



(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 202509246 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：113114916

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 22 日

(51)Int. Cl.：

C22C29/08 (2006.01)

B23B27/14 (2006.01)

(30)優先權：2023/07/28

世界智慧財產權組織

PCT/JP2023/027733

(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：木村好博 KIMURA, YOSHIHIRO (JP)；城戶保樹 KIDO, YASUKI (JP)；帕索斯
阿儂薩克 PASEUTH, ANONGSACK (LA)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：3 共 44 頁

(54)名稱

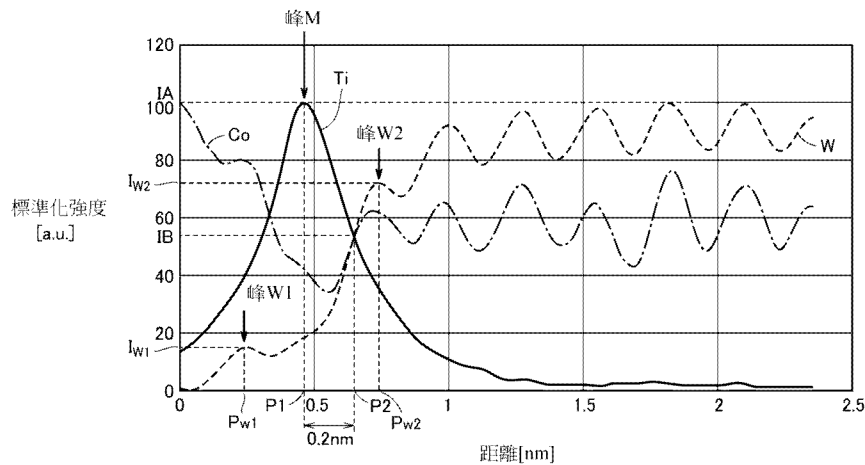
超硬合金及切削工具

(57)摘要

本發明係一種超硬合金，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 80 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 0.1 體積%以上 20 體積%以下之上述結合相，上述超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋳、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第 1 元素，上述超硬合金包含合計 0.01 原子%以上 20 原子%以下之上述第 1 元素，上述結合相包含 50 質量%以上之鈷，沿著自彼此相鄰之上述結合相朝向上述碳化鎢粒子之第 1 方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型 X 射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於 X 軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且 Y 軸為經標準化之強度之座標系中所示的第 1 曲線圖中，在最接近原點之鎢之峰 W1 與最接近上述峰 W1 之鎢之另一峰 W2 之間存在上述第 1 元素各者之最大峰 M，上述第 1 元素各者中，強度 IB 相對於上述最大峰 M 之最大峰強度 IA 之比率 IB/IA 超過 0.5，上述強度 IB 係自上述最大峰強度 IA 之距離 P1 往向與上述原點相反之側之距離為 0.2 nm 的距離 P2 處之上述第 1 元素之強度。

A cemented carbide comprising a plurality of tungsten carbide particles and a binder phase, wherein the cemented carbide comprises a total of 80% by volume or more of the tungsten carbide particles and the binder phase, the cemented carbide comprises 0.1% by volume or more and 20% by volume or less of the binder phase, the cemented carbide comprises at least one first element selected from the group consisting of titanium, tantalum, niobium, zirconium, cerium, yttrium, and boron, the cemented carbide comprises a total of 0.01 atomic % or more and 20 atomic % or less of the first element, and the binder phase comprises 50% by mass or more of cobalt, and wherein in a first graph showing results obtained by carrying out line analysis by using an energy dispersive X-ray spectrometer attached to a transmission electron microscope along a first direction going from the binder phase to the tungsten carbide particles adjacent to each other, in a coordinate system where an X axis is a distance from a position at which cobalt exhibits a maximum intensity, and a Y axis is a normalized intensity, a maximum peak M of each of the first element is present between a peak W1 of tungsten closest to an origin and a further peak W2 of tungsten closest to the peak

指定代表圖：



【圖2】

W2:另一峰

【發明摘要】

【中文發明名稱】

超硬合金及切削工具

【英文發明名稱】

CEMENTED CARBIDE AND CUTTING TOOL

【中文】

本發明係一種超硬合金，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80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0.1體積%以上20體積%以下之上述結合相，上述超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋳、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第1元素，上述超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之上述第1元素，上述結合相包含50質量%以上之鈷，沿著自彼此相鄰之上述結合相朝向上述碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度之座標系中所示的第1曲線圖中，在最接近原點之鎢之峰W1與最接近上述峰W1之鎢之另一峰W2之間存在上述第1元素各者之最大峰M，上述第1元素各者中，強度IB相對於上述最大峰M之最大峰強度IA之比率 IB/IA 超過0.5，上述強度IB係自上述最大峰強度IA之距離P1往向與上述原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之上述第1元素之強度。

【英文】

A cemented carbide comprising a plurality of tungsten carbide particles and a binder phase, wherein the cemented carbide comprises a

total of 80% by volume or more of the tungsten carbide particles and the binder phase, the cemented carbide comprises 0.1% by volume or more and 20% by volume or less of the binder phase, the cemented carbide comprises at least one first element selected from the group consisting of titanium, tantalum, niobium, zirconium, cerium, yttrium, and boron, the cemented carbide comprises a total of 0.01 atomic % or more and 20 atomic % or less of the first element, and the binder phase comprises 50% by mass or more of cobalt, and wherein in a first graph showing results obtained by carrying out line analysis by using an energy dispersive X-ray spectrometer attached to a transmission electron microscope along a first direction going from the binder phase to the tungsten carbide particles adjacent to each other, in a coordinate system where an X axis is a distance from a position at which cobalt exhibits a maximum intensity, and a Y axis is a normalized intensity, a maximum peak M of each of the first element is present between a peak W1 of tungsten closest to an origin and a further peak W2 of tungsten closest to the peak W1, a ratio IB/IA of an intensity IB to a maximum peak intensity IA of the maximum peak M is more than 0.5 in each of the first element, and the intensity IB is an intensity of the first element at a distance P2, which is a distance of 0.2 nm from a distance P1 at the maximum peak intensity IA toward an opposite side of the origin.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

IA:最大峰強度

IB:強度

I_{w1} :最大峰強度

I_{w2} :最大峰強度

M:最大峰

P1:距離

P2:距離

P_{w1} :距離

P_{w2} :距離

W1:峰

W2:另一峰

【發明說明書】

【中文發明名稱】

超硬合金及切削工具

【英文發明名稱】

CEMENTED CARBIDE AND CUTTING TOOL

【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，具備碳化鎢(WC)粒子、及以鈷等為主成分之結合相之超硬合金被用作切削工具之素材(專利文獻1、2)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2016-098393號公報

[專利文獻2]日本專利特開2021-110010號公報

【發明內容】

【0004】

本發明之超硬合金係如下超硬合金：

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80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0.1體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋯、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第1元素，

上述超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之上述第1元素，

上述結合相包含50質量%以上之鈷，

沿著自彼此相鄰之上述結合相朝向上述碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度之座標系中所示的第1曲線圖中，

