



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I612155 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：106102542 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 24 日

(51)Int. Cl. : C22C38/36 (2006.01) C22C38/22 (2006.01)  
 C22C38/24 (2006.01) C21D1/18 (2006.01)  
 C21D9/22 (2006.01)

(30)優先權：2016/03/18 日本 2016-055270  
 2016/03/24 日本 2016-059965

(71)申請人：日立金屬股份有限公司 (日本) HITACHI METALS, LTD. (JP)  
 日本

(72)發明人：庄司辰也 SHOUJI, TATSUYA (JP)；三嶋節夫 MISHIMA, SETSUO (JP)；宍道幸  
 雄 SHINJI, YUKIO (JP)；黑田克典 KURODA, KATSUFUMI (JP)

(74)代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔

(56)參考文獻：  
 CN 101397630A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：9 共 38 頁

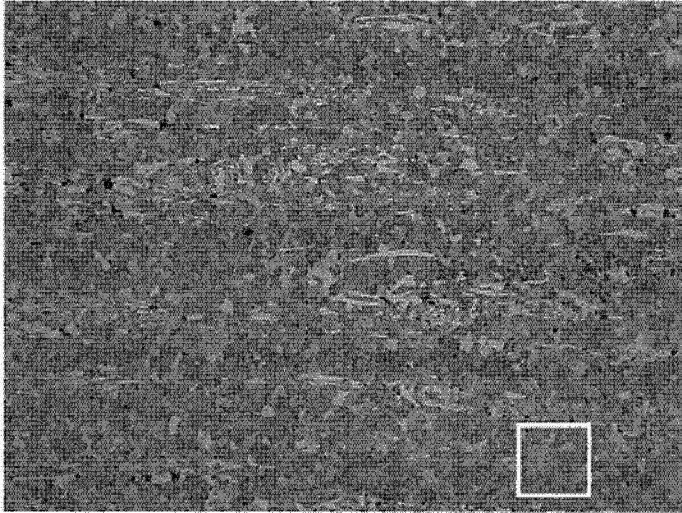
## (54)名稱

冷加工工具材料及冷加工工具的製造方法

## (57)摘要

本發明的冷加工工具材料具有如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計(Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織；並且，在剖面的組織的不含圓當量直徑超過 5.0 $\mu$ m 的碳化物的縱 90 $\mu$ m、橫 90 $\mu$ m 的區域內，圓當量直徑超過 0.1 $\mu$ m 且為 2.0 $\mu$ m 以下的碳化物 A 的個數密度為 9.0 $\times 10^5$  個/mm<sup>2</sup> 以上，圓當量直徑超過 0.1 $\mu$ m 且為 0.4 $\mu$ m 以下的碳化物 B 的個數密度為 7.5 $\times 10^5$  個/mm<sup>2</sup> 以上。此外，本發明的冷加工工具的製造方法是對所述冷加工工具材料進行淬火回火。

指定代表圖：



100μm

【圖1】

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】冷加工工具材料及冷加工工具的製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種對壓製模具或鍛造模具、輓壓模、金屬刀具之類的多種冷加工工具而言最佳的冷加工工具材料、及使用其的冷加工工具的製造方法。

【先前技術】

【0002】 冷加工工具由於是一面與硬質的被加工材接觸一面使用，因此必須具備可耐受該接觸的硬度。此外，先前冷加工工具材料例如使用作為日本工業標準（Japanese Industrial Standards, JIS）鋼種的 SKD10 或 SKD11 系的合金工具鋼（非專利文獻 1）。另外，根據進一步提高硬度的要求，提出了所述合金工具鋼的成分組成經改良的合金工具鋼（專利文獻 1）。

【0003】 冷加工工具材料通常以由鋼塊或對鋼塊進行分塊加工而得的鋼片形成的原材料作為起始材料，對其進行各種熱加工或熱處理製成既定的鋼材，並對該鋼材進行退火處理而完成。此外，冷加工工具材料通常以硬度低的退火狀態向冷加工工具的製作商供給。向製作商供給的冷加工工具材料被機械加工成冷加工工具的形狀後，藉由淬火回火而調整為既定的使用硬度。然後，調整為該使用硬度後，通常進行精加工的機械加工。另外，視情形亦存在如下情況：先對退火狀態的冷加工工具材料進行淬火回火，然後與所述精加工的機械加工一併進行機械加工而使其成為冷加

工工具的形狀。所謂淬火，是將冷加工工具材料（或經機械加工後的冷加工工具材料）加熱至沃斯田鐵（austenite）溫度區域，並將其驟冷，藉此使組織發生麻田散鐵（martensite）變態的作業。由此，冷加工工具材料的成分組成成為可藉由淬火調整為麻田散鐵組織者。

【0004】 此外，已知冷加工工具的硬度可藉由預先對淬火時的麻田散鐵組織進行適當操作而提高。例如，提出有對淬火時的基質（matrix）中的殘留沃斯田鐵量進行適度調整的方法（專利文獻 2）、或對固溶於淬火時的基質中的 Cr 量或 Mo 量進行適度調整的方法（專利文獻 3、專利文獻 4）。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 [專利文獻 1]日本專利特開平 05-156407 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2000-73142 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開 2005-325407 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開 2014-145100 號公報

[非專利文獻]

【0006】 [非專利文獻 1]「JIS-G-4404(2006)合金工具鋼鋼材」、JIS 手冊（1）鋼鐵 I，一般財團法人日本規格協會，2013 年 1 月 23 日，第 1652 頁～第 1663 頁

【發明內容】

【0007】 [發明所欲解決的課題]

藉由對專利文獻 2~專利文獻 4 的冷加工工具材料進行淬火回火，可提高冷加工工具的硬度。然而，若改變回火溫度，則硬度降低，存在無法在廣範圍的回火溫度下獲得高硬度的情形。回火溫度除了冷加工工具的硬度以外，亦根據熱處理尺寸變化或殘留沃斯田鐵量的調整的方面而決定。因此，對於冷加工工具材料而言，就可擴大回火溫度的選擇範圍的方面，有效的是可在廣範圍的回火溫度下獲得高硬度。

**【0008】** 本發明的目的在於提供可在廣範圍的回火溫度下獲得高硬度的冷加工工具材料、及使用其的冷加工工具的製造方法。

[解決課題的手段]

**【0009】** 本發明為一種冷加工工具材料，所述冷加工工具材料具有如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織；並且

在剖面的組織的不含圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物的縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的區域內，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 2.0  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 0.4  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。

