粉末」、鈷(Co)粉末、第1元素粉末、第1元素與鈷之合金粉末。作為第1元素粉末，可例舉：矽(Si)粉末、磷(P)粉末、鍺(Ge)粉末、錫(Sn)粉末、銻(Re)粉末、鈦(Ru)粉末、鐵(Os)粉末、銱(Ir)粉末、及鉑(Pt)粉末。作為原料粉末，可進而準備鎳(Ni)粉末、碳化鈮(NbC)粉末、碳化鉭(TaC)粉末、碳氮化鈦(TiCN)粉末、碳化鉻(Cr₃C₂)粉末等。該等原料粉末可使用市售者。該等原料粉末之平均粒徑並無特別限制，例如可設為0.5~2 μm。原料粉末之平均粒徑意指藉由FSSS(Fisher Sub-Sieve Sizer，費氏微篩分粒器)法測定之平均粒徑。該平均粒徑係使用Fisher Scientific公司製造之「Sub-Sieve Sizer Model 95」(商標)來測定。

【0071】

<混合步驟>

混合步驟係將準備步驟中準備之各原料粉末以規定比率進行混合之步驟。藉由混合步驟，獲得各原料粉末混合而成之混合粉末。各原料粉末之混合比率係根據作為目標之超硬合金之組成而適當調整。

【0072】

各原料粉末之混合可使用磨碎機、球磨機、及珠磨機等先前公知之

混合方法。混合條件亦可使用先前公知之條件。混合時間例如可設為2小時以上20小時以下。

【0073】

於混合步驟之後，亦可視需要將混合粉末進行造粒。藉由將混合粉末進行造粒，於下述成形步驟時容易向模頭或模具中填充混合粉末。造粒可應用公知之造粒方法，例如可使用噴霧乾燥器等市售之造粒機。

【0074】

<成形步驟>

成形步驟係使混合步驟中所獲得之混合粉末成形為切削工具用形狀而獲得成形體之步驟。成形步驟中之成形方法及成形條件並無特別限制，只要採用一般之方法及條件即可。

【0075】

<燒結步驟>

燒結步驟係將成形步驟中所獲得之成形體進行燒結而獲得超硬合金中間物之步驟。燒結條件如下所述。將成形體配置於燒結爐內，於7 MPa及1360°C之條件下保持2小時。

【0076】

<冷卻步驟>

冷卻步驟係將燒結步驟後之超硬合金中間物進行冷卻之步驟。具體而言，可將超硬合金中間物自燒結爐釋放至大氣中，以-100°C/分鐘之降溫速度急冷至室溫，獲得實施方式1之超硬合金。

【0077】

<實施方式1之超硬合金之製造方法之特徵>

於實施方式1之超硬合金之製造方法中，燒結步驟係將超硬合金中間物於7 MPa及1360°C之條件下保持2小時來進行。又，於冷卻步驟中，進行-100°C/分鐘之降溫速度下之急冷。該冷卻速度大於先前之冷卻速度。藉由該等條件，可製造比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下之實施方式1之超硬合金，上述比R1係超硬合金之第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S1_{(hcp)}$ 相對於面積 $S1_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S1_{(fcc)}$ 之合計的比，上述比R2係第2區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積 $S2_{(hcp)}$ 相對於面積 $S2_{(hcp)}$ 及具有fcc結構之鈷之面積 $S2_{(fcc)}$ 之合計的比。藉由採用此種燒結步驟及冷卻步驟可實現本發明之超硬合金係本發明人等進行銳意研究而發現者。

【0078】

[實施方式2：切削工具]

本發明之一實施方式(以下亦記作「實施方式2」)之切削工具含有包含實施方式1之超硬合金之刃尖。於本發明中，刃尖意指參與切削之部分。更具體而言，刃尖意指由刃尖稜線、及自該刃尖稜線至超硬合金側之距離為0.5 mm或2 mm之假想面所包圍之區域。