在最接近原點之鎢之峰W1與最接近上述峰W1之鎢之另一峰W2之間存在上述第1元素各者之最大峰M，

上述第1元素各者中，強度IB相對於上述最大峰M之最大峰強度IA之比率IB/IA超過0.5，

上述強度IB係自上述最大峰強度IA之距離P1往向與上述原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之上述第1元素之強度。

【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表示實施方式1之超硬合金之第1曲線圖之一例。

圖3係實施方式2之切削工具之模式圖。

【實施方式】

【0006】

[發明所欲解決之問題]

近年來，就降低成本之觀點而言，對於各種切削加工，要求提高工具壽命。對於用於高硬度材料之切削加工之切削刀具，亦要求提高工具壽命。

【0007】

因此，本發明之目的在於提供一種超硬合金、以及具有較長工具壽命之切削工具，該超硬合金於用作工具材料之情形時，能夠提供尤其於高硬度材料之切削加工中亦具有較長工具壽命之切削工具。

【0008】

[發明之效果]

根據本發明，可提供一種超硬合金、以及具有較長工具壽命之切削工具，該超硬合金於用作切削工具之材料之情形時，能夠提供尤其於高硬度材料之切削加工中亦具有較長工具壽命之切削工具。

【0009】

[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如下超硬合金：

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80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0.1體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述超硬合金包含選自由鈦、鉭、鋮、鋳、銻、鉕、及硼所組成之群中之至少一種第1元素，

上述超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之上述第1元素，

上述結合相包含50質量%以上之鈷，

沿著自彼此相鄰之上述結合相朝向上述碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度之座標系中所示的第1曲線圖中，

在最接近原點之鎢之峰W1與最接近上述峰W1之鎢之另一峰W2之間存在上述第1元素各者之最大峰M，

上述第1元素各者中，強度IB相對於上述最大峰M之最大峰強度IA之比率IB/IA超過0.5，

上述強度IB係自上述最大峰強度IA之距離P1往向與上述原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之上述第1元素之強度。

【0010】

根據本發明，可提供一種超硬合金、以及具有較長工具壽命之切削工具，該超硬合金於用作切削工具之材料之情形時，能夠提供尤其於高硬度材料之切削加工中亦具有較長工具壽命之切削工具。

【0011】

(2)於上述(1)中，上述超硬合金可包含18體積%以下之上述結合相。藉此，工具壽命得到進一步提高。

【0012】

(3)本發明之切削工具係具備包含如上述(1)或(2)所記載之超硬合金之刀尖的切削工具。

【0013】

本發明之切削工具可具有較長之工具壽命。

【0014】

[本發明之實施方式之詳細內容]

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，同一參照符號表示相同部分或相當部分。又，為了圖式之清晰化及簡化，對長度、寬度、厚度、深度等尺寸關係進行適當變更，未必表示實際之尺寸關係。

【0015】

於本發明中，「A～B」形式之表述係指範圍之上限下限(即，A以上B以下)，於A無單位之記載，而僅B記載有單位之情形時，A之單位與B之單位相同。

【0016】

於本發明中，於以化學式表示化合物等之情形時，在不對原子比進行特別限定時，其被視為包括先前公知之所有原子比，並非必須僅限定於化學計量範圍內之原子比。

【0017】

於本發明中，於分別記載有一個以上數值作為數值範圍之下限及上限之情形時，視為亦揭示有下限中記載之任意一個數值與上限中記載之任意一個數值之組合。例如，於記載有a1以上、b1以上、c1以上作為下限，且記載有a2以下、b2以下、c2以下作為上限之情形時，視為揭示有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。

【0018】**[實施方式1：超硬合金]**

本發明之一實施方式(以下亦記為「實施方式1」)之超硬合金係如下超硬合金：

其係具備複數個碳化鎢粒子及結合相者，且

該超硬合金包含合計80體積%以上之該碳化鎢粒子及該結合相，

該超硬合金包含0.1體積%以上20體積%以下之該結合相，

該超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋳、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第1元素，

該超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之該第1元素，

該結合相包含50質量%以上之鈷，

沿著自彼此相鄰之該結合相朝向該碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度之座標系中所示的第1曲線圖中，

在最接近原點之鎢之峰W1與最接近該峰W1之鎢之另一峰W2之間存在該第1元素各者之最大峰M，

該第1元素各者中，強度IB相對於該最大峰M之最大峰強度IA之比率IB/IA超過0.5，

該強度IB係自該最大峰強度IA之距離P1往向與該原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之該第1元素之強度。

【0019】

關於實施方式1之超硬合金，可提供如下超硬合金、以及具有較長工

具壽命之切削工具，該超硬合金於用作工具材料之情形時，能夠提供尤其於高硬度材料之切削加工中亦具有較長工具壽命之切削工具。其理由並不明確，但推測如下。

【0020】

實施方式1之超硬合金具備複數個碳化鎢粒子(以下亦記為「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80體積%以上。藉此，超硬合金具有較高之硬度及強度，使用該超硬合金之切削工具可具有優異之耐磨性及耐缺損性。

【0021】

實施方式1之超硬合金包含0.1體積%以上20體積%以下之結合相，結合相包含50質量%以上之鈷。藉此，超硬合金可具有較高之硬度及強度，使用超硬合金之切削工具可具有優異之耐磨性及耐缺損性。

【0022】

實施方式1之超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之選自由鈦、鋁、鈮、銦、銻、鉕、及硼所組成之群中之至少一種第1元素。於對實施方式1之超硬合金進行線分析所獲得之第1曲線圖中，在最接近原點之鎢之峰W1與最接近峰W1之鎢之另一峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M。這表示，在碳化鎢粒子之表層部分存在第1元素之最大濃度區域。進而，強度IB相對於最大峰強度IA之比率 IB/IA 超過0.5。這表示，第1元素滲入至碳化鎢粒子之內部深處。

【0023】

於實施方式1之超硬合金中，由於第1元素滲入至碳化鎢粒子之內部深處，因此推測第1元素之存在對碳化鎢粒子之物性產生影響，使得碳化

鎢粒子之硬度增大。因此，實施方式1之超硬合金之耐磨性提高，於將實施方式1之超硬合金用作切削工具之材料之情形時，於切削時由磨耗引起之損傷之產生得到抑制。

【0024】

<超硬合金之組成>

如圖1所示，實施方式1之超硬合金3具備複數個碳化鎢粒子1(以下亦記為「WC粒子」)及結合相2，超硬合金3之WC粒子及結合相之合計含有率為80體積%以上。該超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率之下限可為82體積%以上，可為84體積%以上，可為85體積%以上，亦可為86體積%以上。該超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率之上限可為100體積%以下。基於製造方面之觀點而言，該超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率之上限可為99體積%以下，亦可為98體積%以下。該超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率可為80體積%以上100體積%以下，可為82體積%以上100體積%以下，亦可為84體積%以上100體積%以下。

【0025】

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。本實施方式之超硬合金可除了碳化鎢粒子及結合相以外，還包含其他相。作為其他相，例如可例舉包含選自由TiCN、TiC、TiO₂、TaC、Ta₂O₅、ZrC、ZrO₂、CeC₂、CeO₂、YC、Y₂O₃、B₄C、及B₂O₃所組成之群中之至少一種的相。

【0026】

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。超硬合金之其他相之含有率允許處於不損害本發明之效果之範圍內。例如，超