冷加工工具材料較佳為：所述鋼的成分組成以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合

計(Mo+1/2W):0.50%~4.00%、V:0.10%~1.50%、N:超過0.0300%且為0.0800%以下、Si:2.00%以下、Mn:1.50%以下、P:0.050%以下、S:0.0500%以下、Ni:0%~1.00%、Nb:0%~1.50%，且剩餘部分為Fe及雜質。

另外，冷加工工具材料較佳為：在所述縱90 μm、橫90 μm的區域內，碳化物B的個數在碳化物A的個數中所佔的比例為65.0%以上。

【0010】此外，本發明是對所述本發明的冷加工工具材料進行淬火回火的冷加工工具的製造方法。

[發明的效果]

【0011】根據本發明，可提供可在廣範圍的回火溫度下獲得高硬度的冷加工工具材料。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖1是表示本發明的冷加工工具材料的剖面組織的一例的光學顯微鏡照片。

圖2是在本發明的冷加工工具材料的剖面組織的一例中，表示藉由電子探針微量分析器（electron probe micro-analyzer，EPMA）分析不含圓當量直徑超過5.0 μm的碳化物的區域時的C（碳）的元素分佈圖像的圖。

圖3是表示基於形成碳化物的C量對圖2進行二值化處理而得的圖像的圖。

圖 4 是在本發明例及比較例的冷加工工具材料的剖面組織的一例中，以按照碳化物的圓當量直徑的範圍（橫軸）匯總的碳化物的個數（縱軸）表示不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的區域的碳化物分佈的圖表。

圖 5 是關於對本發明例及比較例的冷加工工具材料進行淬火後，在低溫（ $100^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ）下進行回火而製作的冷加工工具的一例，表示其對應於回火溫度的硬度的圖表。

圖 6 是關於對本發明例及比較例的冷加工工具材料進行淬火後，在高溫（ $450^\circ\text{C} \sim 540^\circ\text{C}$ ）下進行回火而製作的冷加工工具的一例，表示其對應於回火溫度的硬度的圖表。

圖 7 是在本發明例及比較例的冷加工工具材料的剖面組織的一例中，以按照碳化物的圓當量直徑的範圍（橫軸）匯總的碳化物的個數（縱軸）表示不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的區域的碳化物分佈的圖表。

圖 8 是關於對本發明例及比較例的冷加工工具材料進行淬火後，在低溫（ $100^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ）下進行回火而製作的冷加工工具的一例，表示其對應於回火溫度的硬度的圖表。

圖 9 是關於對本發明例及比較例的冷加工工具材料進行淬火後，在高溫（ $450^\circ\text{C} \sim 560^\circ\text{C}$ ）下進行回火而製作的冷加工工具的一例，表示其對應於回火溫度的硬度的圖表。

### 【實施方式】

【0013】 本發明者對影響到淬火回火時的硬度的冷加工工具材

料的組織中的因子進行調查。其結果，發現在存在於組織中的碳化物中，於之後的淬火時固溶於基質中的「固溶碳化物」的分佈狀態會大幅影響到淬火回火時的硬度。此外，發現藉由對所述固溶碳化物的分佈狀態進行調整，不論特定的回火溫度如何，均可在廣範圍的回火溫度下維持高硬度，從而達成本發明。以下，對本發明的各構成要件進行說明。

**【0014】** (1) 本發明的冷加工工具材料具有含有碳化物的組織，是經淬火回火而使用者。

本發明的冷加工工具材料中，為了在進行淬火回火時，在廣範圍的回火溫度下維持高硬度，其組織具有碳化物。此外，所謂該組織，例如為退火組織。所謂退火組織是藉由退火處理（例如 750°C ~ 900°C 的退火處理）而得的組織，較佳為硬度例如以布氏硬度（Brinell hardness）計軟化至 150 HBW ~ 255 HBW 左右的組織。此外，通常是肥粒鐵（ferrite）相、或於該肥粒鐵相中混合有波來鐵（pearlite）或雪明碳鐵（cementite）(Fe<sub>3</sub>C) 的組織。另外，在為冷加工工具材料的情形時，通常，在該退火組織中含有 C 與 Cr、Mo、W、V 等鍵結而成的碳化物。此外，該些碳化物包括在下一步驟的淬火中於基質中不固溶的「未固溶碳化物」、及在下一步驟的淬火中固溶於基質中的「固溶碳化物」。

**【0015】** (2) 本發明的冷加工工具材料具有如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65% ~ 2.40%、Cr：5.0% ~ 15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50% ~ 4.00%、V：0.10% ~

1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織。

冷加工工具材料通常以由鋼塊或對鋼塊進行分塊加工而成的鋼片形成的原材料作為起始材料，對其進行各種熱加工或熱處理製成既定的鋼材，並對該鋼材實施退火處理，精加工成塊狀。此外，如上所述，先前冷加工工具材料使用藉由淬火回火而表現出麻田散鐵組織的原材料。麻田散鐵組織是為各種冷加工工具的絕對性的機械特性奠定基礎的方面所必需的組織。作為此種冷加工工具材料的原材料，例如具有代表性的是各種冷加工工具鋼。冷加工工具鋼是於其表面溫度大致達到 200°C 以下的環境下使用。此外，該些冷加工工具鋼的成分組成例如可代表性地應用存在於 JIS-G-4404 的「合金工具鋼鋼材」中的規格鋼種、或其他被提出者。另外，亦可於所述冷加工工具鋼中視需要而添加規定以外的元素種類。

【0016】此外，關於本發明的「在廣範圍的回火溫度下可獲得高硬度」的效果（以下稱為「硬度的穩定性效果」），只要為將冷加工工具材料的組織淬火回火而表現出麻田散鐵組織的原材料，另外藉由該組織滿足下文所述的（3）的要件，較佳為其亦滿足（4）的要件即可達成。此外，為了以高水準獲得本發明的硬度的穩定性效果，有效的是在表現出麻田散鐵組織的鋼的成分組成中，除了預先決定出有助於提高冷加工工具的硬度的「絕對值」的 C 及 Cr、Mo、W、V 的碳化物形成元素的含量以外，進而預先決定出

N (氮) 的含量。具體而言，為如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下。

藉由預先提高冷加工工具的硬度的絕對值，並且與本發明的硬度的穩定性效果協同作用，可獲得於「高硬度」及「穩定的硬度」兩個方面機械特性優異的冷加工工具。構成本發明的冷加工工具材料的成分組成的各種元素如以下所述。

