



(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 202309307 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：111116157

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 28 日

(51)Int. Cl. : C22C29/08 (2006.01)

B32B27/18 (2006.01)

E01C23/08 (2006.01)

(30)優先權：2021/05/03 德國

10 2021 111 370.9

2021/08/04 德國

10 2021 120 273.6

(71)申請人：德商必泰克有限兩合公司(德國) BETEK GMBH & CO. KG (DE)

德國

(72)發明人：海科 弗里德里克斯 HEIKO, FRIEDERICH (DE)；布瑞塔 菲利普 BRITTA, PHILIPP (DE)；戴維 赫梅利克 DAVID, CHMELIK (DE)；發明人放棄姓名表示權 This inventor has agreed to waive the entitlement to designation (DE)；烏爾利希 克萊墨 ULRICH, KRAMER (DE)；亞歷山大 哈勒 ALEXANDER, HALLER (DE)；托比亞斯 希爾格特 TOBIAS, HILGERT (DE)

(74)代理人：陳絲倩；郭建中

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：27 項 圖式數：12 共 46 頁

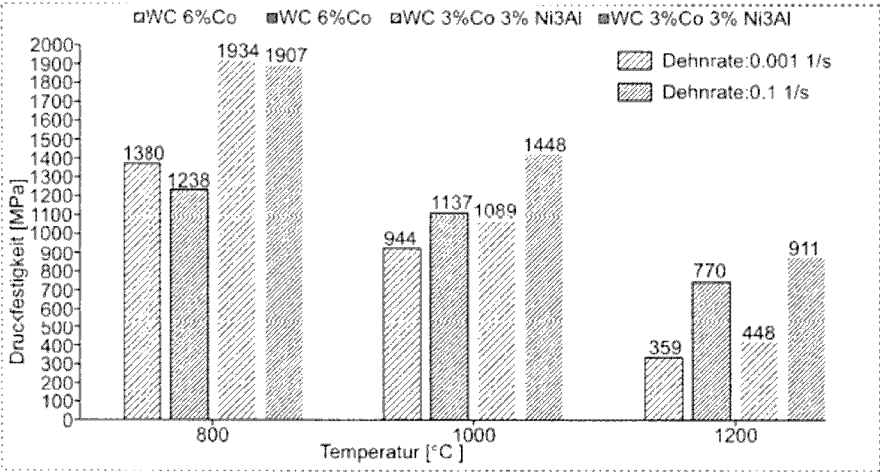
(54)名稱

生產具有強化粘結相的燒結碳化物材料的方法

(57)摘要

本發明涉及一種燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，其具有 70 至 95Gew.%的、優選 80 至 95Gew.%的分散形式的碳化鎢，和粘結相，其中粘結相具有金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料具有 Co，其中粘結相包含金屬間的相材料和/或溶解的元素 Ni 和 Al，其中當存在時，金屬間的相材料根據結構式(M,Y)₃(Al,X)形成，其中 M=Ni，Y=Co 和/或是其他的組成部分，並且 X=鎢和/或是其他的組成部分，其中粘結相具有以下化學元素組分：Ni > 25Gew.%，Al > 4Gew.%，其餘為 Co 和溶解的粘結劑組成部分，例如 W 和/或 C。這種燒結碳化物材料的特徵在於高耐磨性，同時具有高斷裂韌性。

指定代表圖：



【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】 生產具有強化粘結相的燒結碳化物材料的方法

【英文發明名稱】 VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES

SINTERKARBID-MATERIALS MIT VERSTARKTER BINDERPHASE

【中文】本發明涉及一種燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，其具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的分散形式的碳化鎢，和粘結相，其中粘結相具有金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料具有Co，其中粘結相包含金屬間的相材料和/或溶解的元素Ni和Al，其中當存在時，金屬間的相材料根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，其中 $M=Ni$ ， $Y=Co$ 和/或是其他的組成部分，並且 $X=鎢$ 和/或是其他的組成部分，其中粘結相具有以下化學元素組分： $Ni > 25Gew.\%$ ， $Al > 4Gew.\%$ ，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。這種燒結碳化物材料的特徵在於高耐磨性，同時具有高斷裂韌性。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 生產具有強化粘結相的燒結碳化物材料的方法

【英文發明名稱】 VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES

SINTERKARBID-MATERIALS MIT VERSTARKTER BINDERPHASE

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種燒結碳化物材料（Sinterkarbid-Material）、特別是硬質金屬，其具有70至95Gew.%（重量百分比）的、分散形式的碳化鎢和粘結相（Binderphase），其中粘結相具有金屬粘結劑材料，特別是Co。

【先前技術】

【0002】 EP 2 691 198 B1中描述了一種此類燒結碳化物材料（即硬質金屬體）及其製造方法。根據這一已知的方法混合粉末，該粉末具有粗粒的碳化鎢、超過化學計量份額的碳和鈷粉末。附加地，粉末形式的鎢被添加給粉末。鎢粉末和鈷粉末的平均粒徑約為1 μ m。粗粒的碳化鎢具有40.8 μ m的平均粒徑。

【0003】 然後，將所述粉末在球磨中研磨，並且加入己烷和石蠟。由該混合物壓制生坯（Grünling），並隨後燒結該生坯。在燒結處理之後，對所獲得的燒結碳化物材料進行熱處理。在此，將燒結碳化物材料加熱至600°C並在該溫度保持10小時。

【0004】 在隨後的冷卻過程之後，對燒結碳化物材料進行分析。在此已知的是：燒結碳化物材料在粘結相中具有納米顆粒，其中該納米顆粒具有小於

10 nm的尺寸。納米顆粒可以通過 η 相($\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$)或($\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$)或通過 θ 相($\text{Co}_2\text{W}_4\text{C}$)形成。納米顆粒的細微性小於10nm。

【0005】 已知的是：伴隨納米顆粒有粘結相的強化。由此，可增加燒結碳化物材料的硬度。此種材料的缺點是納米顆粒可能缺乏熱穩定性。因此，該材料僅被受限地用於高溫應用或有高溫輸入的應用。

【0006】 在加工岩石時以及在銑削瀝青和混凝土時，由於摩擦，在工具表面處會形成非常高的溫度。硬質材料碳化鎢在這些溫度下具有高的熱硬度，並且受溫度的影響不大。然而，金屬粘結劑的強度在所述溫度下會急劇降低。由於因使用所引起的應力，金屬粘結劑的有所降低的強度會導致磨損損耗增加和/或導致粘結相的擠出。由此，碳化鎢的顆粒不再能夠被保持在硬質金屬中。

【發明內容】

【0007】 本發明的目的是：提供一種燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，其具有改進的耐磨性並且同時具有高的斷裂強度。

【0008】 所述目的借助請求項1的特徵來實現。因此，提出一種燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，其具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的分散形式的碳化鎢，和粘結相，其中粘結相具有金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料具有Co，其中粘結相包含金屬間的相材料和/或溶解的元素Ni和Al，其中如果存在的話，金屬間的相材料根據結構式 $(\text{M}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{X})$ 形成，其中 $\text{M}=\text{Ni}$ ， $\text{Y}=\text{Co}$ 和/或是另外的組成部分，並且 $\text{X}=\text{鎢}$ 和/或是另外的組成部分，其中粘結相具有以下化學元素組分：Ni > 25Gew.%，Al > 4Gew.%，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【0009】 因此，根據本發明提出一種燒結碳化物材料、尤其是硬質金屬，其具有強化粘結相和/或準備用於構成強化粘結相。在這兩種情況下，粘結相的強化經由金屬間的相材料實現。

【0010】 如果金屬間的相材料已經存在于粘結相中，則該金屬間的相材料直接強化粘結相。

【0011】 如果粘結相中的燒結碳化物材料具有溶解的元素Ni和Al，則通過燒結碳化物材料的熱處理形成金屬間的相材料，所述金屬間的相材料隨後引起粘結相的強化。

【0012】 在此，在熱處理期間，來自粘結相的元素Ni、Co、W和Al結合，以形成金屬間的相材料。所述金屬間的相材料根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，其中 $M=Ni$ ， $Y=Co$ 和/或是其他組成部分並且 $X=鎢$ 和/或其他組成部分。

【0013】 在此，燒結碳化物材料的熱處理能夠以不同的方式實現，所述不同的方式適用於按照預期來構成金屬間的相材料。

【0014】 在此其特別涉及熱處理，尤其是從外部將熱量引入燒結碳化物材料中。例如，可通過借助於主動源產生熱或冷並將該熱或冷引入材料中或從材料中取出的方式來進行熱處理。例如，金屬間的相材料可相應地在其中引入了燒結碳化物材料的爐中形成。還可考慮的是：借助於加熱裝置（例如燃燒器）向燒結碳化物材料的表面的至少一部分施加熱。

【0015】 替選地，可以考慮：存在激發源（Anregungsquelle），該激發源將能量引入燒結碳化物材料中，從而在其中產生熱。在此，例如，激發源可為感應線圈或鐳射裝置。

【0016】 替選地，也可以考慮：熱量產生通過被動加熱來實現，即通過在優選按預期的運行狀態下或在處理（特別是產生）燒結碳化物材料的方法步驟的過程中使用燒結碳化物材料來實現。

【0017】 例如，在此通過摩擦在燒結碳化物材料中實現熱量產生，所述摩擦是例如在燒結碳化物材料的按預期的應用、特別是按預期的使用、特別是工具使用中發生的。如果涉及到工具，則工具相對於要加工的物體（例如在道路銑削鑿刀的情況下，所述道路銑削鑿刀相對於車道表面）相對移動，由此形成摩擦能量，該摩擦能量導致在燒結碳化物材料中形成熱量。在此形成的熱量可被用於：通過在燒結碳化物材料中至少部分地構成金屬間的相材料來實現粘結相的自增化效果。

【0018】 還可以考慮：在將燒結碳化物材料施加在載體上——例如施加在工具基體或工具載體上——的方法步驟的過程中對燒結碳化物材料進行被動加熱。由此形成的熱量可用於構成金屬間的相材料。在此，可想到的接合方法是熔焊方法，例如摩擦熔焊方法、電子束熔焊方法、釐焊方法（例如硬釐焊方法、爐釐焊方法、感應釐焊方法、擴散釐焊方法）、複合方法（例如爆炸複合）。

【0019】 為了實現上述效果，根據本發明提出：粘結相具有以下化學元素組分：Ni > 25Gew.%, Al > 4Gew.%, 其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【0020】 金屬間的相材料在金屬粘結劑中形成結晶嵌層（Einlagerung）。

【0021】 所述金屬間的相材料與其中嵌入有它的金屬粘結劑材料相比（特別是在較高的溫度下）具有明顯更高的強度。在暴露於損耗侵蝕的燒結碳

化物材料表面處，當金屬間的相材料例如在地面處理工具中使用時，所述金屬間的相材料可減少金屬粘結劑材料的侵蝕或擠出。

【0022】 由地面處理工具的運動以及被鬆動的土壤材料和剩餘的土壤材料形成了燒結碳化物材料的磨損負荷和機械負荷。在此，碳化鎢顆粒以足夠的耐磨性抵消所述損耗侵蝕。在現有技術中成問題的是如下粘結劑材料，此種粘結劑材料相對於碳化鎢而言具有明顯較低的強度。現在根據本發明，在粘結相中集成有金屬間的相材料，或者在其中構成有金屬間的相材料，從而防止了金屬粘結劑材料被快速侵蝕或擠出。