硬合金之其他相之含有率可為0體積%以上20體積%以下，可為0體積%以上18體積%以下，亦可為0體積%以上16體積%以下。於此情形時，超硬合金之WC粒子及結合相之合計含有率可為80體積%以上且未達100體積%，可為82體積%以上且未達100體積%，亦可為84體積%以上且未達100體積%。

【0027】

實施方式1之超硬合金可包含雜質。作為該雜質，例如可例舉：錳(Mn)、鎂(Mg)、鈣(Ca)、硫(S)。超硬合金之雜質之含有率允許處於不損害本發明之效果之範圍內。例如，超硬合金之雜質之含有率較佳為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)(測定裝置：島津製作所「ICPS-8100」(商標))進行測定。

【0028】

實施方式1之超硬合金之碳化鎢粒子之含有率之下限可為60體積%以上，可為65體積%以上，可為66體積%以上，亦可為68體積%以上。該超硬合金之碳化鎢粒子之含有率之上限可為99.9體積%以下，可為99.8體積%以下，可為99體積%以下，可為98體積%以下，可為96體積%以下，亦可為94體積%以下。該超硬合金之碳化鎢粒子之含有率可為60體積%以上99.9體積%以下，可為65體積%以上99.8體積%以下，可為66體積%以上99體積%以下，亦可為68體積%以上98體積%以下。

【0029】

實施方式1之超硬合金包含0.1體積%以上20體積%以下之結合相。基於提高韌性之觀點而言，該超硬合金之結合相之含有率之下限為0.1體積

%以上，可為1體積%以上，可為2體積%以上，可為3體積%以上，可為5體積%以上，亦可為8體積%以上。就提高硬度之觀點而言，該超硬合金之結合相之含有率之上限為20體積%以下，可為19體積%以下，可為18體積%以下，可為17體積%以下，可為16體積%以下，亦可為15體積%以下。該超硬合金之結合相之含有率可為0.1體積%以上18體積%以下，可為1體積%以上18體積%以下，可為3體積%以上17體積%以下，可為5體積%以上16體積%以下，亦可為8體積%以上15體積%以下。若超硬合金之結合相之含有率為18體積%以下，則超硬合金之硬度得到進一步提高，耐磨性得到進一步提高，因此，使用超硬合金作為材料之切削工具之工具壽命得到進一步提高。

【0030】

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。

【0031】

(A1)切割超硬合金之任意位置而露出截面。藉由截面拋光儀(日本電子公司製造)對該截面進行鏡面加工。

【0032】

(B1)使用掃描電子顯微鏡-能量分散型X射線光譜法(SEM-EDX)，對超硬合金之鏡面加工面進行分析(裝置：Carl Zeiss公司製造之Gemini450(商標))，特定出超硬合金中所含之元素。

【0033】

(C1)使用掃描式電子顯微鏡(SEM)，拍攝超硬合金之鏡面加工面，而獲得反射電子圖像。拍攝圖像之拍攝區域設定為超硬合金之截面之中央

部，即，不含超硬合金之表面附近等性狀與主體部分明顯不同之部分的位置(拍攝區域全部係超硬合金之主體部分之位置)。觀察倍率為5000倍。測定條件為加速電壓3 kV、電流值 2nA、工作距離(WD)5 mm。

【0034】

(D1)使用SEM所附帶之能量分散型X射線分析裝置(SEM-EDX)，對上述(C1)之拍攝區域進行分析，特定出該拍攝區域中由上述(B1)特定出之元素之分佈，而獲得元素映射圖像。

【0035】

(E1)將上述(C1)中所獲得之反射電子圖像導入至電腦，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，由於二值化之閾值會根據對比度發生變化，因此針對圖像逐一設定。

【0036】

(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，而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者之存在區域。具體而言，於二值化處理後之圖像中以白色表示，且於元素映射圖像中存在鎢(W)及碳(C)之區域屬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，且於元素映射圖像中存在鈷(Co)之區域屬於結合相之存在區域。

【0037】

(G1)於上述二值化處理後之圖像中設定1個 $24.9\ \mu\text{m} \times 18.8\ \mu\text{m}$ 之矩形之測定視野。使用上述圖像解析軟體，以該測定視野整體之面積為分母來測定碳化鎢粒子及結合相各者之面積百分率。

【0038】

(H1)於5個互不重疊之不同測定視野中進行上述(G1)測定。於本說明書中，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%)。

【0039】

於超硬合金除了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%)減去由上述步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。

【0040】

就申請人所測定之情況而言，確認到，只要係對於同一試樣進行測定，則即便任意設定超硬合金之截面之切割部位、上述(C1)所記載之拍攝區域、上述(G1)所記載之測定視野，按照上述步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，測定結果之偏差亦少，即便任意設定超硬合金之截面之切割部位、拍攝區域、測定視野，也非屬恣意。

【0041】**<碳化鎢粒子>**

於實施方式1中，碳化鎢粒子包含碳化鎢及第1元素。於本發明中，碳化鎢粒子包含第1元素係藉由確認到如下情況而示出，即，於對超硬合金進行線分析而獲得之第1曲線圖中，在最接近原點之鎢之峰W1與最接近峰W1之鎢之另一峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M。

【0042】

只要不損害本發明之效果，則碳化鎢粒子可包含除碳、鎢及第1元素以外之雜質元素。碳化鎢粒子之雜質之含有率(於構成雜質之元素為兩種以上之情形時，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。

【0043】

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之超硬合金無論碳化鎢粒子之平均粒徑為何，均可具有較長之工具壽命。

【0044】**<結合相>**

於實施方式1中，結合相包含50質量%以上之鈷。藉此，可對超硬合金賦予優異之韌性。結合相之鈷含有率之下限可為55質量%以上，可為60質量%以上，亦可為65質量%以上。結合相之鈷含有率之上限可為100質量%以下，可未達100質量%，可為99質量%以下，可為98質量%以下，可為95質量%以下，亦可為90質量%以下。結合相之鈷含有率可為50質量%以上且未達100質量%，可為60質量%以上99質量%以下，可為65質量%以上98質量%以下，可為65質量%以上95質量%以下，亦可為65質量%以上90質量%以下。

【0045】

結合相之鈷之含有率之測定方法如下所述。藉由與上述之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)～(F1)相同之方法，於二值化處理後之圖像上特定出結合相之存在區域。使用SEM-

EDX，對結合相之存在區域進行分析，測定結合相之鈷含有率。

【0046】

就申請人所測定之情況而言，確認到，只要係對於同一試樣進行測定，則即便任意設定超硬合金之截面之切割部位、上述(C1)所記載之拍攝區域，按照上述步序進行複數次結合相之鈷之含有率之測定，測定結果之偏差亦少，即便任意設定超硬合金之截面之切割部位及拍攝區域，也非屬恣意。

【0047】

於實施方式1中，結合相除鈷以外，還可包含選自由硼(B)、鋁(Al)、矽(Si)、鐵(Fe)、鎳(Ni)、鍺(Ge)、鈳(Ru)、銠(Re)、銱(Os)、銱(Ir)、鉑(Pt)、鉭(Ta)、及鈮(Nb)所組成之群中之至少一種第2元素。該結合相可包含鈷、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：錳(Mn)、鎂(Mg)、鈣(Ca)、硫(S)等。結合相之不可避免之雜質之含有率未達0.1質量%。結合相之雜質元素之含有率係藉由ICP發光分析而測定。