【0017】 ·C：0.65 質量%~2.40 質量% (以下簡單表述為「%」)

C 是冷加工工具材料的基本元素，其一部分固溶於基質中而對基質賦予硬度，一部分藉由形成碳化物而提高耐磨耗性或耐燒附性。另外，於作為侵入型原子而固溶的 C 及 Cr 等與 C 的親和性大的取代型原子一併添加的情形時，亦可期待 I (侵入型原子) -S (取代型原子) 效果 (以溶質原子的拖曳抵抗的形式發揮作用，將冷加工工具高強度化的作用)。但過度添加會導致由未固溶碳化物的過度增加引起的韌性的降低。因此，設為 0.65%~2.40%。較佳為 0.80%以上。更佳為 1.00%以上。進而較佳為 1.30%以上。另外，較佳為 2.10%以下。更佳為 1.80%以下。進而較佳為 1.60%以下。

【0018】 ·Cr：5.0%~15.0%

Cr 是提高淬火性的元素。另外，Cr 是形成碳化物，對提高耐磨耗性有效果的元素。此外，亦是有助於耐回火軟化性的提高的

冷加工工具材料的基本元素。但過度添加會形成粗大的未固溶碳化物而導致韌性的降低。因此，設為 5.0%~15.0%。較佳為 14.0% 以下。更佳為 13.0% 以下。另外，較佳為 7.0% 以上。更佳為 9.0% 以上。進而較佳為 10.0% 以上。

【0019】 Mo 及 W 以單獨或複合計 ( $\text{Mo}+1/2\text{W}$ ): 0.50%~4.00%

Mo 及 W 是藉由回火使微細碳化物析出或凝聚而對冷加工工具賦予強度的元素。Mo 及 W 可單獨或複合添加。此外，由於此時的添加量中 W 為 Mo 的約 2 倍的原子量，因此可藉由以式 ( $\text{Mo}+1/2\text{W}$ ) 所定義的 Mo 當量一起規定 (當然，可僅添加任一者，亦可一併添加兩者)。此外，為了獲得所述效果，設為以值 ( $\text{Mo}+1/2\text{W}$ ) 計添加 0.50% 以上。較佳為 0.60% 以上。但若過多，則會導致可切削性或韌性的降低，因此設為以值 ( $\text{Mo}+1/2\text{W}$ ) 計為 4.00% 以下。較佳為 3.00% 以下。更佳為 2.00% 以下。進而較佳為 1.50% 以下。特佳為 1.00% 以下。

【0020】 V: 0.10%~1.50%

V 會形成碳化物而具有強化基質或提高耐磨耗性、耐回火軟化性的效果。此外，分佈於組織中的 V 的碳化物作為抑制淬火加熱時的沃斯田鐵結晶粒的粗大化的「釘紮粒子」發揮作用，亦有助於提高韌性。為了獲得該些效果，而將 V 設為 0.10% 以上。較佳為 0.20% 以上。更佳為 0.40% 以上。此外，於本發明的情形時，為了以下文所述的固溶碳化物的形式亦有所助益，而亦可添加 0.60% 以上的 V。但若過多，則會導致可切削性的降低，或由碳化

物自身的增加引起的韌性的降低，因此設為 1.50%以下。較佳為 1.00%以下。更佳為 0.90%以下。

【0021】 ·N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下

N 是在與 Cr、V 等和 N 的親和性大的取代型原子一併添加的情形時，使微細的碳化物或碳氮化物析出而提高耐磨耗性或耐燒附性的元素。其中，過度的添加會導致由粗大的氮化物或碳氮化物的增加引起的韌性的降低。因此，設為超過 0.0300%且為 0.0800%以下。較佳為 0.0310%以上。更佳為 0.0320%以上。進而較佳為 0.0330%以上。特佳為 0.0340%以上。另外，較佳為 0.0700%以下。更佳為 0.0600%以下。進而較佳為 0.0500%以下。特佳為 0.0400%以下。

【0022】 本發明的冷加工工具材料的成分組成可作為含有所述元素種類的鋼的成分組成。另外，可設為含有所述元素種類，而將剩餘部分設為 Fe 及雜質的成分組成。此外，除了所述元素種類以外，亦可含有下述的元素種類的一種或兩種以上。

·Si：2.00%以下

Si 是製鋼時的脫氧劑，但若過多，則淬火性降低。另外，淬火回火後的冷加工工具的韌性會降低。因此，較佳為設為 2.00%以下。更佳為 1.50%以下。進而較佳為 0.80%以下。另一方面，Si 具有固溶於工具組織中而提高冷加工工具的硬度的效果。為了獲得該效果，較佳為含有 0.10%以上。更佳為 0.30%以上。

【0023】 ·Mn：1.50%以下

Mn 若過多，則會提高基質的黏性，降低材料的可切削性。因此，較佳為設為 1.50% 以下。更佳為 1.00% 以下。進而較佳為 0.70% 以下。另一方面，Mn 是沃斯田鐵形成元素，具有提高淬火性的效果。另外，藉由以非金屬介在物的 MnS 的形式存在，對提高可切削性具有大的效果。為了獲得該些效果，較佳為含有 0.10% 以上。更佳為 0.20% 以上。

**【0024】 ·P：0.050% 以下**

P 是通常即便不添加亦不可避免地可含有於各種冷加工工具材料中的元素。此外，P 是於回火等熱處理時偏析於先前沃斯田鐵晶界而使晶界脆化的元素。因此，為了提高冷加工工具的韌性，較佳為亦包含添加的情形在內而將 P 的含量限制於 0.050% 以下。更佳為 0.030% 以下。

**【0025】 ·S：0.0500% 以下**

S 是通常即便不添加亦不可避免地可含有於各種冷加工工具材料中的元素。此外，S 是於熱加工前的原材料時使熱加工性劣化而使熱加工中產生裂紋的元素。因此，為了提高原材料時的熱加工性，較佳為將 S 的含量限制於 0.0500% 以下。更佳為 0.0300% 以下。進而較佳為低於 0.0100%。