【0023】 此外已令人驚訝地顯示出的是：金屬間的相材料能夠強化燒結碳化物材料的內部結構。如果有過於強烈的、突然的應力，則金屬間的相材料的晶體減少或防止了碳化鎢顆粒在結合有它們的粘結相的區域中滑落，從而減少或防止粘結相的過度的塑性變形。特別地，在此，金屬間的相材料的各個晶體相互支撐。這特別是在高的工具使用溫度下有顯著的優勢，因為在此種溫度下，粘結相中的Co的強度儘管有所降低，但金屬間的相材料仍然能可靠地為粘結劑材料提供足夠的支撐作用。

【0024】 總之已知的是：借助於根據本發明的解決方案可實現燒結碳化物材料的耐磨性的顯著提高。實驗表明：例如，使用按照用於道路銑刨機的圓柄鏟刀的切削尖端形式的、根據本發明的燒結碳化物材料可得到高達50%的、更高的耐磨性。在此已顯示出的是：能夠在銑削瀝青道路表面和混凝土道路表面時實現耐磨性的顯著提高。

【0025】 借助於根據本發明的燒結碳化物材料，尤其是可將工具的工作區域設計成用於特別是在農業或林業或道路、採礦或隧道建設領域中加工、鬆散、輸送和處理植物材料或礦物材料或建築原料。

【0026】 如果在燒結碳化物材料中存在金屬間的相材料，則根據本發明的變體可提出：金屬粘結劑材料在燒結碳化物材料中的份額為1至28Gew.%，優選1至19Gew.%。在此，除了不可避免的雜質外，所述金屬粘結劑材料的全部份額或幾乎全部分可由Co形成。這種材料選擇產生特別堅韌的粘結相，該粘結相可有效地通過現有的或要形成的金屬間的相材料來強化。

【0027】 根據一個發明變形形式可以提出：燒結碳化物材料中的元素Ni和Al的總和至少在燒結碳化物體的1至28Gew.%的範圍中，優選在1.5至19Gew.%的範圍中。所述範圍數值考慮了來自可能存在的金屬間的相材料的Ni和Al以及在粘結相中溶解的Ni或Al。特別地，可借助這種組分創建用於地面加工的特別高要求的硬質金屬工具。

【0028】 如果在燒結碳化物材料中沒有或僅存在少量的金屬間的相材料，則根據一個發明變型形式可以提出：在燒結碳化物材料中粘結相的份額為5至30Gew.%，優選5至20Gew.%。在此，粘結相可主要由金屬粘結劑材料Co形成。附加地，Al和Ni可以作為金屬粘結劑材料溶解在粘結相中。最後，其他元素和不可避免的雜質也可存在于粘結相中。

【0029】 根據本發明還可以提出：除了不可避免的雜質之外，粘結相除了Co、Ni、Al之外還具有其它組成部分，特別是溶解的W、C和/或Fe。

【0030】 根據本發明，可選地存在于粘結相中的金屬間的相材料根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，或者，金屬間的相材料可按該結構式由所製成的燒結

碳化物材料中的元素組分來形成，其中 $M=Ni$ ， $Y=Co$ 和/或是其他組成部分，並且 $X=Mo$ 和/或是其他組成部分。

【0031】 如果金屬間的相材料存在于粘結相中，則優選在大多數的金屬間相材料晶體中 $Y=Co$ 和 $X=W$ 。相應地，將在燒結碳化物材料中的粘結相中溶解的組成部分的組分選擇為，使得金屬間的相材料能夠以該方式通過熱處理或熱學作用而形成（見上文）。

【0032】 附加地，在金屬間的相材料（ Al ， X ）的一些晶體或所有晶體中， X 以 W 並且以 Mo 和/或 Nb 和/或 Ti 和/或 Ta 和/或 Cr 和/或 V 的形式存在。相應地，在所製成的燒結碳化物材料中的粘結相中溶解的組成部分的組分可選擇為，使得金屬間的相材料能夠以該方式通過熱處理或熱作用形成（見上文）。

【0033】 根據本發明可提出的是：粘結相具有兩種或更多種金屬間的相材料或具有僅一種唯一的金屬間的相材料，和/或，燒結碳化物材料製備成，使得兩種或更多種金屬間的相材料或僅一種唯一的金屬間的相材料通過熱處理或熱作用形成。

【0034】 根據一個優選的發明設計方案，可提出粘結相具有以下化學元素組分：

【0035】 $Ni > 35\text{Gew.}\%$ ， $Al > 5\text{Gew.}\%$ ，其餘為 Co 和溶解的粘結劑組成部分，例如 W 和/或 C ，

【0036】 特別優選地， $Ni > 40\text{Gew.}\%$ ， $Al > 6.5\text{Gew.}\%$ ，其餘為 Co 和溶解的粘結劑組成部分，例如 W 和/或 C 。

【0037】 在此，所述資料涉及粘結相中的相應物質的總含量。因此，該資料考慮了溶解形式的相應的元素並且附加地還考慮了以結合在金屬間的相材料中的方式存在的相應的元素。

【0038】 已知的是：借助所給出的數值資料為粘結相實現了最佳的強化作用。

【0039】 為了能夠用金屬間的相材料最佳地強化粘結相，在本發明的範疇內可提出的是：品質份額Al與Ni之比 >0.10 ，優選 >0.12 。

【0040】 在此，還優選可提出的是：品質份額Al與Ni之比 ≤ 0.46 ，優選 ≤ 0.18 ，特別優選 ≤ 0.16 。

【0041】 上述涉及品質份額Al與Ni之比的資料考慮了總品質份額，即金屬間的相材料（如果存在）中溶解的元素Al和Ni以及Al和Ni。可借助標準ICP測量來驗證Al和Ni的品質份額。

【0042】 一個可考慮的發明變型形式是：燒結碳化物材料具有至少兩個體積區域，其中在第一體積區域中，以體積單位計的金屬間的相材料的相對份額大於在第二體積區域中。通過至少兩個體積區域的設計方案，可有針對性地影響燒結碳化物材料的特性，特別是工具特性。因此，例如，經受高磨損損耗的區域可具有包括較高的金屬間的相材料相對份額的體積區域。與之相對必須滿足韌性的特定要求的區域可具有包括低的金屬間的相材料相對份額的體積區域。為了完整起見，關於此點應該指出：第二體積區域相對於第一體積區域具有較低的金屬間的相材料的相對份額，所述第二體積區域也可以沒有金屬間的相材料。

【0043】 一個可考慮的發明替選方案是：具有高的金屬間的相材料的相對份額的第一體積區域由燒結碳化物材料表面的至少一個區域限界。通過該方式，在燒結碳化物材料的表面處實現高耐磨損。優選地，第二體積區域不鄰接於燒結碳化物材料的表面進行設置，而是位於燒結碳化物材料的內部。在此，其確保了高抗斷裂性。

【0044】 替選地，還可以提出：相對於第一體積區域，第二體積區域——其具有較低的金屬間的相材料相對份額或沒有金屬間的相材料——由燒結體表面的至少一個區域限界，並且優選地第一體積區域不鄰接於燒結碳化物材料的表面。由此實現如下工具，該工具在使用工具期間按照最佳的方式以其切削輪廓匹配於切削任務，以實現最佳的使用壽命。特別地，由此可以實現所謂的再銳化效果（Nachschärfeffekt）。

【0045】 一個可考慮的發明變型形式是：粘結相（特別是金屬粘結劑材料）和/或金屬間的相材料具有Nb和/或Ti和/或Ta，和/或Mo和/或V和/或Cr，其中優選地所述材料中的一種或多種溶解形式存在于粘結相中和/或以碳化物形式存在于粘結相中。由此，可實現現有的和/或要通過熱作用或熱處理形成的金屬間的相的固相線溫度和強度的提高。由此，在燒結碳化物材料的強度保持不變的情況下需要較少的金屬間的相材料。或者，粘結劑強度由於添加而有所增加，進而高溫強度增加。

【0046】 然而，也可考慮的是：上述組成部分中的一種或多種集成到金屬間的相材料的至少一部分的晶格中，或者可通過熱學處理（熱處理或熱作用）集成到金屬間的相材料的晶格中。例如，金屬間的相材料的晶格中的鈦原

子（或上述組的另一材料）主要佔據Al或W的晶格位置，並且與W一樣提高了金屬間的相材料的析出溫度。

【0047】 由此，如果存在於燒結碳化物材料中，則金屬間的相材料可以一方面在燒結工藝期間更有效地析出，因為析出的開始在較高的溫度下已經發生並且因為在此擴散速度顯著更高。

【0048】 另一方面，通過所述措施實現了高溫強度，因為如上所述，提高了燒結碳化物材料的固相線溫度。換言之，可將金屬間的相材料重新溶解在燒結碳化物材料中所需的溫度升高。

【0049】 根據本發明還可以提出：粘結相中的Mo和/或Nb和/或Ti和/或Ta和/或Cr和/或V的份額 $\leq 15\text{at}\%$ （原子量百分比）。上述元素基本上形成碳化物。在本發明的上下文中，現在可以提出：將材料組分選擇成，使得所述元素——根據溶度積（Löslichkeitsprodukt）和它們對碳的親和力（Affinität）——以少量溶解在粘結相中，進而所述元素可嵌入到金屬間的相材料的晶格中和/或溶解在金屬粘結相中。如果期望具有高韌性的粘結相的燒結碳化物材料，則應將碳化物形式的份額保持得小。於是，所述材料應總體以 $\leq 15\text{at}\%$ 的份額存在。

【0050】 此外有利的是：用於製造燒結碳化物材料的粉末混合物可以在碳份額方面以化學計量的方式設置，因為鈦（和/或Mo和/或Nb和/或Ti和/或Ta和/或Cr和/或V）承擔鎢的任務。

【0051】 根據本發明的設計變型形式提出的是：碳份額以化學計量的方式或者以低於化學計量的方式（unterstöchiometrisch）設置。借助所述措施，由於超過化學計量的碳份額抑制或最小化燒結材料中的石墨析出。發明人已經認識到：這種嵌層對燒結碳化物材料的斷裂強度具有不利影響。

【0052】 根據本發明尤其可以提出：燒結碳化物材料中的碳份額處於以下範圍內：

$C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.003 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 與 $C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.012 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 之間，

優選處於以下範圍內：

$C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.005 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 與 $C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.01 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 之間。

【0053】 在本發明的上下文中，上述有利效果在粗粒硬質金屬的情況下特別顯著。因此，在本發明的一個優選的設計變型形式中提出：在燒結碳化物材料中的分散的碳化鎢以顆粒形式存在，該顆粒形式具有處於1和15 μm 之間的範圍內的、優選處於1.3和10 μm 之間的範圍內的、特別優選處於2.5和6 μm 之間的範圍內的平均粒徑（根據DIN ISO 4499第2部分測量）。

【0054】 優選地提出：粘結相中的Fe的最大份額為5Gew.%，和/或，在粘結相中存在其他不可避免的雜質。

【0055】 若提出現有的或通過熱處理或熱作用得出的金屬間的相（M,Y）₃（Al,X）具有根據ICSD（無機晶體結構資料庫）的L1₂晶體結構（空間群221），則得到如下在粘結相中的組織結構，其中，金屬間的相的晶體可當燒結碳化物體經受強烈負荷時在金屬粘結劑材料中相互支撐。