【0048】

<第1元素>

實施方式1之超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋳、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第1元素。超硬合金之第1元素之合計含有率為0.01原子%以上20原子%以下。此處，所謂第1元素之合計含有率，於超硬合金包含一種第1元素之情形時，係指一種第1元素之含有率，於超硬合金包含兩種以上第1元素之情形時，係指超硬合金中所含之所有第1元素之合計含有率。

【0049】

就提高硬度之觀點而言，超硬合金之第1元素之合計含有率之下限為0.01原子%以上，可為0.07原子%以上，可為0.09原子%以上，可為0.10原子%以上，可為0.50原子%以上，可為1.0原子%以上，可為3.0原子%以上，可為5.0原子%以上，亦可為7.0原子%以上。就抑制超硬合金之基礎物性降低之觀點而言，超硬合金之第1元素之含有率之上限為20.0原子%以下，可為17.0原子%以下，可為15.0原子%以下，可為14.0原子%以下，亦可為10.0原子%以下。超硬合金之第1元素之合計含有率可為0.07原子%以上17.0原子%以下，可為0.09原子%以上15.0原子%以下，可為0.10原子%以上15.0原子%以下，可為0.50原子%以上15.0原子%以下，可為1.0原子%以上14.0原子%以下，可為3.0原子%以上14.0原子%以下，可為5.0原子%以上10.0原子%以下，亦可為7.0原子%以上10.0原子%以下。

【0050】

超硬合金中所含之第1元素之種類及超硬合金中所含之第1元素之含有率係藉由ICP發光分析而特定出。

【0051】**<線分析>**

於實施方式1之超硬合金中，沿著自彼此相鄰之結合相朝向碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，對於所獲得之結果，使用圖2進行說明。圖2係對於實施方式1之超硬合金，針對超硬合金中所含之元素即鎢、鈷及第1元素(圖2中為鈦)進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離[nm]、且Y軸為經標準化之強度(標準化強度)[a.u.]之座標系中所示的第

1曲線圖之一例。於圖2之第1曲線圖所示之超硬合金中，結合相為鈷。於第1曲線圖中，原點O在X軸之距離為0 nm，於線分析結果中，屬於鈷顯示最大強度之位置。經標準化之強度係指將各元素之強度以進行了線分析之區域內最大之強度為100而相對地表示之強度。

【0052】

如圖2所示，在最接近第1曲線圖之原點O之鎢之峰W1與最接近峰W1之鎢之另一峰W2之間存在第1元素之最大峰M。另一峰W2存在於較峰W1距原點O更遠之位置。即，峰W1之最大峰強度 I_{w1} 處之距離 P_{w1} 、峰W2之最大峰強度 I_{w2} 處之距離 P_{w2} 、及最大峰M之最大峰強度 I_A 處之距離 $P1$ 顯示 $P_{w1} < P1 < P_{w2}$ 之關係。於本發明中，第1曲線圖中之各元素之峰之峰強度係指各元素之峰之經標準化之強度。

【0053】

強度IB相對於最大峰M之最大峰強度 I_A 之比率 IB/I_A 超過0.5。強度IB係自最大峰強度之距離 $P1$ 往向與原點相反之側之距離為0.2 nm的距離 $P2$ 處之第1元素之強度。於圖2中，第1元素為一種元素(鈦)，因此峰M為一個。於第1元素包含兩種以上元素之情形時，第1元素之最大峰以與元素之種類相同之數量存在，全部峰均存在於峰W1與W2之間，各峰中，比率 IB/I_A 超過0.5。

【0054】

比率 IB/I_A 之下限超過0.5，可為0.51以上，可為0.54以上，可為0.55以上，可為0.59以上，可為0.60以上，可為0.65以上，亦可為0.70以上。比率 IB/I_A 之上限可為0.95以下，可為0.92以下，可為0.90以下，可為0.87以下，可為0.85以下，亦可為0.80以下。比率 IB/I_A 可為0.51以上0.95以

下，可為0.54以上0.92以下，可為0.55以上0.90以下，可為0.59以上0.87以下，可為0.60以上0.85以下，可為0.65以上0.80以下，亦可為0.70以上0.80以下。

【0055】

於本發明中，超硬合金之線分析及基於分析結果之第1曲線圖之獲取係藉由以下步序進行。使用氬離子切片機(日本電子公司製造之「冷凍離子切片機IB-09060BCIS」(商標))，於加速電壓6 kV、精加工2 kV之條件下，將超硬合金薄片化成30~100 nm之厚度，而製作測定用試樣。繼而，使用TEM(Transmission Electron Microscopy，穿透式電子顯微鏡)(日本電子公司製造之「JEM-ARM300F2」(商標))，於加速電壓200 V之條件下，以20萬倍觀察該測定用試樣，藉此獲得第1圖像(未圖示)。

【0056】

於第1圖像中，觀察到碳化鎢粒子為白色區域，觀察到結合相為黑色區域。於第1圖像中，任意地選擇碳化鎢粒子與結合相之界面。

【0057】

繼而，以所選擇之界面通過圖像之中心附近之方式進行定位，以視野尺寸成為10 nm×10 nm之方式調整觀察倍率進行觀察，藉此獲得第2圖像(未圖示)。在第2圖像中，確認界面伸長之伸長方向。沿著垂直於伸長方向之方向，且自設置於結合相內之位置X1朝向設置於與該結合相相鄰之碳化鎢粒子內之位置X2的第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置(TEM-EDX)實施線分析，測定鎢、鈷及第1元素之分佈。此處，垂直於界面之伸長方向之方向係指沿著與伸長方向之切線以 $90^{\circ}\pm 5^{\circ}$ 之角度交叉之直線的方向。結合相內之位置X1設定為第1曲線圖

中自峰M之距離P1至原點側之距離為0.5 nm以上5 nm以下的位置且能夠確認到鈷之峰的位置。碳化鎢粒子內之位置X2設定為第1曲線圖中自峰M之距離P1往向與原點相反之側之距離為2 nm以上5 nm以下之位置。實施EDX時之條件為加速電壓200 kV、相機長度10 cm、像素數128×128 pixel、停留時間0.02~3 s/pixel。

【0058】

將鎢、鈷及第1元素各者之測定結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度的座標系座標系，藉此獲得第1曲線圖。

【0059】

於超硬合金中，任意獲取互不重疊之5個視野之第1圖像，基於各第1圖像實施上述分析，而獲得5個第1曲線圖。於4個以上第1曲線圖中，「在峰W1與峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M，且比率IB/IA超過0.5」之情形時，判斷為於該超硬合金之第1曲線圖中，「在峰W1與峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M，且比率IB/IA超過0.5」。為了獲得該判斷基準，本發明人等針對複數個超硬合金各者進行複數個線分析。結果確認到，於超硬合金中的80%以上之第1曲線圖中表現出「在峰W1與峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M，且比率IB/IA超過0.5」之情形時，該超硬合金表現出本發明之效果。考慮到超硬合金之製造方法，推測WC粒子與結合相之界面區域中之鎢及第1元素之存在形態在同一超硬合金內大致相同。