另一方面，S 藉由與所述 Mn 鍵結、以非金屬介在物的 MnS 的形式存在而具有提高可切削性的效果。為了獲得該效果，S 的含量亦可超過 0.0300%。

**【0026】 ·Ni：0% ~ 1.00%**

Ni 是提高基質的黏性而降低可切削性的元素。因此，較佳為將 Ni 的含量設為 1.00% 以下。更佳為 0.80% 以下。進而較佳為低於 0.50%。特佳為低於 0.30%。該低於 0.30% 的 Ni 亦為本發明的冷加工工具材料的成分組成含有 Ni 作為雜質的情形時的較佳的限制上限（包含 Ni 的含量為「0%」的情形）。

另一方面，Ni 是抑制工具組織中的肥粒鐵生成的元素。另外，Ni 亦為具有以下效果的元素：對冷加工工具材料賦予優異的淬火性，即便為淬火時的冷卻速度緩慢的情形時亦可形成麻田散鐵主體的組織，而防止韌性降低。進而，Ni 亦會改善基質本質上的韌性，因此在本發明中可視需要而添加。於欲獲得該些效果的情形時，Ni 的含量較佳為以所述 1.00% 作為上限而為 0.10% 以上的含量。更佳為 0.30% 以上。

**【0027】 Nb：0%~1.50%**

由於 Nb 會導致可切削性降低，因此較佳為設為 1.50% 以下。更佳為 1.00% 以下。進而較佳為 0.90% 以下。特佳為低於 0.30%。該低於 0.30% 的 Nb 亦為本發明的冷加工工具材料的成分組成含有 Nb 作為雜質的情形時的較佳的限制上限（包含 Nb 的含量為「0%」的情形）。

另一方面，Nb 會形成碳化物而具有強化基質或提高耐磨耗性的效果。另外，Nb 在提高耐回火軟化性的同時，與 V 同樣地具有抑制結晶粒的粗大化而有助於提高韌性的效果。因此，Nb 可視需要而添加。於欲獲得該些效果的情形時，Nb 的含量較佳為以所述

1.50%作為上限而為 0.10%以上的含量。更佳為 0.30%以上。

【0028】 Cu、Al、Ti、Ca、Mg、O（氧）是有以不可避免雜質的形式殘留於鋼中的可能性的元素。在本發明的冷加工工具材料的成分組成中，該些元素儘量低者為佳。然而，另一方面，為了獲得介在物的形態控制、或其他機械特性、以及提高製造效率等附加作用效果，亦可少量含有該些元素。於該情形時，只要為  $Cu \leq 0.25\%$ 、 $Al \leq 0.25\%$ 、 $Ti \leq 0.0300\%$ 、 $Ca \leq 0.0100\%$ 、 $Mg \leq 0.0100\%$ 、 $O \leq 0.0100\%$  的範圍，則可充分容許，是本發明的較佳的限制上限。

【0029】 Al 是作為製鋼時的脫氧劑而有用的元素。但是，在 N 共存的冷加工工具材料中，若 Al 過多，則有粗大且大量的氮化鋁（AlN）系介在物殘留於冷加工工具材料中的情形。在將冷加工工具材料加工成冷加工工具的形狀時，認為冷加工工具材料的表面被「放電加工」。此外，AlN 系介在物為難以通電的物質。因此，若粗大且大量的 AlN 系介在物存在於冷加工工具材料中，則有如下情形：在放電加工中，在該些 AlN 系介在物所存在的部分產生異常放電等，而使放電加工表面顯著降低，成為放電加工性的劣化原因。另外，亦有如下情形：藉由 N 以 AlN 系介在物的形式固定，原本應獲得的本發明的 N 的效果降低。因此，Al 的含量更佳為設為低於 0.01%。進而較佳為設為 0.008%以下。進而更佳為設為 0.006%以下。特佳為設為 0.004%以下。再者，下限較佳為設為 0.0005%以上。更佳為設為 0.0008%以上。進而較佳為設為 0.001%以上。

【0030】 (3) 本發明的冷加工工具材料在其剖面的組織的不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的區域內，圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $2.0\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $0.4\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。

冷加工工具材料通常以由鋼塊或對鋼塊進行分塊加工而成的鋼片形成的原材料作為起始材料，對其進行各種熱加工或熱處理製成既定的鋼材，並對該鋼材實施退火處理，精加工成塊狀。此時，所述鋼塊通常可鑄造經調整為既定的成分組成的鋼水而獲得。因此，在鋼塊的鑄造組織中，因凝固開始時期的差異等（因枝晶的成長動作），而存在大的碳化物集合的部位、及與其相比小的碳化物集合的部位（所謂的「負偏析」的部位）。

藉由對此種鋼塊進行熱加工，所述碳化物的集合沿熱加工的延伸方向（即材料的長度方向）延伸，且沿其垂直方向（即材料的厚度方向）壓縮。此外，在對該熱加工後的鋼材進行退火處理而獲得的冷加工工具材料的組織中，所述碳化物的分佈樣態成為由大的碳化物的集合形成的層、及小的碳化物的集合形成的層所形成的大致條紋狀的樣態（參照圖 1）。在圖 1 中，在深色的基質中確認到的主要呈筋狀延伸的「淺色的分散物」為碳化物。

【0031】 此外，在所述組織中，大的碳化物主要以「未固溶碳化物」的形式發揮功能，不會固溶於淬火時的基質中，而是殘留於淬火回火後的組織中而有助於提高冷加工工具的耐磨耗性。然

而，小的碳化物以「固溶碳化物」的形式發揮功能，容易固溶於淬火時的基質中。此外，固溶於基質中的碳化物會增加淬火回火後的基質中的固溶碳量，提高冷加工工具的硬度。因此，在本發明中，在冷加工工具材料的剖面的組織中，為方便而將圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物作為未固溶碳化物處理，由此關注僅由圓當量直徑為  $5.0\ \mu\text{m}$  以下的固溶碳化物構成的「縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$ 」的區域（例如，如圖 1 中所示的由實線包圍的部分）。即，該「縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$ 」的區域相當於所述「小的碳化物的集合形成的層」的區域。然後發現，該區域的碳化物分佈可用於確認本發明的「硬度的穩定性效果」。