【0056】 優選地，針對使用目的（優選地面處理工具的使用目的）提出的是：現有的或通過熱處理或熱作用得到的金屬間的相材料具有1500nm的最大尺寸，優選地具有1000nm的最大尺寸。

【0057】 根據本發明的一個優選的設計變型形式，可以提出：燒結碳化物材料不含或盡可能不含 η 相和/或 Al_2O_3 。發明人已經認識到：以整個燒結碳化物材料計， η 相的最大份額或 Al_2O_3 的最大份額應為最大0.6Vol%（體積百分比）。如果兩種物質都存在於燒結碳化物材料中，則有利的是： η 相材料和 Al_2O_3 的總和最大為0.6Vol%。

【0058】 Al_2O_3 和/或 η 相材料的粒徑有利地最大為平均WC細微性的5倍，其中平均WC細微性和 Al_2O_3 和/或 η 相材料的粒徑可以經由（根據DIN ISO 4499第2部分的）線切割法（*Linienchnittverfahren*）獲取。

【0059】 燒結碳化物材料的韌性會受 η 相或 Al_2O_3 負面影響。在 η 相份額較高的情況下，燒結碳化物材料僅有條件地適合於高要求的地面處理工具中的應用。這同樣適用於 Al_2O_3 。

【0060】 本發明的上述目的還通過一種工具來實現，特別是粉碎工具、地面處理工具，優選用於道路銑刨機、回收機、穩定器、農業或林業地面處理機的工具，所述工具具有：基體，該基體具有工作區域，其中將由根據請求項1至17中任一項的燒結碳化物材料構成的至少一個工作元件保持在所述工作區域處，優選借助材料配合的連接來保持，尤其借助焊料連接來保持，尤其借助硬焊料連接來保持。

【0061】 優選地，燒結碳化物材料在工作區域中形成具有切削尖端或切削刃或切削邊或工作邊的切削體。也可以考慮的是：燒結碳化物材料是鎧裝覆面（*Panzerbelag*）。

【0062】 如上所述，根據本發明可以相應地提出：工作元件以切削元件的形式構成，優選地構成有至少一個切削刃和/或至少一個切削尖端，或者以磨

損保護元件的形式構成，特別是以保護板、保護條、保護銷、保護突起或保護螺栓的形式構成。

【0063】 如果提出：工具是切削工具、銑削鑿刀（特別是道路銑削鑿刀或採礦鑿刀）、犁鏵、耕耘機頭、鑽孔工具（特別是螺旋地鑽）、破碎工具（例如破碎鑿刀或破碎棒）、除草工具、木材砍伐工具或切碎工具、分餾工具（例如篩子），則得到本發明的尤其優選的應用。

【0064】 本發明的另一特別優選的應用是：銑削鑿刀具有鑿頭和直接或間接連接到鑿頭上的鑿軸，並且工作元件保持在鑿頭處。

【0065】 例如，也可以提出：工作元件由根據本發明的燒結碳化物材料形成，其中所述工作元件形成用於超硬切削尖端的載體，所述切削尖端例如由PKD材料構成。

【0066】 如上所述，燒結碳化物材料可以是具有強化粘結相的硬質金屬。所述強化可以通過在燒結工藝中冷卻期間金屬間的相材料的析出得以實現，和/或，金屬間的相材料在燒結工藝之後的熱學工藝中構成，其中將燒結碳化物材料置於使得金屬間的相材料在燒結碳化物材料中能夠析出的溫度。

【0067】 為了製造根據本發明的硬質金屬，可以通過原料的稱重——70至95Gew.%的WC、1至28Gew.%的金屬粘結劑和1至28Gew.%的金屬間的相——來選擇標稱的組分。金屬粘結劑可以具有元素Co，並且在可能的情況下具有Fe和/或其他組成部分。在稱重時，金屬間的相為Ni₃Al。

【0068】 本發明的目的還借助一種用於產生燒結碳化物材料的方法來實現，其中首先在第一方法步驟中產生前體燒結碳化物材料、特別是硬質金屬，所述前體燒結碳化物材料具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的、分散形

式的碳化鎢，並具有粘結相，其中粘結相具有金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料具有Co，其中粘結相具有溶解的元素Ni和Al，其中粘結相具有以下化學元素組分：

Ni > 25Gew.%，Al > 4Gew.%，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C，

其中在另一方法步驟中，前體燒結碳化物材料經受熱處理，以便形成燒結碳化物材料，所述燒結碳化物材料在粘結相中具有金屬間的相材料，其中金屬間的相材料根據結構式(M,Y)₃(Al,X)形成，其中M=Ni，Y=Co和/或是其他的組成部分，並且X=鎢和/或是其他的組成部分。

【0069】 在此，熱處理可以包括至少一個加熱步驟或至少一個冷卻步驟。

【0070】 根據本發明，可以優選地提出：金屬間的相材料(M,Y)₃(Al,X)的晶體的至少一部分具有根據ICSD（無機晶體結構資料庫）的L1₂晶體結構（空間群221）。

【0071】 為了可以實現粘結相的特別有效的強化，特別是在將粗粒硬質金屬作為燒結碳化物材料的情況下，可以有利地提出：金屬間的相材料的至少一部分具有1500nm的最大尺寸，優選地具有1000nm的最大尺寸（在顯微照片上根據線切割法測量）。

【0072】 可以有利地提出：按照根據本發明的方法製成的燒結碳化物材料的至少一個區域（優選其中存在金屬間的相材料的區域）的矯頑場強度H_{CM}為：

$$H_{CM} [\text{kA/m}] > (1.5 + 0.04 \cdot B) + (12.5 - 0.5 \cdot B)/D + 4 [\text{kA/m}] ,$$

優選地， $H_{CM} [kA/m] > (1.5 + 0.04*B) + (12.5-0.5*B)/D + 6 [kA/m]$ ，

尤其優選地， $H_{CM} [kA/m] > (1.5 + 0.04*B) + (12.5-0.5*B)/D + 10 [kA/m]$ ，

其中B是燒結碳化物材料中的粘結相的、以Gew.%表示的份額，並且D是分散的WC的細微性，其根據DIN ISO 4499第2部分按照線切割法獲取。

【0073】 在具有粘結相中的Co且沒有金屬間的相材料的普通硬質金屬的情況下，矯頑場強度通常用於：在粘結劑含量給定的情況下間接地獲取WC的平均細微性。根據本發明，金屬間的相材料引起矯頑場強度的顯著增加。因此，矯頑場強度可以間接地作為用於嵌入的金屬間的相材料所引起的粘結相強化的量度來評估。矯頑場強度越高，在金屬粘結劑材料、金屬間的相材料和WC之間的總邊界面越大。大量析出的金屬間的相材料引起的是：在粘結相中，尤其在高溫下（尤其是在高工具應用溫度下），金屬間的相材料的各個晶體相互良好支撐。

【0074】 燒結碳化物材料的至少一個區域的矯頑場強度， $H_{CM}[kA/m] > (1.5+0.04*B) + (12.5-0.5*B)/D + 4[kA/m]$ ，主要可以用於上面提到的磨損保護用途，例如用於損耗裝甲。

【0075】 燒結碳化物材料的至少一個區域的矯頑場強度，優選 $H_{CM}[kA/m] > (1.5+0.04*B) + (12.5-0.5*B)/D + 6[kA/m]$ ，主要可以用於上述高要求的地面處理工具。

【0076】 燒結碳化物材料的至少一個區域的矯頑場強度，優選 $H_{CM}[kA/m] > (1.5+0.04*B) + (12.5-0.5*B)/D + 10[kA/m]$ ，主要可以用於上述高性能工具。

【0077】 根據本發明的一個設計變型形式，還可以提出：燒結碳化物材料的至少一個區域的矯頑場強度比具有與燒結碳化物材料相同組分和WC細微

性的硬質金屬體的矯頑場强度高20%，其中粘結相單獨由金屬Co粘結劑形成；然而，所述金屬Co粘結劑沒有任何金屬間的相材料。

【0078】 具有相同組分的硬質金屬體因此是具有70至95Gew.%的分散形式的碳化鎢和粘結相的硬質金屬體，其中粘結相具有無金屬間的相材料的金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料在燒結碳化物材料中的份額為5至30Gew.%，並且粘結劑材料此外還具有與根據本發明的燒結碳化物材料的粘結劑材料相同或近似相同的組分。

【0079】 如上所述，矯頑場強度間接地說明金屬間的相材料在粘結相中的份額的指示或指標。因此，矯頑場強度間接地說明粘結相的強化的程度。

【0080】 在本發明的範圍內，可以將燒結碳化物材料設計成，使得以根據本發明的方法製造的燒結碳化物材料在溫度為800°C且應變速率為0.001[1/s]的情況下的熱壓強度 ≥ 1650 [MPa]，和/或，燒結碳化物材料在溫度為800°C溫度且應變速率為0.01[1/s]的情況下的熱壓強度為 ≥ 1600 [MPa]（關於直徑為8mm且高度為12mm的柱形試樣的測量結果）。借助這種燒結碳化物材料尤其可製造用於道路銑削鑿刀的切削尖端，其中金屬粘結劑材料在粘結相中的份額為5至7Gew.%，並且WC的份額在93至95Gew.%的範圍內，其中在此優選地，WC以平均粒徑在2至5 μm 範圍內的粗粒形式存在。

【0081】 製備（包括測量方法的描述）

製備：

下面描述製備方法，借助所述製備方法可以經由粉末冶金工藝程式製備具有粘結相中的金屬間的相材料的硬質金屬材料。所述粉末冶金工藝程式分為以下工

藝步驟：製備可壓縮粉末混合物；成型；以及，最後燒結成緊湊且緻密的燒結碳化物體。

【0082】 可以將不同細微性的WC粉末——尤其是粒徑FSSS > 25 μ m的粗粒WC——用作製備粉末混合物的原始材料。粘結相的原始粉末是超細鈷粉末（FSSS 1.3 μ m）和鎳鋁粉末，例如鋁含量約為13.3Gew.%的Ni-13Al粉末。Ni-Al粉末的粒徑為FSSS < 70 μ m，優選FSSS小於45 μ m。W金屬粉末（FSSS < 2 μ m）和焰黑（Flammruß）用於設置和調整目標碳含量。為了將粘結相與合金元素（如Ti、Ta、Mo、Nb、V、Cr）合金化，使用它們的碳化物粉末或使用它們的含W的、粒徑 < 3 μ m的混合碳化物。

【0083】 粉末混合物的製備根據現有技術通過濕磨（Nassmahlung）實現，優選在裝配有硬質金屬球的球磨機中實現。將乙醇和己烷用作研磨介質。其他可能的研磨介質是丙酮或具有合適抑制劑的水性介質。

【0084】 在製備粘結劑含量大於15%的燒結碳化物材料的粉末混合物時，由於粘結劑含量高並促進再結晶，因此單次研磨過程就足夠了。而在粘結劑含量最高15%的情況下，多級濕法研磨工藝有利於有效粉碎Ni-Al粉末並最小化在研磨過程期間形成氧化物。