【0060】

<超硬合金之製造方法>

本實施方式之超硬合金可藉由將原料粉末之準備步驟、混合步驟、成型步驟、燒結步驟、冷卻步驟、及HIP(Hot Isostatic Pressing，熱均壓)步驟按照上述順序進行而製造。以下，對各步驟進行說明。

【0061】

<準備步驟>

準備步驟係準備構成超硬合金素材之材料之原料粉末的步驟。作為原料粉末，可例舉：碳化鎢粉末(以下亦記為「WC粉末」)、鈷(Co)粉末、含第1元素之粉末。作為含第1元素之粉末，可例舉：TiCN粉末、TaC粉末、NbC粉末、ZrC粉末、CeC₂粉末、Y₂O₃粉末、B₄C粉末。除該等原料粉末以外，還可準備鎳(Ni)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0.1~3.0 μm。原料粉末之平均粒徑係指藉由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)進行測定。

【0062】

<混合步驟>

混合步驟係將準備步驟中準備好之各原料粉末以規定之比率混合之步驟。藉由混合步驟，可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根據作為目標之超硬合金之組成而適當調整。

【0063】

各原料粉末之混合可使用球磨機。混合條件例如可設為中值徑6 mm、轉速200 rpm、混合時間20小時。

【0064】

混合步驟後，可視需要對混合粉末進行造粒。藉由對混合粉末進行造粒，從而於後述之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。

【0065】

<成形步驟>

成形步驟係使混合步驟中獲得之混合粉末成形為切削工具用之形狀，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。

【0066】

<燒結步驟>

於燒結步驟中，對成形步驟中獲得之成形體進行燒結，而獲得超硬合金。於本發明之超硬合金之製造方法中，首先，於Ar氣體中以5 MPa之壓力、1450°C之溫度保持400分鐘(以下亦記為「第1燒結步驟」)，其後，於Ar氣體中以5 MPa之壓力、1350°C之溫度保持300分鐘(以下亦記為「第2燒結步驟」)，而對成形體進行燒結，從而獲得超硬合金中間物。

【0067】

<冷卻步驟>

冷卻步驟係對燒結步驟後之超硬合金中間物進行冷卻之步驟。例如，可於Ar氣體中，於壓力100~400 MPaG之條件下對上述超硬合金中間物進行急冷。

【0068】

<HIP步驟>

藉由熱均壓加壓(HIP)裝置，使冷卻後之超硬合金中間物負荷100

MPa之壓力120分鐘。藉此，可獲得超硬合金。

【0069】

＜本實施方式之超硬合金之製造方法之特徵＞

於本實施方式中，混合步驟係使用球磨機，以200 rpm之轉速進行20小時，燒結步驟係以兩階段進行，即，首先以5 MPa之壓力、1450°C之溫度保持400分鐘(第1燒結步驟)，其後，以5 MPa之壓力、1350°C之溫度保持300分鐘(第2燒結步驟)，且於100 MPa下進行120分鐘之HIP處理。由此推測所獲得之超硬合金之第1曲線圖表現出「在峰W1與峰W2之間存在第1元素各者之最大峰M，且比率IB/IA超過0.5」。本發明人等進行了銳意研究，結果新發現藉由此種混合條件及燒結條件，可實現本發明之超硬合金。再者，本實施方式中使用之混合條件及燒結條件由於會降低生產效率，因此未被從業者採用。

【0070】

於先前之通常之超硬合金之製造方法中，轉速為100 rpm，混合時間為10小時左右，燒結步驟係以一階段進行，即，升溫至規定之溫度後維持規定時間。利用先前之超硬合金之製造方法所獲得之超硬合金中，第1元素在WC粒子與結合相之界面區域中隨機配置，於第1曲線圖中，於峰W1與峰W2之間不存在第1元素各者之最大峰M。

【0071】

[實施方式2：切削工具]

本實施方式之切削工具具備包含實施方式1之超硬合金之刀尖。於本發明中，刀尖係指參與切削之部分。更具體而言，刀尖係指被刀尖稜線與自該刀尖稜線至超硬合金側之距離為0.5 nm或2 mm之假想面包圍之區

域。

【0072】

作為切削工具，例如可例示：切削刀具、鑽孔器、端銑刀、銑削加工用刀尖更換型切削刀片、車削加工用刀尖更換型切削刀片、金屬用鋸、齒輪切製工具、鉸刀或螺絲攻等。尤其是，如圖3所示，於本實施方式之切削工具10為印刷電路基板加工用之小徑鑽孔器之情形時，可發揮優異之效果。圖3所示之切削工具10之刀尖11包含實施方式1之超硬合金。

【0073】

本實施方式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」表示將本實施方式之超硬合金硬焊在任意基材之規定位置而製成刀尖部之態樣等。

【0074】

本實施方式之切削工具可進而具備硬質膜，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金剛石。

【0075】

本實施方式之切削工具可使實施方式1之超硬合金成形為所需之形狀而獲得。

[實施例]

【0076】

藉由實施例對本實施方式進一步進行具體說明。但是，本實施方式並不受該等實施例限定。

【0077】

[超硬合金之製作]

藉由以下步序製作各試樣之超硬合金。

【0078】

按照表1～表3之「原料粉末」一欄所記載之比率來準備WC粉末(平均粒徑0.5 μm)、Co粉末(平均粒徑1.0 μm)、TiCN粉末(平均粒徑0.1 μm)、TaC粉末(平均粒徑0.3 μm)、NbC粉末(平均粒徑0.3 μm)、ZrC粉末(平均粒徑0.5 μm)、CeC₂粉末(平均粒徑0.5 μm)、Y₂O₃粉末(平均粒徑0.5 μm)、及B₄C粉末(平均粒徑0.5 μm)。

【0079】

[表1]

表1

試樣 No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC ₂	Y ₂ O ₃	B ₄ C
	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%
1	92.100	3.200	4.700	-	-	-	-	-	-
2	84.800	13.100	2.100	-	-	-	-	-	-
3	90.194	9.800	0.006	-	-	-	-	-	-
4	90.000	5.100	4.900	-	-	-	-	-	-
5	99.930	0.040	0.030	-	-	-	-	-	-
6	86.700	5.200	8.100	-	-	-	-	-	-
7	84.100	6.100	-	9.800	-	-	-	-	-
8	76.600	10.300	-	13.100	-	-	-	-	-
9	89.085	10.900	-	0.015	-	-	-	-	-
10	96.500	2.400	-	1.100	-	-	-	-	-
11	99.860	0.040	-	0.100	-	-	-	-	-
12	72.900	5.400	-	21.700	-	-	-	-	-
13	96.100	3.000	-	-	0.900	-	-	-	-
14	86.500	11.800	-	-	1.700	-	-	-	-
15	98.893	1.100	-	-	0.007	-	-	-	-
16	85.800	6.300	-	-	7.900	-	-	-	-
17	88.140	0.060	-	-	11.800	-	-	-	-
18	86.000	10.700	-	-	3.300	-	-	-	-
19	87.900	4.300	-	-	-	7.800	-	-	-