**【0032】** 本發明者對圓當量直徑為  $5.0\ \mu\text{m}$  以下的碳化物對淬火回火後的冷加工工具的硬度的影響進行了研究。其結果發現，即便在該些碳化物中，圓當量直徑更小的「 $2.0\ \mu\text{m}$  以下」的碳化物（以下表述為碳化物 A）更容易固溶。並且發現，圓當量直徑為「 $0.4\ \mu\text{m}$  以下」的極微細的碳化物（以下表述為碳化物 B）尤其容易固溶。此外，本發明者發現，此種小的碳化物藉由操作製作所述鋼塊時的鑄造步驟等，而容易均勻分佈於組織中。在淬火回火前的組織中，只要容易固溶的碳化物亦均勻地分佈，則在淬火回火後的冷加工工具中，其組織中的固溶碳量亦可無偏差地整體性增加。其結果，可提高硬度的絕對值，即便改變回火溫度，亦可維持高硬度。

**【0033】** 由此發現，對達成本發明的「硬度的穩定性效果」有效

的正是在不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的區域內，增加該區域所含的圓當量直徑為  $2.0\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數，進而該碳化物 A 中，增加圓當量直徑為  $0.4\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數。此外，於本發明的情形時，在縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的所述區域內，藉由製成圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $2.0\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $0.4\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上的組織，可達成本發明的「硬度的穩定性效果」。再者，關於碳化物 A、碳化物 B 的大小，將其圓當量直徑的下限值設為  $0.1\ \mu\text{m}$  的原因在於， $0.1\ \mu\text{m}$  以下的碳化物的特定在計測上可能缺乏準確性。

再者，關於碳化物 A 的個數密度，更佳為  $9.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。進而較佳為  $10.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。特佳為  $11.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。另外，關於碳化物 B 的個數密度，更佳為  $8.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。進而較佳為  $8.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。特佳為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。此時，不存在碳化物 B 的個數密度超過碳化物 A 的個數密度的情況。此外，碳化物 A 及碳化物 B 的個數密度並不特別需要上限。其中，現實而言為碳化物 A 的個數密度的上限為  $20.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  左右，且現實而言為碳化物 B 的個數密度的上限為  $19.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  左右。此外，現實而言為碳化物 B 的個數在下文所述的碳化物 A 的個數中所佔的比例成為 95.0% 以下的關係。

**【0034】** (4) 較佳為本發明的冷加工工具材料在縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的所述區域內，碳化物 B 的個數在碳化物 A 的個數中所佔

的比例超過 60.0%。

在上文所述的(3)中，關於分佈於不含圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物的區域內的微細的碳化物 A 及碳化物 B，該些碳化物中，圓當量直徑更小（即更容易固溶）的碳化物 B 的個數越多，對達成本發明的「硬度的穩定性效果」更有利。此外，於本發明的情形時，有效的是將碳化物 B 的個數在碳化物 A 的個數中所佔的比例設為超過 60.0% 的值。此外，較佳為 65.0% 以上。更佳為 70.0% 以上。進而較佳為 80.0% 以上。另外，該比例並不特別需要上限，現實而言為 95.0% 以下。

**【0035】** 對碳化物 A 及碳化物 B 的圓當量直徑及個數(個數密度)的測定方法的一例進行說明。

首先，例如藉由倍率 200 倍的光學顯微鏡觀察冷加工工具材料的剖面組織。此時，所觀察的剖面可設為構成冷加工工具的冷加工工具材料的中心部。並且，所觀察的剖面為平行於熱加工的延伸方向（即材料的長度方向）的剖面，稍微具體而言，是在該平行的剖面中垂直於延伸直角方向（Transverse Direction，TD 方向）的剖面（所謂的 TD 剖面）。此時，若冷加工工具材料的形狀為「圓柱狀」，則所述 TD 剖面由平行於該圓柱的軸心的剖面定義。此外，在該剖面中，例如可將剖面積為 15 mm $\times$ 15 mm 的切斷面製成使用鑽石拋光液與矽酸膠研磨成鏡面的剖面。圖 1（為實施例所評價的本發明例的「冷加工工具材料 1」）是關於本發明的冷加工工具材料的一例，按照所述要領而獲得的剖面組織的倍率 200 倍

下的光學顯微鏡照片（視野面積  $0.58 \text{ mm}^2$ ）。

然後，自所述剖面組織中選取不含圓當量直徑超過  $5.0 \mu\text{m}$  的碳化物的縱  $90 \mu\text{m}$ 、橫  $90 \mu\text{m}$  的區域。此時，如圓當量直徑超過  $5.0 \mu\text{m}$  般大的碳化物可自光學顯微鏡的視野中容易地確認到（參照圖 1）。然後，該經確認的碳化物的圓當量直徑可藉由已知的圖像解析軟體等求出。

【0036】 繼而，以掃描式電子顯微鏡（倍率 3000 倍）觀察所述所選取的縱  $90 \mu\text{m}$ 、橫  $90 \mu\text{m}$  的區域（如圖 1 中所示的由實線包圍的部分），藉由 EPMA 分析該所觀察的視野，獲得 C（碳）的元素分佈圖像。然後，基於形成碳化物的 C 量，對由該 C 的元素分佈圖像獲得的分析結果進行以 50 個計數（每秒計數（count per second, cps））以上的 C 的檢測強度作為閾值的二值化處理，獲得表示剖面組織的分佈於基質中的碳化物的二值化圖像。

圖 2 是關於如圖 1 中所示的由實線包圍的部分的區域內，按照所述要領而獲得的 C 的元素分佈圖像（視野面積  $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ ）。此外，圖 3 是對圖 2 進行二值化處理而得的表示所述區域的碳化物分佈的圖。在圖 2、圖 3 中，C 及碳化物以淺色的分佈表示。

【0037】 然後，自「不含圓當量直徑超過  $5.0 \mu\text{m}$  的碳化物的」圖 3 的碳化物分佈中選取各圓當量直徑的碳化物，求出所述碳化物 A 的個數、碳化物 B 的個數、以及該些碳化物 A 及 B 的存在比例即可。碳化物的圓當量直徑或個數可藉由已知的圖像解析軟體等求出。

【0038】 於本發明的冷加工工具材料的情形時，在所述縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的「小的碳化物的集合形成的層」的區域內，如圖當量直徑為 2.0  $\mu\text{m}$  以下般小的碳化物以大致均勻的個數密度分佈（參照圖 3）。因此，在確認本發明的「硬度的穩定性效果」時，只要自所述縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的區域選取的元素分佈圖像為一個圖像，且具有 30  $\mu\text{m}$ ×30  $\mu\text{m}$  的面積，則為充分（畫素數：530×530）。此外，該元素分佈圖像的選取位置自所述區域中任意選擇即可。然後，在與所述「縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$ 」的區域不同的至少兩個「縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$ 」的區域（共計三個區域）亦進行此種一系列的測定作業，若將由根據以上的三個區域分別採取的「30  $\mu\text{m}$ ×30  $\mu\text{m}$ 」的面積的元素分佈圖像所得的所述數值的結果合計，則對確認本發明的「硬度的穩定性效果」而言充分。