【0085】 在第一步驟中，將Ni-Al粉末與研磨液和平均粒徑FSSS > 20 μ m（優選在30和60 μ m之間）的粗粒碳化鎢強力混合。必要時，在此還可添加壓制助劑、少量合金組成部分和鈷粉末。

【0086】 研磨參數（持續時間、研磨球與研磨物的比例、研磨介質）以及WC與Ni-Al粉末的比例遵循要在燒結碳化物材料中設置的WC細微性。

【0087】 在第二步驟中，限定（多個）細微性的50和80Gew.%之間的（多種）WC原料的預研磨物被添加並混合，其中主要重點在於：減少結塊並獲得盡可能均勻的混合物。

【0088】 如果在第一研磨步驟（預研磨VM）中還沒有執行合金化調整和添加壓制助劑，則這也可以在第二步驟中進行。

【0089】 在濕磨時獲得的漿料根據現有技術乾燥並轉化為準備壓制的粉末。這優選通過噴霧乾燥（Sprühtrocknung）工藝進行。

【0090】 優選直接地通過在機械、液壓或機電的壓機上的軸向擠壓進行成型。

【0091】 燒結在1350和1550°C之間且在真空中實現，優選在工業燒結HIP爐中實現，其中在液相燒結之後，借助於惰性氣體的進入產生過壓，其中可能存在的殘留孔隙率（Restporosität）可被消除。

【圖式簡單說明】

【0092】 圖1中示例性地示出3Gew.%的Co和3Gew.%的Ni₃Al的WC-Co-Ni₃Al相圖，其示出所述析出物的形成；圖2和3中根據這種掃描電子顯微鏡圖像說明兩種不同的、硬質金屬形式的、根據本發明的燒結碳化物材料；圖4示出在不同的測試溫度和應變速率下，分別具有6%粘結劑的硬質金屬的熱壓強度；圖5示出貫穿鑿刀尖端的豎直截面；圖6示出根據圖5的、沿圖5中標記為VI-VI的切割線的鑿刀尖端；圖7至12示出根據圖5至6的鑿刀尖端50的豎直截面，但具有變化的組織結構組分。

【實施方式】

【0093】 在圖1中示例性地示出3Gew.%的Co和3Gew.%的Ni₃Al的WC-Co-Ni₃Al相圖，其示出所述析出物的形成。

【0094】 在熔體凝固後，首先僅存在WC和由Co、Ni、Al、W和C構成的混合晶體。在固相線溫度以下，金屬間的相材料才從所述混合晶體中析出，其中金屬間的相材料首選根據結構式(M,Y)₃(Al,X)形成，其中M=Ni，Y=Co和/或是其他的組成部分，並且X=鎢和/或是其他的組成部分。所述金屬間的相材料可以借助掃描電子顯微鏡觀察。

【0095】 在圖2和3中根據這種掃描電子顯微鏡圖像說明兩種不同的、硬質金屬形式的、根據本發明的燒結碳化物材料。清楚可見的是：可見這種硬質金屬的粘結相，其中可以識別金屬間的相材料（較亮的相）10和金屬粘結劑材料30（深色）。WC晶粒20經由粘結相彼此結合。

【0096】 圖中顯示出：金屬間的相材料在粘結相中分佈均勻，其中金屬間的相材料的晶體呈立方形狀並首選小於1500nm。金屬間的相材料(M,Y)₃(Al,X)的晶體具有根據ICSD（無機晶體結構資料庫）的晶體結構L1₂（空間群221）。

【0097】 這種燒結碳化物材料可以與鋼構成的基體連接，從而形成工具的工作元件，例如粉碎工具、地面處理工具，首選用於道路銑刨機、回收機、穩定器、農業或林業地面處理機的工具。在此，工作元件隨後設置在工具的工作區域中。與基體的連接借助於焊料連接、尤其是硬焊料連接來產生。在此，將熱量引入工具中，以產生焊料連接。然後，將工具淬火，例如在水-油乳液中淬火。

【0098】 在鈎焊過程中，金屬間的相材料至少部分地再次溶解，使得金屬間的相材料的組成部分在淬火硬化後作為溶解的組成部分存在於燒結碳化物材料中。因此，以這種方式形成前體燒結碳化物材料。

【0099】 然後，對所述前體燒結碳化物材料進行熱處理，如在上文已經多次描述的。在此，可經由熱處理將熱量引入燒結碳化物材料中，其中溫度應低於固相線溫度，並且優選應高於400攝氏度。處理持續時間（即進行熱處理的時間）在0.25和24小時之間的範圍內。在熱處理時，至少局部地在燒結碳化物材料中重新形成金屬間的相材料，以強化粘結相。

【0100】 在此，熱處理可為主動的過程，其中借助於熱源將熱量有針對性地引入燒結碳化物材料中。優選地，被動實現熱處理，其中前體燒結碳化物材料例如在工具使用期間與待加工的工件（例如道路的車道覆面）接觸。在該接觸中，將熱量引入前體燒結碳化物材料中，使得其處於如下溫度，在該溫度下可形成金屬間的相材料。以這種方式，根據本發明，自動強化工具，其中根據本發明的燒結碳化物材料在經受損耗的區域中構成。

【0101】 還可以考慮的是：按照上述方式設計的燒結碳化物材料在形成金屬間的相的燒結工藝中產生。然後，可將該產物置於一優選高於固相線溫度的溫度，在該溫度下金屬間的相材料至少部分地再次溶解。然後，將所述材料淬火，以形成前體燒結碳化物材料。然後，對前體燒結碳化物材料進行熱處理，以形成根據本發明的燒結碳化物材料。

【0102】 為了可以簡單地析出在粘結相中的金屬間的相材料，可優選提出的是：粘結相中的 $(M,Y)_3(Al,X)$ 含量 $\geq 40\%$ ，並且在此，以化學計量的或低於化學計量的方式設置碳平衡。

【0103】 已知的是：粘結劑中較高的鎢溶解物可穩定金屬間的相材料的析出。這是由於“Co₃W”結合到金屬間的相材料的晶體結構中以及析出範圍向更高溫度轉移。

【0104】 能夠以少量（在粘結劑中< 15at%）加入合金的元素Mo、Nb、Cr、V並且特別是Ti、Ta在此也顯示出類似的效果。

【0105】 可使用的合金量取決於金屬碳化物的相應的溶解度積。即使其在數量級上顯得可以忽略不計，也令人驚訝地顯示出無法歸因於細粒作用的明顯效果。

【0106】 由於有所增加的穩定性和更好的析出行為，通過將其他元素加入合金，可以降低粘結劑中金屬間的相材料的份額，甚至低於40%。此外，在存在例如Ti或Ta的情況下，碳平衡不再必須以低於化學計量的方式設置，因為所述元素承擔了鎢作為穩定劑的作用。

【0107】 金屬間的相材料的析出對高溫強度的影響可以借助於熱壓試驗得到令人印象深刻的證明。圖4示出——在不同的測試溫度和應變速率下——分別具有6%粘結劑的硬質金屬的熱壓強度。特別是在800°C的測試溫度下，通過金屬間的相材料，強度提高了約40至50%。

【0108】 在根據本發明的燒結碳化物材料樣品處確定物理變數，所述物理變數有助於表徵材料及其特性。

【0109】 對於硬質金屬而言，獲取矯頑場強度H_{CM}和比磁飽和度4ps已確認為無損的測試方法。

【0110】 為了表徵根據本發明的燒結碳化物材料，也在Förster公司的Koerzimat® 1.097處確定兩個測量變數。

[(0111)] 用於表徵材料的另一變數是密度，其是根據阿基米德原理借助稱重獲取的。

[(0112)] 材料的硬度根據適用於硬質金屬的、金相（metallographisch）製備的拋光樣品標準確定。優選地，使用測試載荷為10kp的Vickers HV10硬度測試（ISO 3878）。

[(0113)] 燒結材料（標準DIN-ISO4499-4）的孔隙率和氧化鋁顆粒的孔隙率同樣在拋光樣品處以光學顯微方式確定和評估。為了估計組織結構中氧化鋁的體積分比（Vol%）份額，可以使用A和B孔隙率的比較圖像，其中A08或B08近似對應於0.6Vol%的體積分額。對於η相的光學顯微檢查，根據標準（DIN-ISO4499-4）用Murakami溶液進行蝕刻。平均WC粒徑根據DIN ISO 4499-2獲取。在此，REM（掃描電子顯微鏡）圖像以線切割法進行評估。

[(0114)] 粘合劑中金屬間的相的份額和析出的顆粒的最大尺寸同樣借助於REM圖像獲取，但要使用透鏡內BSI檢測器（Intense BSI-Detektor）。為此，在樣品的多個點處進行拍攝圖像，並借助影像處理和通過色調值定界（Tonwertabgrenzung）獲取面積份額來對代表性的部分執行評估。

[(0115)] 示例：

[(0116)] 在下表中示出根據本發明的燒結碳化物材料的示例。此表中示出的示例原則上可以根據與上述相同的方法製造：

[(0117)] 示例	描述
1	6%粘合劑，其中大約 50%金屬間的相，沒有破校正的原料
2	6%粘合劑，其中大約 50%金屬間的相，添加鎢金屬粉末
3	6%粘合劑，其中大約 50%金屬間的相，添加碳黑
4	6%粘合劑，其中大約 40%金屬間的相，沒有破校正的原料

5	6%粘滲劑，其中大約 50%金屬間的相，添加 WTiC
6	8.5%粘滲劑，其中大約 40%金屬間的相，沒有碳校正的原料
7	15%粘滲劑，其中大約 50%金屬間的相，沒有碳校正的原料
8	小批量具有 6%粘滲劑，其中大約 50%金屬間的相，添加鎢金屬粉末
9	小批量具有 6%粘滲劑，其中大約 50%金屬間的相，無碳校正
10	小批量具有 6%粘滲劑，其中大約 50%金屬間的相，添加碳黑
非根據本發明的參考	
	6%粘滲劑，僅具有鈷，研磨條件參見示例 1 至 10

[(0118)]

				6-50	6-50 C+	6-50 C+	6-40
				示例 1	示例 2	示例 3	示例 4
磨光盤	名稱	材料	尺寸	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
	預研磨	Ni-13Al	-325 網格	0.120	0.120	0.120	0.096
	稱重	Co	RSSS 1.3µm	0.120	0.120	0.120	0.144
		WC	RSSS 25µm	0.760	0.760	0.760	0.760
		WTiC 50:50	RSSS 1.7µm				
		總計		1	1	1	1
	研磨參數	研磨持續時間	[h]	24	24	24	24
		研磨球與研磨物的比例		5:1	5:1	5:1	5:1
		精研磨					
	精研磨	材料		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
坩堝	預研磨			0.25	0.25	0.25	0.25
	稱重	Co	RSSS 1.3µm				
		WC	RSSS 25µm	0.75	0.745	0.75	0.75
		W-金屬	RSSS 2µm		0.005		
		碳黑				0.0003	
	研磨參數	總計		1	1	1	1
		研磨持續時間	[h]	8	8	8	8
		研磨球與研磨物的比例		5:1	5:1	5:1	5:1
	參數	燒結 1000° 真空爐設備：真空脫蠟、真空燒結/氣分壓、燒結溫度 1430°C 1h + 30' 高壓 50 bar, 加壓冷卻，溫度區間內的冷卻持續時間 900-600° 大約 40 min					
物理性質參數	矯頑力	H _{cm}	[kA/m]	21.9	25.5	15.1	11.5
	比磁飽和度	4	[μTm³/kg]	5.8	5.1	6.6	7.1
	硬度	HV10		1200	1220	1170	1160
	密度		[g/cm³]	14.83	14.87	14.82	14.85
	孔隙率	DIN ISO 4499-4		<A02, B00, C00	<A02, B00, C00	<A02, B00, C00	<A02, B00, C00