20	83.900	8.900	-	-	-	7.200	-	-	-
21	92.893	7.100	-	-	-	0.007	-	-	-
22	87.100	8.100	-	-	-	4.800	-	-	-
23	99.940	0.040	-	-	-	0.020	-	-	-
24	87.400	2.900	-	-	-	9.700	-	-	-
25	83.300	4.800	-	-	-	-	11.900	-	-
26	75.800	9.900	-	-	-	-	14.300	-	-

【0080】

[表2]

表2

試樣 No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC ₂	Y ₂ O ₃	B ₄ C
	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%
27	90.580	9.400	-	-	-	-	0.020	-	-
28	82.000	7.900	-	-	-	-	10.100	-	-
29	99.930	0.040	-	-	-	-	0.030	-	-
30	85.400	9.200	-	-	-	-	5.400	-	-
31	86.700	5.100	-	-	-	-	-	8.200	-
32	81.700	10.400	-	-	-	-	-	7.900	-
33	90.790	9.200	-	-	-	-	-	0.010	-
34	86.100	5.600	-	-	-	-	-	8.300	-
35	99.930	0.040	-	-	-	-	-	0.030	-
36	88.720	10.800	-	-	-	-	-	0.480	-
37	94.500	0.700	-	-	-	-	-	-	4.800
38	91.700	5.100	-	-	-	-	-	-	3.200
39	88.850	11.100	-	-	-	-	-	-	0.050
40	85.000	10.100	-	-	-	-	-	-	4.900
41	99.360	0.040	-	-	-	-	-	-	0.600
42	85.600	11.900	-	-	-	-	-	-	2.500
43	94.600	2.200	1.500	-	1.700	-	-	-	-
44	83.900	8.100	5.900	2.100	-	-	-	-	-
45	91.990	8.000	0.007	-	-	0.003	-	-	-
46	86.800	10.000	1.100	-	-	-	-	-	2.100
47	87.400	12.100	0.290	-	-	-	0.210	-	-
48	90.200	6.000	1.700	-	-	-	-	2.100	-
49	60.800	37.700	1.500	-	-	-	-	-	-
50	87.599	12.400	0.001	-	-	-	-	-	-
51	93.000	6.100	0.900	-	-	-	-	-	-
52	53.900	11.400	34.700	-	-	-	-	-	-

【0081】

[表3]

表3

試樣 No.	原料粉末								
	WC	Co	TiCN	TaC	NbC	ZrC	CeC ₂	Y ₂ O ₃	B ₄ C
	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%
53	60.700	37.500	-	1.800	-	-	-	-	-
54	87.599	12.400	-	0.001	-	-	-	-	-
55	92.300	6.100	-	1.600	-	-	-	-	-
56	62.100	8.100	-	29.800	-	-	-	-	-
57	63.700	34.700	-	-	1.600	-	-	-	-
58	87.599	12.400	-	-	0.001	-	-	-	-
59	92.600	6.300	-	-	1.100	-	-	-	-
60	53.900	11.400	-	-	34.700	-	-	-	-
61	63.700	34.900	-	-	-	1.400	-	-	-
62	87.599	12.400	-	-	-	0.001	-	-	-
63	92.800	6.100	-	-	-	1.100	-	-	-
64	57.800	12.200	-	-	-	30.000	-	-	-
65	63.500	35.100	-	-	-	-	1.400	-	-
66	87.599	12.400	-	-	-	-	0.001	-	-
67	92.800	6.100	-	-	-	-	1.100	-	-
68	61.800	8.200	-	-	-	-	30.000	-	-
69	63.600	35.000	-	-	-	-	-	1.400	-
70	87.599	12.400	-	-	-	-	-	0.001	-
71	92.800	6.100	-	-	-	-	-	1.100	-
72	61.900	8.100	-	-	-	-	-	30.000	-
73	64.520	35.000	-	-	-	-	-	-	0.480
74	87.599	12.400	-	-	-	-	-	-	0.001
75	93.010	6.200	-	-	-	-	-	-	0.790
76	67.900	12.100	-	-	-	-	-	-	20.000

【0082】

用珠磨機對原料粉末進行混合，而獲得混合粉末。混合條件(中值徑、轉速、填充率、時間)如下所述。「填充率」係指珠粒填充率。

《試樣1～試樣48》

中值徑6 mm、轉速200 rpm、填充率40%、混合時間20小時。

《試樣49～試樣76》

中值徑6 mm、轉速100 rpm、填充率40%、混合時間10小時。

【0083】

繼而，藉由對混合粉末進行加壓成形，而製作切削刀片形狀之成形體。繼而，對成形體進行燒結，而獲得超硬合金中間物。各試樣之燒結條件如下所述。

《試樣1～試樣48》

第1燒結步驟：於Ar氣體中以5 MPa之壓力、1450°C之溫度保持400分鐘。

第2燒結步驟：於Ar氣體中以5 MPa之壓力、1350°C之溫度保持300分鐘。

《試樣49～試樣76》

第1燒結步驟：於Ar氣體中以0.1 MPa之壓力、1450°C之溫度保持60分鐘。

第2燒結步驟：無。

【0084】

「第1燒結步驟」係指剛開始燒結後立即進行之燒結步驟。「第2燒結步驟」係指在第1燒結步驟後進行之第二階段之燒結步驟。第2燒結步驟之「無」之記載表示未進行第2燒結步驟。繼而，於Ar氣體中，於壓力200 MPaG之條件下對超硬合金中間物進行急冷。藉由熱均壓加壓(HIP)裝置，對冷卻後之超硬合金中間物進行HIP處理，從而獲得各試樣之超硬合金。HIP處理之條件如下所述。

《試樣1～試樣48》

使其負荷100 MPa之壓力120分鐘。

《試樣49～試樣76》

使其負荷10 MPa之壓力60分鐘。

【0085】

[切削工具之製作]

對所獲得之超硬合金進行加工，而製作刀尖更換型切削工具(形狀：端銑刀)。

【0086】

[超硬合金之評價]

<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%)>

測定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%)。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表4～表6之「超硬合金」之「WC粒子含有率」及「結合相含有率」一欄。進而，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4～表6之「超硬合金」之「WC粒子+結合相含有率」一欄。於表4～表6中，確認到「WC粒子+結合相含有率」一欄未達100體積%之超硬合金含有包含第1元素之化合物之析出物或固溶體(例如TiCN或TaC)等。

【0087】

<結合相中之鈷含有率>

對於各試樣之超硬合金，測定結合相中之鈷含有率。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表4～表6之「超硬合金」之「結合相中之Co含有率」一欄。

【0088】

<超硬合金之第1元素之合計含有率>

對於各試樣之超硬合金，測定超硬合金之第1元素之種類及合計含有率。具體之測定方法如實施方式1所記載。將結果示於表7～表9之「超硬合金」之「第1元素種類」及「第1元素合計含有率」一欄。

【0089】

<線分析>

對於各試樣之超硬合金，進行實施方式1所示之線分析，而獲得第1曲線圖。於各試樣之第1曲線圖中，確認在最接近原點之鎢之峰W1與最接近峰W1之鎢之另一峰W2之間是否存在第1元素各者之最大峰M。將結果示於表7～表9之「超硬合金」之「最大峰M」一欄。「有」表示存在最大峰M，「無」表示不存在最大峰M。於存在複數個最大峰M之情形時，將全部最大峰均存在於W1與W2之間之情形表示為「有」。