【0039】 本發明的冷加工工具材料的組織在成為起始材料的鋼塊的製作階段，藉由適當管理其凝固步驟的進行情況而可達成。例如，重要的是對即將注入至鑄模的「鋼水的溫度」進行調整。藉由將鋼水的溫度管理為低水準，例如藉由在冷加工工具材料的熔點+100°C 左右的溫度範圍內進行管理，可減輕由鑄模內的各位置中的凝固開始時期的差異導致的鋼水的局部濃化，抑制因枝晶的成長引起的碳化物的粗大化。然後，例如藉由以使所述注入至鑄模中的鋼水迅速通過其固相-液相的共存區域的方式對其進行冷卻，例如藉由設為 60 分鐘以內的冷卻時間，可抑制結晶出的碳化物的粗大化。

度等而有所不同，較佳為淬火溫度大致為 950°C ~ 1100°C 左右，回火溫度大致為 150°C ~ 600°C 左右。例如，為作為冷加工工具鋼的代表鋼種的 SKD10 或 SKD11 的情形時，淬火溫度為 1000°C ~ 1050°C 左右，回火溫度為 180°C ~ 540°C 左右。較佳為淬火回火硬度設為 58 HRC 以上。更佳為 60 HRC 以上。再者，該淬火回火硬度並不特別需要上限，現實而言為 66 HRC 以下。

[實施例 1]

【0043】 對調整為既定的成分組成的鋼水（熔點：約 1400°C，凝固完成溫度：約 1200°C）進行鑄造，準備具有表 1 的成分組成的原材料 1 ~ 原材料 3。此時，在向鑄模澆注前，將原材料 1 ~ 原材料 3 的鋼水的溫度調整為 1500°C。然後，藉由分別改變原材料 1 ~ 原材料 3 的鑄模的尺寸，在向鑄模澆注後，分別將固相-液相的共存區域的冷卻時間設為原材料 1、原材料 2：28 分鐘、原材料 3：168 分鐘。進而，關於凝固完成後的鋼塊（原材料），將自該凝固完成溫度至 800°C 為止的溫度區域的冷卻時間設為原材料 1、原材料 2：53 分鐘、原材料 3：267 分鐘。

再者，原材料 1 ~ 原材料 3 是作為 JIS-G-4404 的規格鋼種的冷加工工具鋼 SKD10。此外，在原材料 1 ~ 原材料 3 中，Cu、Al、Ti、Ca、Mg、O 為無添加（其中，包含 Al 以溶解步驟中的脫氧劑的形式添加的情形），且  $Cu \leq 0.25\%$ 、 $Al \leq 0.25\%$ 、 $Ti \leq 0.0300\%$ 、 $Ca \leq 0.0100\%$ 、 $Mg \leq 0.0100\%$ 、 $O \leq 0.0100\%$ 。此外，原材料 1 ~ 原材料 3 的 Al 的含量為 0.002%。

## 【0044】 [表 1]

原材料	質量%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	N	Fe <sup>※</sup>
1	1.41	0.53	0.42	0.021	0.0002	11.7	0.73	0.72	0.0335	Bal.
2	1.44	0.45	0.42	0.024	0.0005	11.7	0.75	0.73	0.0325	Bal.
3	1.51	0.23	0.28	0.020	0.0096	12.0	0.77	0.78	0.0112	Bal.

※包含雜質

【0045】 繼而，將該些原材料加熱為 1160°C 而進行熱加工，進行熱加工後放置冷卻，而獲得依序與原材料 1～原材料 3 對應的表 2 所示的尺寸的鋼材 1～鋼材 3（在表 2 的各鋼材中，其長度方向為熱加工的延伸方向）。然後，對該些鋼材進行 860°C 的退火處理，從而製作依序與鋼材 1～鋼材 3 對應的冷加工工具材料 1～冷加工工具材料 3（硬度 240 HBW）。

## 【0046】 [表 2]

鋼材	尺寸 (mm)
1	厚度 75×寬度 630×長度 1000
2	直徑 147×長度 1000
3	厚度 60×寬度 500×長度 1000

【0047】 自冷加工工具材料 1～冷加工工具材料 3 的中心部的平行於熱加工的延伸方向（即材料的長度方向）的 TD 剖面（冷加工工具材料 2 中為自其周面向中心軸僅進入直徑/4 的位置的剖面），採取剖面積為 15 mm×15 mm 的切斷面，使用鑽石拋光液與矽酸膠，將該切斷面研磨成鏡面。繼而，自該經研磨的切斷面的組織

分別選取三個不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的區域。圖 1 表示冷加工工具材料 1 的所述區域的一例（由實線包圍的部分）。

然後，對於所述各區域，按照上文所述的要領，求出圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $2.0\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數、圓當量直徑超過  $0.1\ \mu\text{m}$  且為  $0.4\ \mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數、及碳化物 B 的個數在碳化物 A 的個數中所佔的比例。在用以求出碳化物的圓當量直徑或個數的圖像處理及解析中，使用美國國立衛生研究所（National Institute of Health, NIH）提供的開放原始碼圖像處理軟體 ImageJ (<http://imageJ.nih.gov/ij/>)。圖 2 表示冷加工工具材料 1 的所述區域內的 C 的元素分佈圖像。圖 2 的視野面積為  $30\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$ 。此外，該視野是將所述縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的區域進行縱橫三等分而分割成九個部分時的正中間的部分。此外，圖 3 表示以 50 個計數（cps）的 C 的檢測強度的閾值對圖 2 的元素分佈圖像進行二值化處理而得的圖像。

【0048】 然後，將在各區域中的所述  $30\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$  的部分所求出的碳化物 A、碳化物 B 的個數按所選取的三個區域進行合計，作為冷加工工具材料 1~冷加工工具材料 3 的碳化物 A、碳化物 B 的個數，由該些值求出碳化物 A、碳化物 B 的個數密度，及碳化物 A、碳化物 B 的個數比例。將結果示於表 3。另外，圖 4 表示將按所選取的三個區域進行合計而求出的所述冷加工工具材料 1~冷加工工具材料 3 的碳化物的個數（縱軸）按照相對於該碳化物