材料與製程參數	WC細微性	DIN ISO 4499-2		3	2.9	3.1	3.2	
	熱壓強度*		[MPa]					
	η相			無	無	無	無	
	氧化鋁			無	無	無	無	
	硬質金屬中的黏結劑份額(稱重)		[wt %]	6	6	6	6	
	金屬間的相中黏結劑的份額 **		[%]	46%	48%	39%	35%	
	金屬間的相的最大尺寸		[nm]	<150	<150	<150	<150	
製程參數	名稱			6-50 T5	8.5-40	15-50	6-50 C-5	6-50
	預研磨	材料	尺寸	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
	稱重	Ni-13Al	-325 網格	0.120	0.240	0.240	9.000	9.000
		Co	RSSS 1.3µm	0.120			9.000	9.000
		WC	RSSS 25µm	0.740	0.760	0.760	57.000	57.000
		W/C 50:50	RSSS 1.7µm	0.020				
		總計		1	1	1	75	75
	研磨參數	研磨持續時間	[h]	24	24	24	7	7
		研磨球與研磨物的比例		5:1	5:1	5:1	6.7:1	6.7:1
	精研磨	材料		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
	稱重	預研磨		0.25	0.142	0.313	37.5	37.5
		Co	RSSS 1.3µm		0.051	0.075		
		WC	RSSS 25µm	0.75	0.807	0.612	111.7	112.5
		W-金屬	RSSS 2µm				0.8	
		碳黑						
	研磨參數	總計		1	1	1	150	150
		研磨持續時間	[h]	8	8	8	6	7
		研磨球與研磨物的比例		5:1	5:1	5:1	3.3:1	3.3:1
	製程	參數	燒結 1000° 真空爐設備: 真空脫蠟、真空燒結/通分壓、燒結溫度 1430°C 1h + 30' 高壓 50 bar, 加壓冷卻，溫度區間內的冷卻持續時間 900-600° 大約 40 min					
物理與機械性能	矯頑力	H _{CM}	[kA/m]	25.3	11.7	20.4	28.7	18.5-21.8
	比磁飽和度	A	[µTm³/kg]	5.4	10.0	13.9	4.9	4.6-4.9
	硬度	HV10		1205	1080	910	1250	1170
	密度		[g/cm³]	14.83	14.53	13.75	14.82	14.80
	孔隙率	DIN ISO 4499-4		<A02, B00, C00	<A02, B00, C00	<A02, B00, C00	<A02, B00, C00	<A02, B00, C00
	WC細微性	DIN ISO 4499-2		2.9	3	3.1	2.4	3.1
	熱壓強度*		[MPa]				1930	

藏製成式表	η相		無	無	無	無	無
	氧化鋁		無	無	<0.10 vol. %	<0.05 vol. %	<0.05 vol. %
	硬質金屬中的粘結劑份額(稱重)	[m. %]	6	8.5	15	6	6
	金屬間的相粘結劑的份額 **	[%]	49%	35%	41%	52%	42%
	金屬間的相的最大尺寸	[mm]	<150	<150	<150	<100	<100

製成式表	名稱			6.50 C+	6.0
	預研磨	材料	變數	示例 10	參考
		Ni-13Al	-325 網格	[kg]	[kg]
		Co	1SSS 1.3µm	9.000	0.240
	稱重	WC	1SSS 25µm	9.000	0.760
		W/C 50:50	1SSS 1.7µm	57.000	
		總計		0	
	研磨參數	研磨持續時間	[h]	75.000	1
		研磨球與研磨物的比例		7	24
				6.7:1	5:1
	精研磨	材料		[kg]	[kg]
		預研磨		37.5	0.25
		Co	1SSS 1.3µm		
	稱重	WC	1SSS 25µm	112.5	0.75
		W-金屬	1SSS 2µm		
製成式表		碳黑		0.042	
		總計		1	1
	研磨參數	研磨持續時間	[h]	8	10
		研磨球與研磨物的比例		3.3:1	5:1
		參數	燒結 1000° 真空爐設備、真空脫蠟、真空燒結/氣分壓、燒結溫度 1430°C 1h + 30' 高壓 50 bar, 加壓冷卻，溫度區間內的冷卻持續時間 900-600° 大約 40 min		
	矯頑力	H _{CM}	[kA/m]	16.9-18.9	5.2
	比磁飽和度	A	[µT/m³/kg]	4.7-4.9	11.5
	硬度	HV10		1160	1150
	密度		[g/cm³]	14.83	14.76
	孔隙率	DIN ISO 4499-4		<A02, B00, C00	<A02, B00, C00
製成式表	WC 細微性	DIN ISO 4499-2		2.9	3.1
	熱壓強度*		[MPa]		
	η相			無	

氧化鋁		<0.05 vol. %	
硬質金屬中的粘結劑份額(稱重)	[m %]	6	6
金屬間的相占粘結劑的份額 **	[%]	49%	39%
金屬間的相的最大尺寸	[nm]	<150	<100

*非標對比測試，借助樣品 $\varnothing 8 \times 12 \text{ mm}$ ，測試溫度 800°C ，應變速率 0.001 1/s

**根據顯微照片中色調值劃分的面積份額評估。借助溶液退火和在 $700^\circ/10 \text{ h}$ 下等溫老化的相同組分的樣品進行校準。

【0119】 因此，根據上述實施方案，本發明涉及一種燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，其具有70至95Gew.%、優選80至95Gew.%的分散形式的碳化鎢，和粘結相，其中粘結相具有金屬粘結劑材料，其中金屬粘結劑材料具有Co、溶解的Ni和溶解的Al，其中粘結相任選地可以具有金屬間的相材料，其中如果存在的話，金屬間的相材料根據結構式 $(\text{M}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{X})$ 形成，其中 $\text{M}=\text{Ni}$ ， $\text{Y}=\text{Co}$ 和/或是另外的組成部分，並且 $\text{X}=\text{鎢}$ 和/或是另外的組成部分，其中粘結相具有以下化學元素組分： $\text{Ni} > 25 \text{ Gew.}\%$ ， $\text{Al} > 4 \text{ Gew.}\%$ ，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【0120】 下麵，根據圖5至12所示的實施例詳細解釋本發明。附圖示出的是：

圖5示出貫穿鑿刀尖端的豎直截面，

圖6示出根據圖5的、沿圖5中標記為VI-VI的切割線的鑿刀尖端，以及

圖7至12示出根據圖5至6的鑿刀尖端50的豎直截面，但具有變化的組織結構組分。

【0121】 在圖5至12中示出燒結碳化物材料40的形式的鑿刀尖端50。所述鑿刀尖端50有利地在切削工具——尤其是切削鑿刀、圓柄鑿刀、道路銑削鑿刀、採礦鑿刀等——上使用。

【0122】 鑿刀尖端50構成和設置用於：與鋼體連接，首選釐焊。為此，鋼體通常具有頭部，在該頭部處一體地模制柄，首選圓柄。遠離於所述柄，頭部具有鑿刀尖端50的容納部。鑿刀尖端50可固定在該容納部中或容納部上。

【0123】 鑿刀尖端50一體構成並且具有基部51。鑿刀尖端50可以通過基部51與鋼體連接。基部51首選地具有連接面51.1。為了將鑿刀尖端50固定在鋼體上，可在連接面51.1和鋼體之間設置硬焊料連接的焊料材料。

【0124】 為了保持在鑿刀尖端50和鋼體之間的焊料間隙的、盡可能一致的厚度，可提出的是：在連接面51.1的區域中，將間隔件51.2形成在鑿刀尖端50上，所述鑿刀尖端50突出於連接面51.1並構成為套裝在鋼體上，使得連接面51.1為釐焊工藝與鋼體的對側面保持一定距離。

【0125】 此外可以提出：一個或多個凹陷部52存在於連接面51.1的區域中。在此，凹陷部首選地可為，其經由凸形的倒圓從連接面51.1過渡到凹陷的部段中，所述凹陷的部段有利地構成為凹形槽。借助凹陷部52可減少鑿刀尖端50的材料需求。此外，凹陷部52在連接面51.1的區域中形成多餘焊料材料的儲存器。

【0126】 基部51具有首選環繞的邊緣51.3，其可以構成為至少局部凸起的構型，邊緣51.3可以構成為在基部51和過渡部段53之間的過渡部。

【0127】 過渡部段53具有第一區域，其構成為凹形的區域53.1。替選地，也可以設有截錐形（stumpfkegelförmig）的幾何形狀或者由凹形區域53.1和至少局部截錐形的幾何形狀所構成的組合。鑿刀尖端50以第一區域從基部51朝向鑿刀尖端50的尖端54的方向逐漸變尖細。

【0128】 過渡部段53也還可以具有柱形區域53.2，其與基部51相對置地連接在第一區域上。優選地，至少在鑿刀尖端50的區域中，在第一區域和柱形區域之間連續地（優選連續可微分地）在鑿刀尖端的中心縱軸線的方向上構成，使得避免不連續性（Stetigkeitssprünge），如在圖5中所示出的。

【0129】 鑿刀尖端50可以優選地在過渡部段53的區域中具有凹進部（Einmuldung）53.3。該凹進部用於減少材料並優化在工具使用期間所移除的地面材料的匯出。

【0130】 鑿刀尖端50具有尖端54，其連接於過渡部段53，優選連接於柱形區域53.2。連接部段54.1可以構成為凸起的拱形結構。在連接部段54.1上連接逐漸變尖細的部段（Verjüngungsabschnitt）54.2，其過渡到端部部段54.3中。端部部段54.3優選地以凸起的拱形結構的形式構成，特別優選地以球冠（Kugelkalotte）的形式構成。

【0131】 圖6示出鑿刀尖端50的截面圖和俯視圖。可明顯識別出的是：凹進部53.3以均勻分佈在鑿刀尖端50的環周上的方式設置。

【0132】 鑿刀尖端50具有至少一個第一體積區域70和至少一個第二體積區域60。

【0133】 在第二體積區域60中，燒結碳化物材料40具有碳化鎢晶粒（WC晶粒）20，所述碳化鎢晶粒經由粘結相的金屬粘結劑材料30彼此結合。可以提出：在第二體積區域60中不存在金屬間的相材料10，或者金屬間的相材料10優選以小於30Gew.%/體積單位、優選小於25Gew.%/體積單位、特別優選小於15Gew.%/體積單位的濃度存在。

【0134】在第一體積區域70中，燒結碳化物材料40具有碳化鎢晶粒（WC晶粒）20，該碳化鎢晶粒經由粘結相的金屬粘結劑材料30彼此結合。金屬間的相材料10——優選以 ≥ 30 Gew. %/體積單位的濃度、優選以在30至70 Gew. %/體積單位之間範圍中的濃度、特別優選以在35至60 Gew. %/體積單位之間範圍中的濃度、更優選在40至50 Gew. %/體積單位之間的範圍中的濃度——存在於第一體積區域70中。