【0090】

對於存在「最大峰M」之試樣，測定強度IB相對於最大峰M之最大峰強度IA之比率 IB/IA 。此處，強度IB係自最大峰強度之距離P1往向與第1曲線圖之原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之第1元素之經標準化之強度。將結果示於表7～表9之「超硬合金」之「 IB/IA 」一欄。

【0091】

[表4]

表4

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	結合相中之Co含有率
	體積%	體積%	體積%	質量%
1	81.6	13.6	95.2	50.0
2	74.3	20.0	94.3	99.9
3	83.8	16.1	99.9	99.9
4	78.0	18.0	96.0	59.3
5	99.8	0.1	99.9	94.2
6	71.6	8.4	80.0	90.8
7	80.7	15.1	95.8	50.0
8	72.1	20.0	92.1	73.9
9	81.9	18.0	99.9	99.9
10	94.8	5.0	99.8	75.3
11	99.8	0.1	99.9	79.3
12	72.8	7.2	80.0	96.1
13	80.1	11.0	91.1	50.0
14	78.6	20.0	98.6	95.8
15	98.2	1.8	99.9	99.7
16	65.2	14.9	80.1	67.3
17	79.9	0.1	80.0	87.8
18	77.1	18.0	95.1	96.7
19	77.0	15.0	92.0	50.0
20	71.1	20.0	91.1	73.2
21	87.7	12.2	99.9	99.8
22	76.8	18.0	94.8	75.1
23	99.8	0.1	99.9	89.9
24	74.5	5.5	80.0	87.1
25	69.1	16.0	85.1	50.0
26	60.0	20.0	80.0	74.9

【0092】

[表5]

表5

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	結合相中之Co含有率
	體積%	體積%	體積%	質量%
27	84.2	15.7	99.9	99.8
28	68.8	12.0	80.8	56.1
29	99.2	0.1	99.3	90.1
30	73.7	18.0	91.7	83.1
31	72.8	20.0	92.8	50.0
32	65.0	15.0	80.0	99.2
33	85.1	14.8	99.9	99.9
34	70.9	10.0	80.9	87.4
35	9.9	0.1	10.0	92.5
36	80.6	18.0	98.6	98.8
37	82.3	3.0	85.3	50.0
38	70.0	10.0	80.0	90.8
39	80.2	18.0	98.2	99.6
40	67.1	15.0	82.1	97.0
41	95.3	0.1	95.4	98.2
42	72.5	20.0	92.5	97.1
43	87.1	9.0	96.1	50.0
44	68.0	12.0	80.0	97.2
45	86.6	13.0	99.6	99.9
46	75.4	18.0	93.4	90.6
47	79.4	20.0	99.4	97.7
48	78.2	13.0	91.2	82.3
49	46.2	50.0	96.2	99.9
50	77.8	20.0	97.8	99.9
51	86.5	12.0	98.5	91.4
52	27.2	15.0	42.2	81.5

【0093】

[表6]

表6

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	結合相中之Co含有率
	體積%	體積%	體積%	質量%
53	45.4	50.0	95.4	98.2
54	76.6	20.0	96.6	99.9
55	88.1	10.0	98.1	98.0
56	59.6	15.0	74.6	82.5
57	49.3	50.0	99.3	95.3
58	79.7	20.0	99.7	99.9
59	88.1	10.0	98.1	97.9
60	39.3	15.0	54.3	97.3
61	49.4	50.0	99.4	96.8
62	79.9	20.0	99.9	99.9
63	87.3	10.0	97.3	99.8
64	39.1	15.0	54.1	96.1
65	49.3	50.0	99.3	96.5
66	78.3	20.0	98.3	99.5
67	87.0	10.0	97.0	98.9
68	42.7	10.0	52.7	97.5
69	49.1	50.0	99.1	97.1
70	79.3	20.0	99.3	99.7
71	86.2	10.0	96.2	99.6
72	36.6	10.0	46.6	89.6
73	49.8	50.0	99.8	98.8
74	79.9	20.0	99.9	99.7
75	85.2	10.0	95.2	99.4
76	30.8	10.0	40.8	98.7

【0094】

[表7]

表7

試樣No.	超硬合金				切削試驗
	第1元素		最大峰M	IB/IA	切削距離
	種類	合計含有率			
		原子%	有/無		m
1	Ti	12.000	有	0.80	3.70
2	Ti	3.300	有	0.61	1.60
3	Ti	0.010	有	0.51	2.50
4	Ti	10.000	有	0.74	3.20
5	Ti	0.080	有	0.59	1.90
6	Ti	17.200	有	0.87	2.30
7	Ta	8.300	有	0.72	4.30
8	Ta	10.500	有	0.77	1.40
9	Ta	0.010	有	0.51	1.90
10	Ta	1.000	有	0.61	2.30
11	Ta	0.080	有	0.54	2.10
12	Ta	20.000	有	0.91	3.40
13	Nb	1.120	有	0.61	2.00
14	Nb	1.780	有	0.65	1.60
15	Nb	0.010	有	0.51	1.80
16	Nb	10.100	有	0.80	4.70
17	Nb	20.000	有	0.92	2.10
18	Nb	4.300	有	0.72	2.90
19	Zr	9.800	有	0.78	2.50
20	Zr	9.400	有	0.75	1.20
21	Zr	0.010	有	0.51	2.70
22	Zr	7.200	有	0.74	3.20
23	Zr	0.030	有	0.52	1.90
24	Zr	14.200	有	0.82	1.80
25	Ce	7.100	有	0.66	3.00
26	Ce	7.500	有	0.68	1.60

【0095】

[表8]

表8

試樣No.	超硬合金				切削試驗
	第1元素		最大峰M	IB/IA	切削距離
	種類	合計含有率			
		原子%	有/無		m
27	Ce	0.010	有	0.51	2.30
28	Ce	9.800	有	0.71	3.40
29	Ce	0.020	有	0.51	2.00
30	Ce	2.900	有	0.58	2.20
31	Y	9.900	有	0.78	1.20
32	Y	8.900	有	0.75	3.00
33	Y	0.010	有	0.51	2.70
34	Y	10.000	有	0.81	1.90
35	Y	0.040	有	0.53	1.60
36	Y	0.490	有	0.59	2.10
37	B	8.400	有	0.78	2.50
38	B	4.500	有	0.65	3.70
39	B	0.010	有	0.51	1.90
40	B	9.800	有	0.81	3.20
41	B	0.700	有	0.57	1.50
42	B	2.000	有	0.62	1.40
43	Ti、Nb	5.100	有	0.71	2.10
44	Ti、Ta	14.900	有	0.79	1.90
45	Ti、Zr	0.010	有	0.51	2.70
46	Ti、B	6.300	有	0.72	3.20
47	Ti、Ce	0.390	有	0.56	1.30
48	Ti、Y	10.000	有	0.74	3.40
49	Ti	1.400	無	-	0.04
50	Ti	0.001	無	-	0.90
51	Ti	1.700	無	-	0.80
52	Ti	47.900	無	-	0.10

【0096】

[表9]