【0079】

作為切削工具，例如可例示：切削刀具、鑽孔器、端銑刀、銑削加工用刃尖更換型切削刀片、車削加工用刃尖更換型切削刀片、金屬用鋸、齒輪切製工具、鉸刀或螺絲攻等。如圖2所示，尤其是於端銑刀之情形時，實施方式2之切削工具10能夠發揮優異之效果。圖2所示之切削工具10之刃尖11包含實施方式1之超硬合金。

【0080】

於實施方式2之切削工具中，實施方式1之超硬合金可構成該等工具

之整體，亦可構成一部分。此處，「構成一部分」表示將實施方式1之超硬合金硬焊於任意基材之規定位置而製成刃尖部之形態等。

【0081】

實施方式2之切削工具亦可進而具備硬質膜，該硬質膜被覆包含超硬合金之基材之表面之至少一部分。作為硬質膜，例如可使用類鑽碳或鑽石。

【0082】

實施方式2之切削工具可使實施方式1之超硬合金成形為所需形狀而獲得。

[實施例]

【0083】

藉由實施例對本實施方式更具體地進行說明。但是，本實施方式並不受該等實施例限定。

【0084】

[超硬合金之製作]

按以下順序製作各試樣之超硬合金。

<準備步驟>

作為原料粉末，準備WC粉末(平均粒徑：1 μm)、Co粉末(平均粒徑：1 μm)、第1元素粉末、TiCN粉末(平均粒徑：1 μm)、Ni粉末(平均粒徑：1 μm)。作為第1元素粉末，準備矽(Si)粉末(平均粒徑：1 μm)、磷(P)粉末(平均粒徑：1 μm)、鍺(Ge)粉末(平均粒徑：1 μm)、錫(Sn)粉末(平均粒徑：1 μm)、銻(Re)粉末(平均粒徑：1 μm)、鈦(Ru)粉末(平均粒徑：1 μm)、鐵(Os)粉末(平均粒徑：1 μm)、銱(Ir)粉末(平均粒徑：1 μm)、及鉑(Pt)粉末(平均粒徑：1 μm)。

【0085】

<混合步驟>

使用磨碎機將各原料粉末以表1中記載之比率混合10小時，藉此獲得混合粉末。表1中記載之各原料粉末之比率(質量%)係將混合粉末整體設為100質量%之情形時之比率。

【0086】

[表1]

表1

試樣No.	混合步驟					
	WC粉末	Co粉末	第1元素粉末		其他粉末	
	質量%	質量%	種類	質量%	種類	質量%
1	92.95	7	Si	0.05	-	-
2	92.99	7	P	0.01	-	-
3	92.85	7	Ge	0.15	-	-
4	92.8	7	Sn	0.2	-	-
5	92.7	7	Re	0.3	-	-
6	92.7	7	Ru	0.3	-	-
7	98.97	1	Ru	0.03	-	-
8	87.5	12	Ru	0.5	-	-
9	88.7	7	Ru	0.3	TiCN	4
10	92.7	5.8	Ru	0.3	Ni	1.2
11	92.6	7	Ru、Re	Ru : 0.2 Re : 0.2	-	-
12	92.91	7	Ru	0.09	-	-
13	92.35	7	Ru	0.65	-	-
14	92.6	7	Ru	0.4	-	-
15	92.4	7	Ru	0.6	-	-
16	92.6	7	Os	0.4	-	-
17	92.6	7	Ir	0.4	-	-
18	92.6	7	Pt	0.4	-	-
19	93.0	7	-	-	-	-
101	99.08	0.9	Ru	0.02	-	-
102	87.0	12.5	Ru	0.5	-	-
103	87.7	7	Ru	0.3	TiCN	5
104	92.7	5.5	Ru	0.3	Ni	1.5
105	92.7	7	Ru	0.3	-	-
106	93.0	7	-	-	-	-

【0087】

<成形步驟>

藉由對混合粉末進行加壓，獲得圓棒形狀之成形體。

【0088】

<燒結步驟>

將成形體配置於燒結爐內，以表2之「燒結步驟」之「保持壓力」欄中記載之壓力及「保持溫度」欄中記載之溫度保持「保持時間」欄中記載之時間。藉此，獲得超硬合金中間物。「保持壓力」欄之「vac」之記載意指真空中。