【0135】金屬間的相材料根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，其中 $M=Ni$ ， $Y=Co$ 和/或是其他組成部分，並且 $X=鎢$ 和/或是其他組成部分。粘結相具有以下化學元素組分： $Ni > 25$ Gew. %， $Al > 4$ Gew. %，其餘為 Co 和溶解的粘結劑組成部分，例如 W 和/或 C 。

【0136】以單位體積計的、金屬間的相材料的相對份額 Y 在第一體積區域70中大於在第二體積區域60中。

【0137】如附圖所示，第一體積區域70和第二體積區域60可以由燒結碳化物材料40的表面的至少一個區域限界。

【0138】具有相對高份額的金屬間的相材料10的第一體積區域70形成鑿刀尖端50的表面的一部分，特別是在逐漸變尖細的部段54.2處和/或在端部部段54.3處的尖端54上形成。

【0139】另外，從尖端54出發，第一體積區域70還可延伸至基部51。優選地，基部51的區域也可以由第二體積區域60形成。具有相對低含量的金屬間的相材料10的第二體積區域60被優選地設置在過渡部段53的區域中。如圖6所示，也可能的是：第一體積區域70和第二體積區域60都在過渡部段53的區域中鄰接於鑿刀尖端50的表面。

【0140】 根據圖5和6的實施例的第一和第二體積區域70、60的設置具有以下技術優點：

由於尖端54由第一體積區域70形成，此處，在尤其有損耗風險的區域中提供高耐磨強度。

在沒有損耗風險的區域中得到有所提高的韌性，進而得到更高的斷裂抗性（Bruchstabilität）。

【0141】 此外可以考慮的是：可以借助體積區域60、70有針對性地設置損耗形式，所述體積區域例如支援鑿刀尖端的再銳化。

【0142】 圖7至12示出鑿刀尖端50的其他設計變型形式。在此，鑿刀尖端50基本上與根據圖5和圖6的鑿刀尖端50相同地構成。在這方面，為避免重複，可參考以上實施方案並且僅討論差異。根據圖7至12的鑿刀尖端50尤其在第一和第二體積區域70、60的佈置和設計方面有所不同。

【0143】 如圖7說明：第一體積區域70設置在尖端54的區域中並且優選被部分地佈置在過渡部段53的柱形區域53.2中。然而也可以考慮的是：第一體積區域70僅設置在尖端54的區域中。此處，第一體積區域70在尖端54的區域中有效地防止磨損損耗。

【0144】 圖8說明：第一體積區域70可以完全地或部分地設置在鑿刀尖端50內。第一體積區域70在此可以設計成，使得其優選地在鑿刀尖端50的中心縱軸線的方向上在過渡部段53的整個區域上延伸。如在上文已經提到的那樣，第一體積區域70——由於存在金屬間的相材料10——的特徵在於特別高的剪切強度（Schubfestigkeit）。以該方式，有斷裂危險的過渡區域53借助第一體積區域70被有效地強化。

【0145】 相反，如圖9所示，也可以是如下情況：第二體積區域60可以完全地或部分地設置在鑿刀尖端50之內。於是，第一體積區域70優選完全地包圍第二體積區域60。第一體積區域完全或幾乎完全形成鑿刀尖端50的表面，以便特別有效地保護所述鑿刀尖端免受磨損並且防止鑿刀尖端50在過渡部段53的區域中斷裂。由於橫向於鑿刀尖端50的中心縱軸線的大的擴展，第一體積區域70還提供高赤道（äquatorial）抗彎阻力矩。

【0146】 圖10說明：在根據圖7的變型形式的改進形式中也可能的是，第一體積區域70——以其相對高的金屬間的相材料10的份額——可在尖端54的區域和過渡部段53上延伸，使得所述第一體積區域優選完全地形成尖端54和過渡部段的表面。如圖10所示，第一體積區域70一直延伸到基部51或者也延伸到基部51中。

【0147】 圖11示出：第一體積區域70也可以在鑿刀尖端50內延伸，使得其形成從尖端54的端部部段543直至基部51的連續的體積區域。

【0148】 圖12說明：與根據圖5和6的實施例相反，還可以提出第一和第二體積區域70、60相互交換。

【0149】 上述附圖應理解為示意性的視圖。特別地，第一或第二體積區域70、60沒有如附圖中所示的那樣清晰劃界地形成，而是形成在兩個體積區域70、60之間的過渡部段。

【0150】 為了製備或形成在圖5至圖12中所示的燒結碳化物材料40，根據本發明使用方法，其中首先在第一方法步驟中產生前體燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，所述前體燒結碳化物材料具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的分散形式的碳化鎢，和粘結相。粘結相至少包含Co作為金屬粘結劑

材料和溶解的元素Ni和Al。粘結相具有以下化學元素組分：

Ni > 25Gew.%，Al > 4Gew.%，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【0151】 在另一方法步驟中，前體燒結碳化物材料經受如上所述的熱處理，以便至少在第一體積區域70中形成在粘結相中具有金屬間的相材料10的燒結碳化物材料40。金屬間的相材料10根據結構式 $(M,Y)_3(Al, X)$ 形成，其中M = Ni，Y = Co和/或是其他組成部分，並且X = 鎢和/或是其他組成部分。

【0152】 為此目的，在另一方法步驟中，前體燒結碳化物材料可以在熱處理期間在400°C和固相線溫度之間的溫度範圍內保持0.25小時至數小時範圍內的持續時間。對於各個體積區域60、70的有針對性地構成而言，例如可以借助於雷射器或感應線圈執行有針對性的加熱。

【符號說明】

【0153】

10: 金屬間的相材料

20: 碳化鎢晶粒

30: 金屬粘結劑材料

40: 燒結碳化物材料

50: 鑿刀尖端

51: 基部

51.1: 連接面

51.2: 間隔件

51.3: 邊緣

52: 凹陷部

53: 過渡部段

53.1: 凹形區域

53.2: 柱形區域

53.3: 凹進部

54: 尖端

54.1: 連接部段

54.2: 逐漸變尖細的部段

54.3: 端部部段

60: 第二體積區域

70: 第一體積區域

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種燒結碳化物材料（40），特別是硬質金屬，其具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的、分散形式的碳化鎢，和粘結相，

其中，所述粘結相具有金屬粘結劑材料（30），

其中，所述金屬粘結劑材料具有Co，

其中，所述粘結相具有金屬間的相材料（10）和/或溶解的元素Ni和Al，

其中，所述金屬間的相材料（10），當存在時，根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，其中 $M=Ni$ ， $Y=Co$ 和/或是其他的組成部分，並且 $X=鎢$ 和/或是其他的組成部分，

其中，所述粘結相具有以下化學元素組分：

$Ni > 25\text{Gew.}\%$ ， $Al > 4\text{Gew.}\%$ ，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【請求項2】 如請求項1所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述粘結相具有以下化學元素組分：

$Ni > 35\text{Gew.}\%$ ， $Al > 5\text{Gew.}\%$ ，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C，

特別優選地， $Ni > 40\text{Gew.}\%$ ， $Al > 6.5\text{Gew.}\%$ ，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C。

【請求項3】 如請求項1或2所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，品質份額Al與Ni之比 > 0.10 ，優選 > 0.12 。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述燒結碳化物材料（40）中Co的份額為1至28Gew.%，優選為1至19Gew.%。

【請求項5】 如請求項1至4中任一項所述的燒結碳化物材料，其特徵在於，所述燒結碳化物材料（40）中的元素Ni和Al的總和至少在所述燒結碳化物體的1至28Gew.%的範圍中，優選在1.5至19Gew.%的範圍中。

【請求項6】 如請求項1至5中任一項所述的燒結碳化物材料，其特徵在於，所述燒結碳化物材料（40）具有至少兩個體積區域（60，70），其中以體積單位計的金屬間的相材料（10）的相對份額在第一體積區域（70）中大於在第二體積區域（60）中。

【請求項7】 如請求項6所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述第一體積區域（70）由所述燒結碳化物材料（40）的表面的至少一個區域限界，並且優選地所述第二體積區域（60）不鄰接於所述燒結碳化物材料（40）的表面，

或者，所述第二體積區域（60）由所述燒結碳化物材料（40）的表面的至少一個區域限界，並且優選地，所述第一體積區域（70）不鄰接於所述燒結碳化物材料（40）的表面。

【請求項8】 如請求項1至7中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述粘結相，特別是所述金屬粘結劑材料（30），和/或所述金屬間相材料（10）具有Nb和/或Ti和/或Ta，和/或Mo和/或V和/或Cr，其中，材料中的一種或多種優選以溶解形式存在於所述粘結相中。

【請求項9】 如請求項1至8中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，以化學計量的方式或低於化學計量的方式設置所述燒結碳化物材料（40）中的碳份額。

【請求項10】 如請求項9所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述燒結碳化物材料（40）中的碳份額處於以下範圍內：

$C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.003 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 與 $C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.012 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 之間，

優選處於以下範圍內：

$C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.005 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 與 $C_{\text{化學計量}} (\text{Gew.}\%) - 0.01 * \text{粘結劑含量} (\text{Gew.}\%)$ 之間。

【請求項11】 如請求項1至10中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述粘結相中的Mo和/或Nb和/或Ti和/或Ta和/或Cr和/或V的份額為 $\leq 15\text{at}\%$ 。

【請求項12】 如請求項1至11中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，在所述燒結碳化物材料（40）中的分散的碳化鎢（WC晶粒20）以顆粒形式存在，所述顆粒形式具有根據DIN ISO 4499第2部分測量的處於1和15 μm 之間的範圍內的，優選處於1.3和10 μm 之間的範圍內的，特別優選處於2.5和6 μm 之間的範圍內的平均粒徑。

【請求項13】 如請求項1至12中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述粘結相中的Fe的最大份額為 $< 5\text{Gew.}\%$ ，和/或，在所述粘結相中存在其他不可避免的雜質。

【請求項14】 如請求項1至13中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述金屬間的相材料 $(M,Y)_3(Al,X)$ （10）的晶體的至少一部分具有根據ICSD（無機晶體結構資料庫）的 $L1_2$ 晶體結構（空間群221）。

【請求項15】 如請求項1至14中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，所述金屬間的相材料（10）的至少一部分具有1500nm的最大尺寸，優選地具有1000nm的最大尺寸（在顯微照片上根據線切割法測量）。

【請求項16】 如請求項1至15中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，以整個所述燒結碳化物材料（40）計， η 相的最大份額或 Al_2O_3 的最大份額為最大0.6Vol%，或者 η 相材料和 Al_2O_3 的總和最大為0.6Vol%。

【請求項17】 如請求項1至16中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於， Al_2O_3 和/或 η 相材料的平均的粒徑最大是平均WC細微性的5倍。

【請求項18】 如請求項1至17中任一項所述的燒結碳化物材料（40），其特徵在於，按照根據本發明的方法製成的燒結碳化物材料（40）的至少一個區域的矯頑場強度 H_{cM} 為：

$$H_{cM} [kA/m] > (1.5 + 0.04*B) + (12.5 - 0.5*B)/D + 4 [kA/m],$$

$$\text{優選地, } H_{cM} [kA/m] > (1.5 + 0.04*B) + (12.5 - 0.5*B)/D + 6 [kA/m],$$

$$\text{尤其優選地, } H_{cM} [kA/m] > (1.5 + 0.04*B) + (12.5 - 0.5*B)/D + 10 [kA/m],$$