的圓當量直徑的範圍（橫軸）匯總而繪製的圖。冷加工工具材料 1 ~ 冷加工工具材料 3 中選取的所述區域不含「圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物」。

【0049】 [表 3]

冷加工工具材料	個數密度 (個/ $\text{mm}^2$ )		碳化物 B 的個數在 碳化物 A 的個數中 所佔的比例 (%)	備註
	碳化物 A	碳化物 B		
1	$11.1 \times 10^5$	$9.9 \times 10^5$	89.1	本發明例
2	$11.7 \times 10^5$	$8.4 \times 10^5$	71.8	
3	$8.0 \times 10^5$	$3.9 \times 10^5$	48.8	比較例

【0050】 對觀察剖面組織後的冷加工工具材料 1 ~ 冷加工工具材料 3 進行自 1020°C 起的淬火、及 100°C ~ 540°C 的回火，而獲得依序與冷加工工具材料 1 ~ 冷加工工具材料 3 對應的具有麻田散鐵組織的冷加工工具 1 ~ 冷加工工具 3。回火溫度設為 100°C、200°C、300°C 的低溫回火條件及 450°C、480°C、490°C、500°C、510°C、520°C、540°C 的高溫回火條件共計 10 個條件。然後，對於冷加工工具 1 ~ 冷加工工具 3，分別實施對應於回火溫度的該 TD 剖面的洛氏硬度 (Rockwell hardness) 試驗 (C 標度)。硬度是對各試樣各測定 5 點，求出其平均值。然後，對所得的硬度、與該硬度對回火溫度的依存性 (硬度的穩定性) 進行評價。將結果示於圖 5 (低溫回火條件)、圖 6 (高溫回火條件)。

【0051】 根據圖 5、圖 6，在實施低溫回火 (100°C ~ 300°C) 及高溫回火 (450°C ~ 540°C) 任一情形時，本發明例的冷加工工具 1、

冷加工工具 2 與比較例的冷加工工具 3 相比，在廣範圍的溫度下硬度高。尤其是在高溫回火中，在比較例的冷加工工具 3 中，即便在所應用的任意回火溫度下亦無法達成冷加工工具所要求的 60 HRC 以上的高硬度，與此相對，在本發明例的冷加工工具 1、冷加工工具 2 中，在 490°C ~ 500°C 的附近的回火溫度的範圍下可切實地達成冷加工工具所要求的 60 HRC 以上的高硬度。此外，在冷加工工具 1 中，在 450°C ~ 510°C 的廣範圍的回火溫度的範圍下可達成並維持 60 HRC 以上。此外，本發明例的冷加工工具 1、冷加工工具 2 在作為冷加工工具鋼 SKD10 的標準回火溫度的 200°C 及 500°C 兩個條件下達成 60 HRC 以上的高硬度。

#### [實施例 2]

【0052】 對調整為既定的成分組成的鋼水（熔點：約 1420°C，凝固完成溫度：約 1200°C）進行鑄造，準備具有表 4 的成分組成的原材料 4、原材料 5。此時，在向鑄模澆注前，將原材料 4、原材料 5 的鋼水的溫度調整為 1520°C。然後，藉由分別改變原材料 4、原材料 5 的鑄模的尺寸，在向鑄模澆注後，分別將固相-液相的共存區域的冷卻時間設為原材料 4：22 分鐘、原材料 5：183 分鐘。進而，關於凝固完成後的鋼塊（原材料），將自該凝固完成溫度至 800°C 為止的溫度區域的冷卻時間設為原材料 4：53 分鐘、原材料 5：267 分鐘。

再者，在原材料 4、原材料 5 中，Cu、Al、Ti、Ca、Mg、O 為無添加（其中，包含 Al 以溶解步驟中的脫氧劑的形式添加的情

形)，且  $\text{Cu} \leq 0.25\%$ 、 $\text{Al} \leq 0.25\%$ 、 $\text{Ti} \leq 0.0300\%$ 、 $\text{Ca} \leq 0.0100\%$ 、 $\text{Mg} \leq 0.0100\%$ 、 $\text{O} \leq 0.0100\%$ 。此外，原材料 4、原材料 5 的 Al 的含量為 0.002%。

【0053】 [表 4]

原材料	質量%										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	N	Fe <sup>※</sup>
4	0.99	0.89	0.34	0.017	0.0002	0.22	6.33	3.15	0.34	0.0424	Bal.
5	0.99	0.92	0.32	0.020	0.0005	0.23	6.94	2.77	0.35	0.0111	Bal.

※包含雜質

【0054】 繼而，將該些原材料加熱為  $1100^{\circ}\text{C}$  而進行熱加工，進行熱加工後放置冷卻，而獲得依序與原材料 4、原材料 5 對應的表 5 所示的尺寸的鋼材 4、鋼材 5（在表 5 的各鋼材中，其長度方向為熱加工的延伸方向）。然後，對該些鋼材進行  $860^{\circ}\text{C}$  的退火處理，從而製作依序與鋼材 4、鋼材 5 對應的冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5（硬度 248 HBW）。

【0055】 [表 5]

鋼材	尺寸 (mm)
4	直徑 215×長度 1000
5	直徑 185×長度 1000

【0056】 關於冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5，從自其周面向中心軸僅進入直徑/4 的位置的、平行於熱加工的延伸方向（即材料的長度方向）的 TD 剖面，採取剖面積為  $15\text{ mm} \times 15\text{ mm}$  的切

斷面，使用鑽石拋光液與矽酸膠，將該切斷面研磨成鏡面。繼而，自該經研磨的切斷面的組織分別選取三個不含圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物的縱  $90\ \mu\text{m}$ 、橫  $90\ \mu\text{m}$  的區域。

然後，對於所述各區域，按照與實施例 1 時相同的要領，將在該  $30\ \mu\text{m}\times 30\ \mu\text{m}$  的部分所求出的碳化物 A、碳化物 B 的個數按所選取的三個區域進行合計，作為冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5 的碳化物 A、碳化物 B 的個數，由該些值求出碳化物 A、碳化物 B 的個數密度，及碳化物 A、碳化物 B 的個數比例。將結果示於表 6。另外，圖 7 表示將按所選取的三個區域進行合計而求出的所述冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5 的碳化物的個數（縱軸）按照相對於該碳化物的圓當量直徑的範圍（橫軸）匯總而繪製的圖。冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5 中選取的所述區域不含「圓當量直徑超過  $5.0\ \mu\text{m}$  的碳化物」。