【0089】

<冷卻步驟>

將燒結步驟後之超硬合金中間物自燒結爐釋放至大氣中，以表2之「冷卻步驟」之「降溫速度」欄中記載之降溫速度進行冷卻，獲得各試樣之超硬合金。

【0090】

[表2]

表2

試樣No.	燒結步驟			冷卻步驟
	保持溫度	保持壓力	保持時間	降溫速度
	°C	MPa	小時	°C/分鐘
1	1360	7	2	-100
2	1360	7	2	-100
3	1360	7	2	-100
4	1360	7	2	-100
5	1360	7	2	-100
6	1360	7	2	-100
7	1360	7	2	-100
8	1360	7	2	-100
9	1360	7	2	-100
10	1360	7	2	-100
11	1360	7	2	-100
12	1360	7	2	-100
13	1360	7	2	-100
14	1360	7	2	-100
15	1360	7	2	-100
16	1360	7	2	-100
17	1360	7	2	-100
18	1360	7	2	-100
19	1360	7	2	-100
101	1360	7	2	-100
102	1360	7	2	-100
103	1360	7	2	-100
104	1360	7	2	-100
105	1360	vac	2	-10
106	1360	vac	2	-10

【0091】

[超硬合金之評估]

<超硬合金之碳化鎢粒子之含有率(體積%)及結合相之含有率(體積%)>

對各試樣之超硬合金之碳化鎢粒子之含有率(體積%)及結合相之含有率(體積%)進行測定。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表3之「超硬合金」之「WC粒子含有率」及「結合相含有率」欄。進

第 24 頁(發明說明書)

而，將超硬合金之碳化鎢粒子之含有率及結合相之含有率之合計示於表3之「超硬合金」之「WC粒子+結合相含有率」欄。於表3中，確認到「WC粒子+結合相含有率」欄未達100體積%之超硬合金進而包含TiCN。

【0092】

[表3]

表3

試樣No.	超硬合金		
	WC粒子含有率	結合相含有率	WC粒子+結合相含有率
	體積%	體積%	體積%
1	88.1	11.9	100
2	88.2	11.8	100
3	88.0	12.0	100
4	88.0	12.0	100
5	88.1	11.9	100
6	88.0	12.0	100
7	98.2	1.8	100
8	80.0	20.0	100
9	77.8	11.2	89
10	88.0	12.0	100
11	88.0	12.0	100
12	88.2	11.8	100
13	87.5	12.5	100
14	87.9	12.1	100
15	87.6	12.4	100
16	88.1	11.9	100
17	88.1	11.9	100
18	88.0	12.0	100
19	89.4	10.6	100
101	98.4	1.6	100
102	79.4	20.6	100
103	76.0	11.0	87
104	90.0	10.0	100
105	88.0	12.0	100
106	89.3	10.7	100

【0093】

<結合相之鈷含有率>

於各試樣之超硬合金中，對結合相之鈷含有率進行測定。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表4之「結合相」之「Co含有率」欄。

【0094】

< $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ >

於各試樣之超硬合金之結合相中，對第1元素之種類、以及第1元素之質量M1相對於第1元素之質量M1及鈷之質量M2之合計M1 + M2的百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 進行測定。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表4之「結合相」之「第1元素」欄及「 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 」欄。「第1元素」欄中記載為「-」之試樣表示不包含第1元素。

【0095】

< 比R1/R2 >

於各試樣之超硬合金中，測定比R1與比R2之比R1/R2，上述比R1係距表面之距離為15 μm以內之第1區域之結合相中之具有hcp(六方最密)結構之鈷之面積S1_(hcp)相對於面積S1_(hcp)及具有fcc(面心立方)結構之鈷之面積S1_(fcc)之合計的比，上述比R2係距表面之距離超過15 μm之第2區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積S2_(hcp)相對於面積S2_(hcp)及具有fcc結構之鈷之面積S2_(fcc)之合計的比。具體之測定方法如實施方式1所記載。將R1、R2及比R1/R2示於表4之「結合相」之「R1」、「R2」及「R1/R2」欄。