其中，B是所述燒結碳化物材料中的粘結相的、以Gew.%表示的份額，並且D是分散的WC的細微性，其根據DIN ISO 4499第2部分按照線切割法獲取。

【請求項19】 一種工具，特別是粉碎工具、地面處理工具，優選用於道路銑刨機、回收機、穩定器、農業或林業地面處理機的工具，所述工具具有：基體，所述基體具有工作區域，其中將由如請求項1至18中任一項所述的燒結碳

化物材料（40）構成的至少一個工作元件保持在所述工作區域處，優選借助材料配合的連接來保持，尤其借助焊料連接來保持，尤其借助硬焊料連接來保持。

【請求項20】 如請求項19所述的工具，其特徵在於，所述工作元件以切削元件的形式構成，優選地構成有至少一個切削刃和/或至少一個切削尖端，或者以磨損保護元件的形式構成，特別是以保護板、保護條、保護銷、保護突起或保護螺栓的形式構成。

【請求項21】 如請求項19或20所述的工具，其特徵在於，所述工具是切削工具、特別是道路銑削鑿刀或採礦鑿刀的銑削鑿刀、犁鏵、耕耘機頭、特別是螺旋地鑽的鑽孔工具、例如破碎鑿刀或破碎棒的破碎工具、除草工具、木材砍伐工具或切碎工具、例如篩子的分餾工具。

【請求項22】 如請求項21所述的工具，其特徵在於，所述銑削鑿刀具有鑿頭和直接或間接連接到所述鑿頭上的鑿軸，並且所述工作元件保持在所述鑿頭處。

【請求項23】 一種用於產生燒結碳化物材料（40）的方法，其中首先在第一方法步驟中產生前體燒結碳化物材料，特別是硬質金屬，所述前體燒結碳化物材料具有70至95Gew.%的、優選80至95Gew.%的、分散形式的碳化鎢，並具有粘結相，

其中，所述粘結相具有金屬粘結劑材料（30），

其中，所述金屬粘結劑材料（30）具有Co，

其中，所述粘結相具有溶解的元素Ni和Al，

其中，所述粘結相具有以下化學元素組分：

Ni > 25Gew.%，Al > 4Gew.%，其餘為Co和溶解的粘結劑組成部分，例如W和/或C，

其中，在另一方法步驟中，所述前體燒結碳化物材料經受熱處理，以便形成所述燒結碳化物材料（40），所述燒結碳化物材料（40）在所述粘結相中具有金屬間的相材料（10），

其中，所述金屬間的相材料（10）根據結構式 $(M,Y)_3(Al,X)$ 形成，其中M = Ni，Y = Co和/或是其他的組成部分，並且X = 鎢和/或是其他的組成部分。

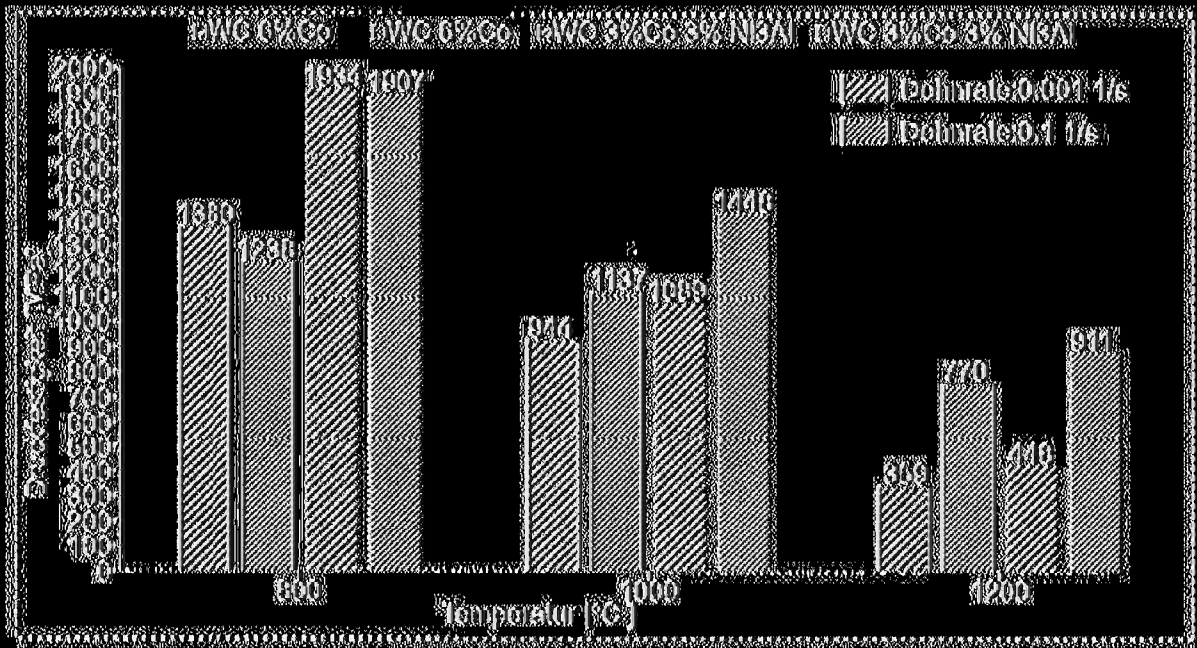
【請求項24】 如請求項23所述的方法，其特徵在於，所述金屬間的相材料 $(M,Y)_3(Al,X)$ （10）的晶體的至少一部分具有根據ICSD（無機晶體結構資料庫）的L1₂晶體結構（空間群221）。

【請求項25】 如請求項23或24所述的方法，其特徵在於，所述金屬間的相材料（10）的至少一部分具有1500nm的最大尺寸，優選地具有1000nm的最大尺寸（在顯微照片上根據線切割法測量）。

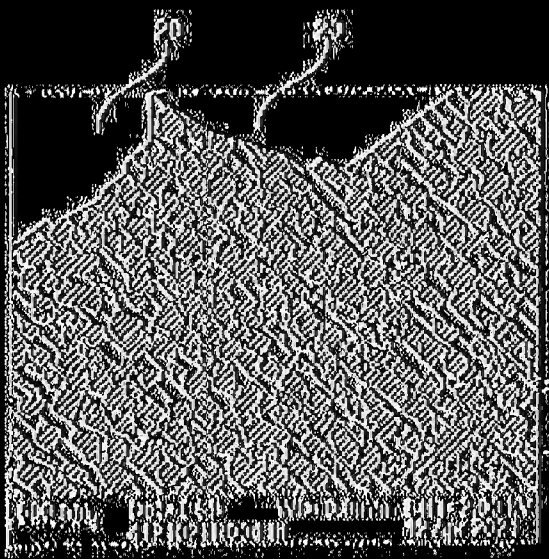
【請求項26】 如請求項23至25中任一項所述的方法，其特徵在於，所述前體燒結碳化物材料在熱處理期間在400°C和固相線溫度之間的溫度範圍內保持0.25小時至24小時之間範圍內的持續時間。