表9

試樣No.	超硬合金				切削試驗
	第1元素		最大峰M	IB/IA	切削距離
	種類	合計含有率			m
		原子%	有/無		
53	Ta	1.100	無	-	0.10
54	Ta	0.0008	無	-	0.80
55	Ta	0.870	無	-	0.70
56	Ta	25.300	無	-	0.03
57	Nb	1.400	無	-	0.04
58	Nb	0.001	無	-	0.60
59	Nb	1.600	無	-	0.50
60	Nb	36.500	無	-	0.01
61	Zr	1.300	無	-	0.07
62	Zr	0.001	無	-	0.90
63	Zr	1.600	無	-	0.50
64	Zr	32.300	無	-	0.05
65	Ce	0.920	無	-	0.06
66	Ce	0.0008	無	-	0.70
67	Ce	0.800	無	-	0.70
68	Ce	24.400	無	-	0.05
69	Y	1.000	無	-	0.10
70	Y	0.001	無	-	0.70
71	Y	1.500	無	-	0.60
72	Y	35.600	無	-	0.01
73	B	0.420	無	-	0.02
74	B	0.008	無	-	0.90
75	B	1.200	無	-	0.50
76	B	28.400	無	-	0.01

【0097】

< 切削試驗 >

使用各試樣之切削工具，於以下條件下進行端銑刀加工，每隔0.01 m之切削距離來測定刀腹面之磨耗量。將磨耗量達到0.1 mm之時間點之切

削距離設為工具壽命。將結果示於表7～表9之「切削試驗」一欄。切削距離越長，則表示工具壽命越長。

【0098】

《切削條件》

被切削材料：SKD11

加工：側面加工

切削速度：60 m/min

每一刃之進給量 f_z ：0.1 mm/t

軸向之切入深度 a_p ：0.2 mm

半徑方向之切入深度 a_e ：0.1 mm

切削液：水溶性切削油

上述之切削條件適用於高硬度材料之切削加工。

【0099】

<探討>

試樣1～試樣48之超硬合金及切削工具屬於實施例。試樣49～試樣76之超硬合金及切削工具屬於比較例。確認到，試樣1～試樣48(實施例)之切削工具與試樣49～試樣76(比較例)之切削工具相比，在高硬度材料之切削加工中表現出更長之工具壽命。推測其原因在於，由於試樣1～試樣48(實施例)之超硬合金具有峰M，且比率IB/IA超過0.5，因此耐磨性得到提高。

【0100】

雖然如上所述對本發明之實施方式及實施例進行了說明，但從最初開始已計劃對上述之各實施方式及實施例之構成進行適當組合，或進行多

種變化。

【0101】

應認為，本次所揭示之實施方式及實施例於所有方面均為例示，而不具限制性。本發明之範圍係由申請專利範圍而非上述實施方式及實施例表示，並且旨在包括與申請專利範圍等同之含義、及範圍內之所有變更。

【符號說明】

【0102】

1:碳化鎢粒子

2:結合相

3:超硬合金

10:切削工具

11:刀尖

IA:最大峰強度

IB:強度

I_{w1}:最大峰強度

I_{w2}:最大峰強度

M:最大峰

P1:距離

P2:距離

P_{w1}:距離

P_{w2}:距離

W1:峰

W2:另一峰

【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80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0.1體積%以上20體積%以下之上述結合相，

上述超硬合金包含選自由鈦、鉭、鈮、鋳、鈾、釷、及硼所組成之群中之至少一種第1元素，

上述超硬合金包含合計0.01原子%以上20原子%以下之上述第1元素，

上述結合相包含50質量%以上之鈷，

沿著自彼此相鄰之上述結合相朝向上述碳化鎢粒子之第1方向，使用穿透式電子顯微鏡所附帶之能量分散型X射線光譜裝置進行線分析，將所獲得之結果示於X軸為距鈷顯示最大強度之位置之距離、且Y軸為經標準化之強度之座標系中所示的第1曲線圖中，

在最接近原點之鎢之峰W1與最接近上述峰W1之鎢之另一峰W2之間存在上述第1元素各者之最大峰M，

上述第1元素各者中，強度IB相對於上述最大峰M之最大峰強度IA之比率IB/IA超過0.5，

上述強度IB係自上述最大峰強度IA之距離P1往向與上述原點相反之側之距離為0.2 nm的距離P2處之上述第1元素之強度。

【請求項2】

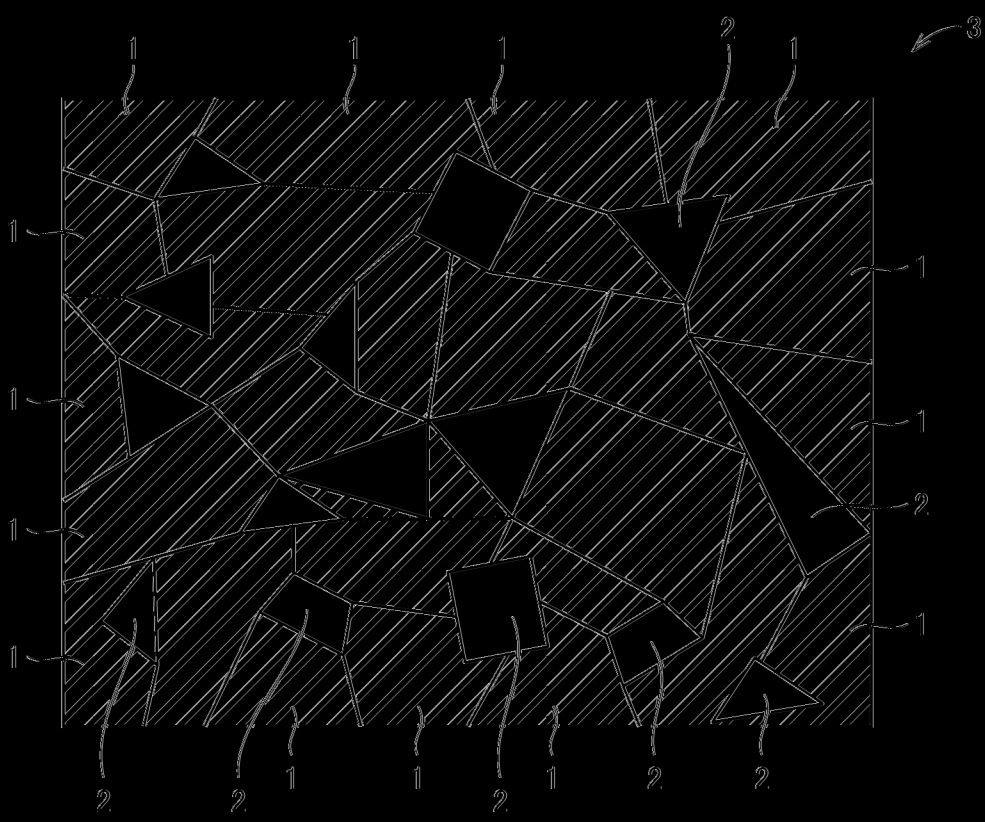
如請求項1之超硬合金，其中上述超硬合金包含18體積%以下之上述

結合相。

【請求項3】

一種切削工具，其具備包含如請求項1或2之超硬合金之刀尖。

|(發明圖式)|



|(圖1)|