【0096】

[切削試驗]

對包含各試樣之超硬合金之圓棒進行加工，製作刀徑φ3 mm之球頭

端銑刀。使用球頭端銑刀，進行包含SDK61之被切削材料(以等間隔開有 $\phi 2$ mm之孔)之側面斷續加工。加工條件設為切削速度 $V_c 100$ m/min、每刀進給 $f_z 0.05$ mm/刀、切削量(軸向) $a_p 0.05$ mm、切削量(半徑方向) $a_e 0.05$ mm、乾式。對直至切削工具產生碎屑為止之切削長度進行測定。切削長度越長，表示工具壽命越長。將結果示於表4之「切削試驗」之「切削長度」欄。再者，上述加工條件符合高硬度材料之斷續加工。

【0097】

[表4]

表4

試樣No.	結合相						切削試驗
	Co含有率	第1元素	$(M1/(M1+M2)) \times 100$	R1	R2	R1/R2	切削長度
	質量%	種類	%				m
1	100	Si	2.7	0.82	0.53	1.5	96
2	100	P	1.0	0.60	0.34	1.8	84
3	100	Ge	3.4	0.72	0.40	1.8	84
4	100	Sn	3.4	0.73	0.42	1.7	84
5	100	Re	1.9	0.81	0.51	1.6	96
6	100	Ru	3.0	0.83	0.54	1.5	96
7	100	Ru	2.1	0.75	0.42	1.8	96
8	100	Ru	2.9	0.86	0.50	1.7	78
9	100	Ru	3.0	0.81	0.46	1.8	84
10	80	Ru	3.5	0.53	0.32	1.7	90
11	100	Ru、Re	3.1	0.83	0.50	1.7	90
12	100	Ru	0.09	0.60	0.33	1.8	78
13	100	Ru	6.2	0.88	0.49	1.8	78
14	100	Ru	3.9	0.82	0.55	1.5	102
15	100	Ru	5.8	0.89	0.74	1.2	120
16	100	Os	2.2	0.58	0.35	1.7	90
17	100	Ir	2.2	0.61	0.40	1.5	96
18	100	Pt	2.3	0.71	0.44	1.6	90
19	100	-	0	0.87	0.50	1.7	60
101	100	Ru	1.6	0.73	0.40	1.8	24
102	100	Ru	2.8	0.88	0.45	2.0	30
103	100	Ru	3.0	0.80	0.40	2.0	54
104	78	Ru	3.8	0.51	0.18	2.8	30
105	100	Ru	3.0	0.83	0.40	2.1	48
106	100	-	0	0.92	0.37	2.5	42

【0098】

[探討]

試樣1～試樣19之超硬合金及切削工具相當於實施例。試樣101～試樣106之超硬合金及切削工具相當於比較例。確認到試樣1～試樣19之切削工具之工具壽命較試樣101～試樣106之切削工具長。

【0099】

如上所述，對本發明之實施方式及實施例進行了說明，但最初便預定將上述各實施方式及實施例之構成適當組合或進行各種變化。

應當認為本次所揭示之實施方式及實施例於所有方面均為例示，並非限制性者。本發明之範圍係由發明申請專利範圍而非上述實施方式及實施例表示，意在包含與發明申請專利範圍均等之含義、及範圍內之所有變更。

【符號說明】**【0100】**

- 1:碳化鎢粒子
- 2:結合相
- 3:超硬合金
- 10:切削工具
- 11:刃尖

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種超硬合金，其係具備複數個碳化鎢粒子、及結合相者，且上述超硬合金包含合計89體積%以上之上述碳化鎢粒子及上述結合相，

上述超硬合金包含1.8體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述結合相包含80質量%以上之鈷，