【請求項27】 如請求項23至26中任一項所述的方法，其特徵在於，所述前體燒結碳化物材料構成為如請求項1至18中任一項所述的燒結碳化物材料（40）。

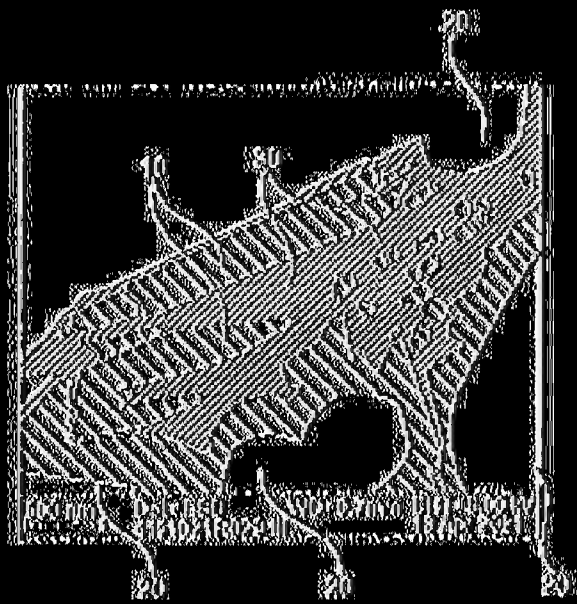
〔發明圖式〕



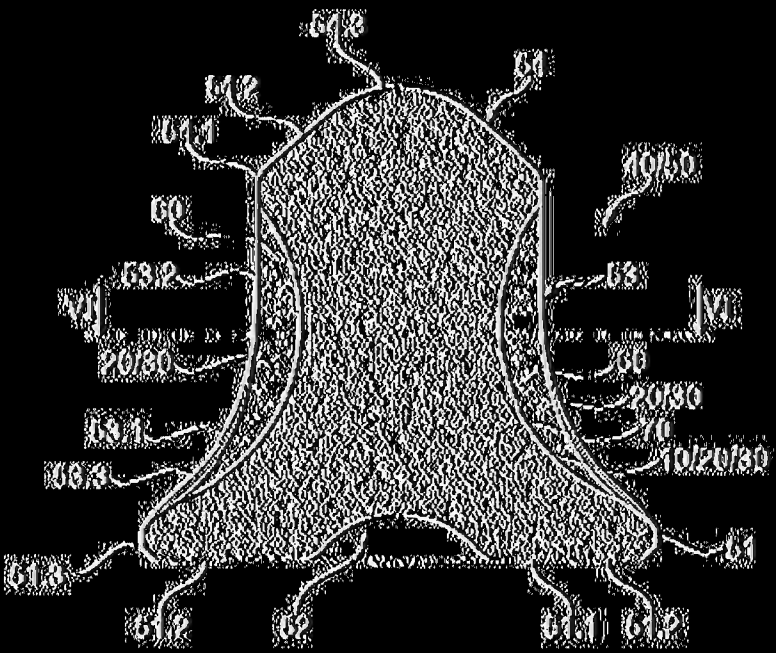
〔図1〕



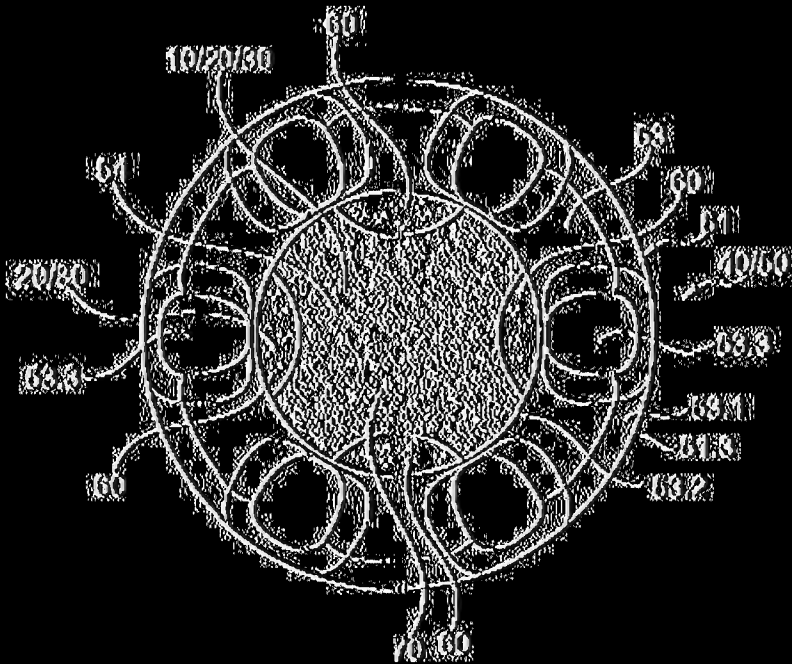
〔図2〕



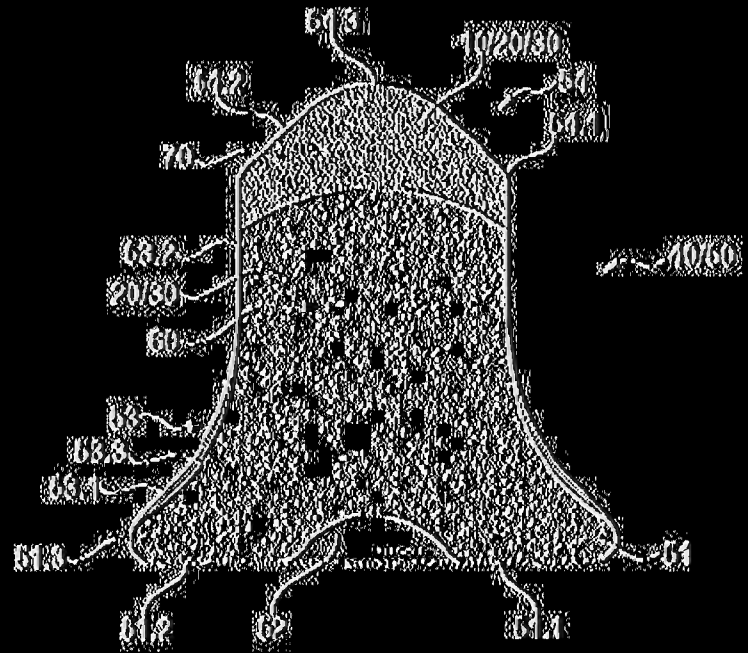
〔図3〕



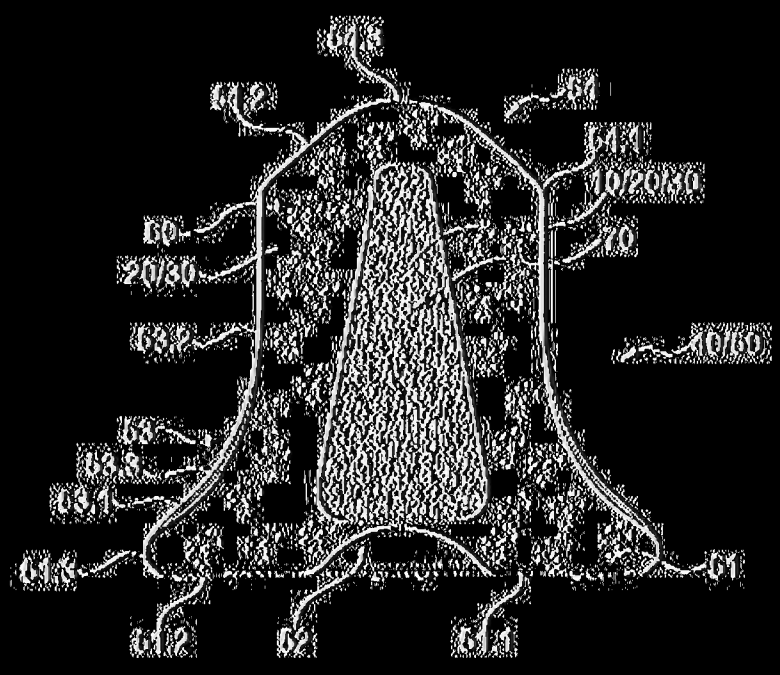
|(5)|



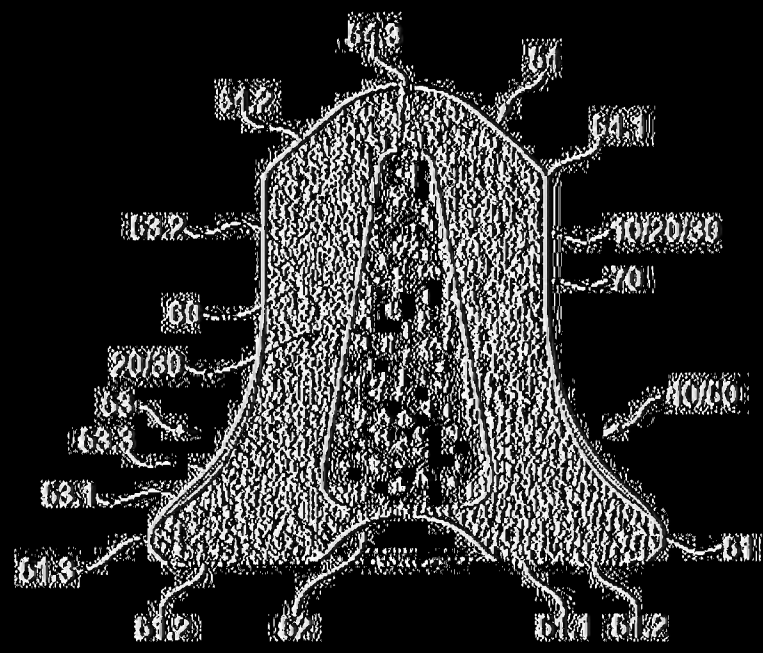
|(6)|



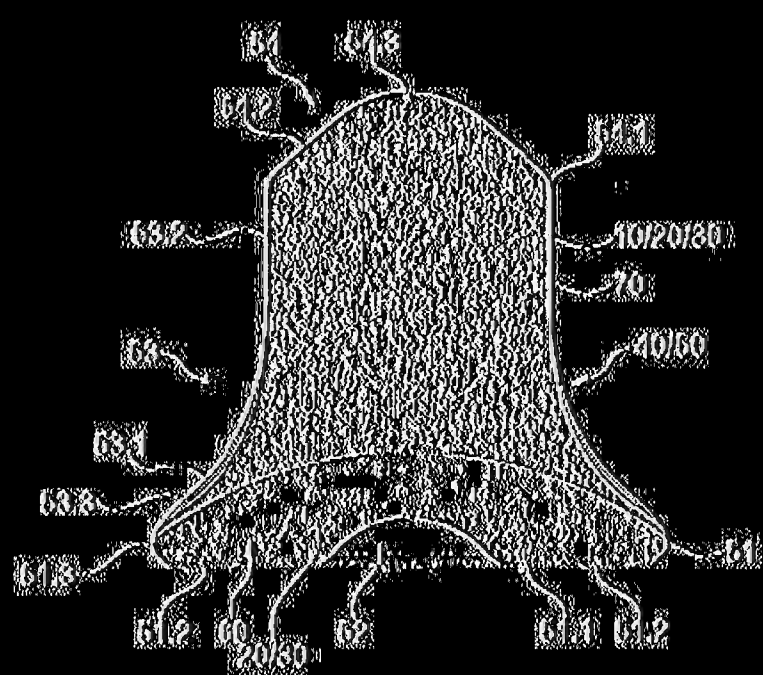
(圖1)



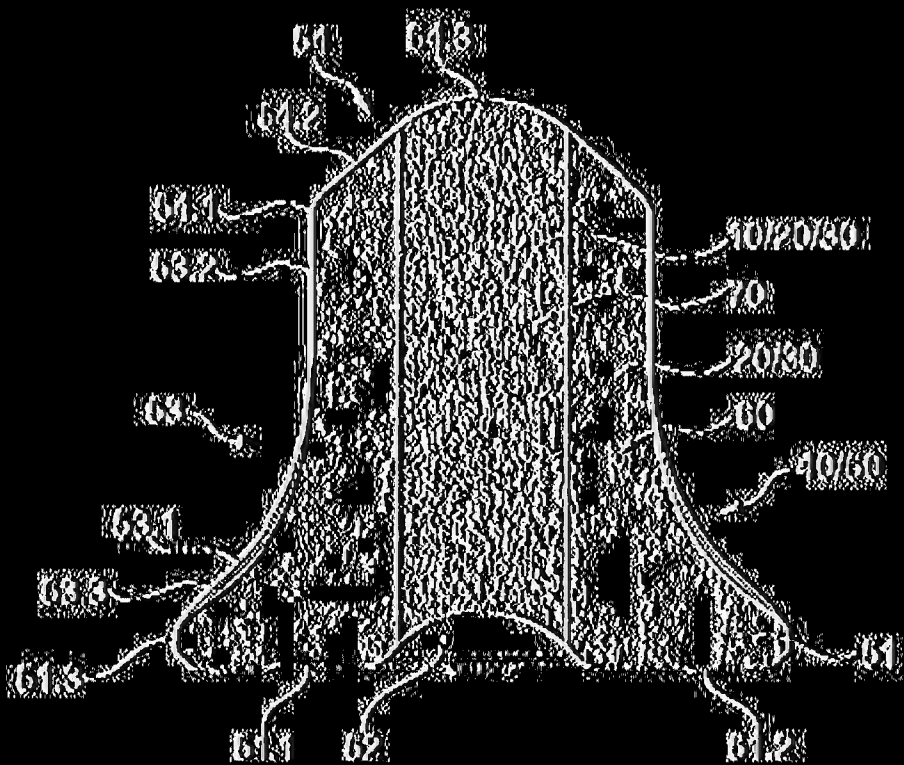
(圖2)



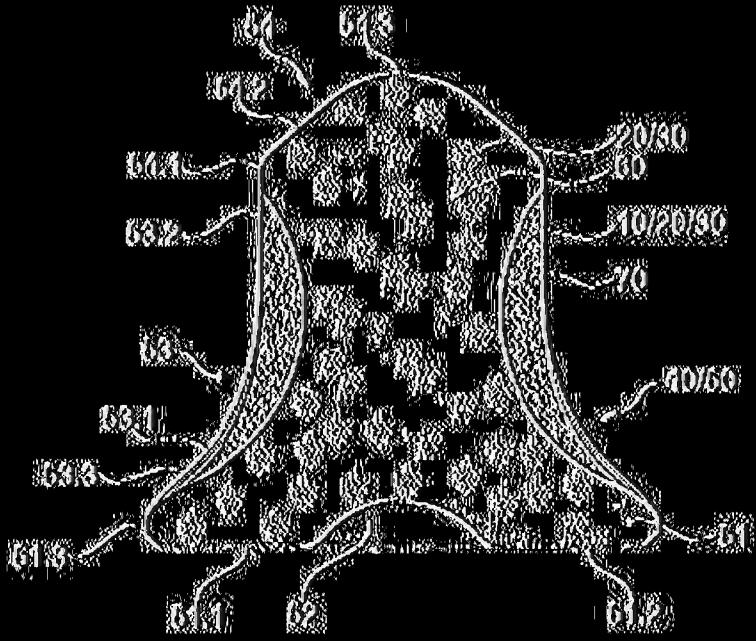
[(图9)]



[(图10)]



[(圖]11)]



[(圖]12)]