上述超硬合金包含距表面之距離為15 μm 以內之第1區域、及距表面之距離超過15 μm 之第2區域，

比R1與比R2之比R1/R2為1.8以下，上述比R1係上述第1區域之結合相中之具有hcp結構之鈷之面積S1_(hcp)相對於上述面積S1_(hcp)及具有fcc結構之鈷之面積S1_(fcc)之合計的比，上述比R2係上述第2區域之上述結合相中之具有hcp結構之鈷之面積S2_(hcp)相對於上述面積S2_(hcp)及具有fcc結構之鈷之面積S2_(fcc)之合計的比。

【請求項2】

如請求項1之超硬合金，其中上述比R1/R2為1.2以上1.5以下。

【請求項3】

如請求項1或2之超硬合金，其中上述結合相進而包含選自由矽、磷、鍺、錫、銻、釷、鐵、銻、及鉑所組成之群中之至少1種第1元素。

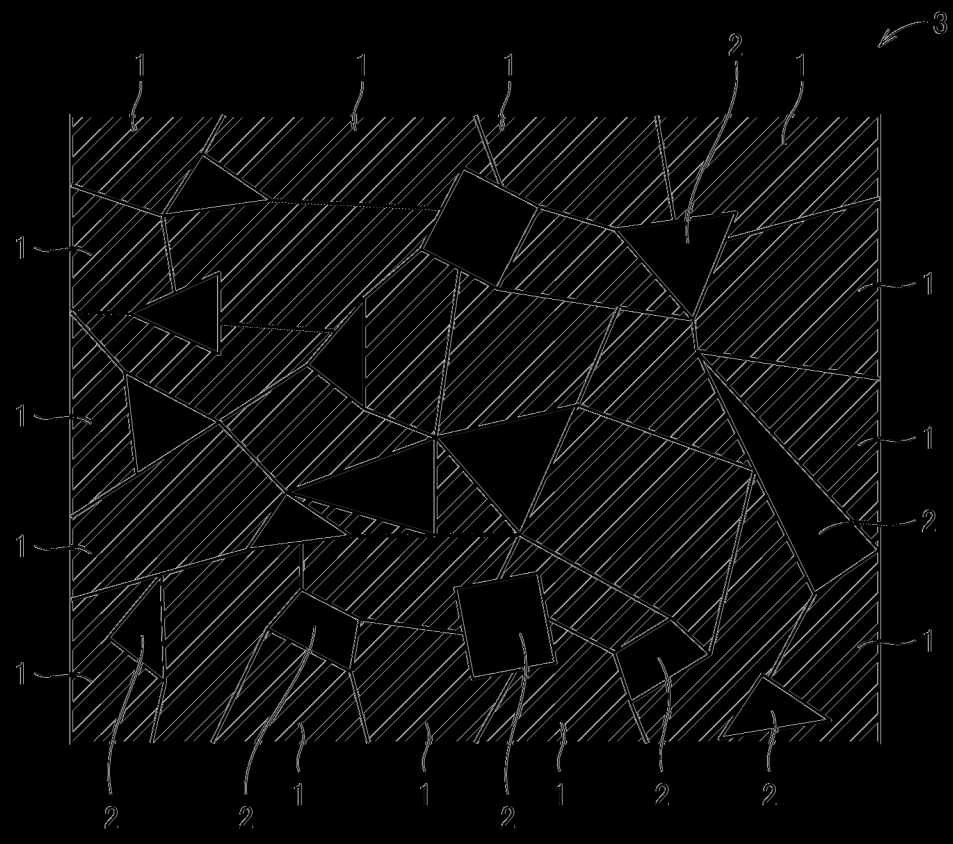
【請求項4】

如請求項3之超硬合金，其中於上述結合相中，上述第1元素之質量M1相對於上述第1元素之質量M1及鈷之質量M2之合計M1 + M2的百分率 $\{M1/(M1 + M2)\} \times 100$ 為1%以上6%以下。

【請求項5】

一種切削工具，其具備包含如請求項1至4中任一項之超硬合金之刃尖。

|(發明圖式)|



|(圖1)|