【0057】 [表 6]

冷加工工具材料	個數密度 (個/mm <sup>2</sup> )		碳化物 B 的個數在碳化物 A 的個數中所佔的比例 (%)	備註
	碳化物 A	碳化物 B		
4	$13.4\times 10^5$	$8.6\times 10^5$	64.2	本發明例
5	$8.3\times 10^5$	$4.6\times 10^5$	55.4	比較例

【0058】 對觀察剖面組織後的冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5 進行自  $1070^\circ\text{C}$  起的淬火、及  $100^\circ\text{C} \sim 540^\circ\text{C}$  的回火，而獲得依序與冷加工工具材料 4、冷加工工具材料 5 對應的具有麻田散鐵組

織的冷加工工具 4、冷加工工具 5。回火溫度設為 100°C、200°C、300°C 的低溫回火條件及 450°C、500°C、520°C、530°C、540°C、550°C、560°C 的高溫回火條件共計 10 個條件。然後，對於冷加工工具 4、冷加工工具 5，分別實施對應於回火溫度的該 TD 剖面的洛氏硬度試驗（C 標度）。硬度是對各試樣各測定 5 點，求出其平均值。然後，對所得的硬度、與該硬度對回火溫度的依存性（硬度的穩定性）進行評價。將結果示於圖 8（低溫回火條件）、圖 9（高溫回火條件）。

**【0059】** 根據圖 8、圖 9，在實施低溫回火（100°C～300°C）及高溫回火（450°C～560°C）任一情形時，本發明例的冷加工工具 4 與比較例的冷加工工具 5 相比，在廣範圍的溫度下硬度高。尤其是在高溫回火中，在冷加工工具 4 中，在 500°C 以上的回火溫度的範圍下可切實地達成並維持冷加工工具所要求的 60 HRC 以上的高硬度。此外，本發明例的冷加工工具 4 在 540°C 的回火溫度下達成了 65 HRC 的高硬度。

**【符號說明】**

**【0060】**

無

【0040】 此外，較佳為藉由繼所述凝固步驟之後控制該凝固完成後的鋼塊的冷卻步驟，可進一步增加本發明的冷加工工具材料中的微細的碳化物的個數。該些微細的碳化物在所述負偏析的區域即凝固完成後的鋼塊的枝晶內析出。因此，藉由增大該凝固完成後的析出溫度區域的冷卻速度，而該析出的核生成數增加，從而可達成微細的碳化物的增量。在本發明的冷加工工具材料中，該析出溫度區域為碳化物穩定而析出的「自鋼水的凝固完成溫度（通常為較所述「熔點」低的溫度）至大致 800°C 為止的溫度區域」。因此，例如，藉由將自鋼水的凝固完成溫度至 800°C 為止的溫度區域設為 70 分鐘以內的冷卻時間，對進一步增加微細的碳化物的個數而言有效。

【0041】 （5）本發明的冷加工工具的製造方法是對所述本發明的冷加工工具材料進行淬火及回火。

藉由淬火及回火將所述本發明的冷加工工具材料製備成具有既定的硬度的麻田散鐵組織，而加工成冷加工工具的製品。此外，藉由切削或穿孔以及放電加工等各種機械加工等將冷加工工具材料加工成冷加工工具的形狀。該機械加工的時機較佳為在淬火回火前的材料的硬度低的狀態（例如，退火狀態）下進行。進而，於該情形時，亦可在淬火回火後進行精加工的機械加工。另外，根據情況，亦可在進行淬火回火後的預硬化鋼的狀態下，配合所述精加工的機械加工而機械加工成冷加工工具的形狀。

【0042】 該淬火及回火的溫度根據原材料的成分組成或目標硬



公告本

申請日：106.1.24

## 【發明摘要】

IPC分類：C22C 38/36 (2006.01)  
C22C 38/22 (2006.01)  
C22C 38/24 (2006.01)  
C21D 1/18 (2006.01)  
C21D 9/22 (2006.01)

【中文發明名稱】冷加工工具材料及冷加工工具的製造方法

## 【中文】

本發明的冷加工工具材料具有如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織；並且，在剖面的組織的不含圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物的縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的區域內，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 2.0  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 0.4  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。此外，本發明的冷加工工具的製造方法是對所述冷加工工具材料進行淬火回火。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種冷加工工具材料，其特徵在於具有：

鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織；

所述冷加工工具材料在剖面的組織含有圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物；並且

在所述剖面的組織的不含圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物的縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的區域內，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 2.0  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 0.4  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的冷加工工具材料，其中所述鋼的成分組成以質量%計，含有C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo及W以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過0.0300%且為0.0800%以下、Si：2.00%以下、Mn：1.50%以下、P：0.050%以下、S：0.0500%以下、Ni：0%~1.00%、Nb：0%~1.50%，且剩餘部分為Fe及雜質。

【第3項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的冷加工工具材料，其中在所述區域內，所述碳化物B的個數在所述碳化物A的個數中所佔的比例為65.0%以上。

106-11-01

【第4項】一種冷加工工具的製造方法，其特徵在於對如申請專利範圍第1項至第3項中任一項所述的冷加工工具材料進行淬火回火。



公告本

申請日：106.1.24

## 【發明摘要】

IPC分類：C22C 38/36 (2006.01)  
C22C 38/22 (2006.01)  
C22C 38/24 (2006.01)  
C21D 1/18 (2006.01)  
C21D 9/22 (2006.01)

【中文發明名稱】冷加工工具材料及冷加工工具的製造方法

## 【中文】

本發明的冷加工工具材料具有如下鋼的成分組成：以質量%計，含有 C：0.65%~2.40%、Cr：5.0%~15.0%、Mo 及 W 以單獨或複合計 (Mo+1/2W)：0.50%~4.00%、V：0.10%~1.50%、N：超過 0.0300%且為 0.0800%以下，且藉由淬火可調整為麻田散鐵組織；並且，在剖面的組織的不含圓當量直徑超過 5.0  $\mu\text{m}$  的碳化物的縱 90  $\mu\text{m}$ 、橫 90  $\mu\text{m}$  的區域內，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 2.0  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 A 的個數密度為  $9.0 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上，圓當量直徑超過 0.1  $\mu\text{m}$  且為 0.4  $\mu\text{m}$  以下的碳化物 B 的個數密度為  $7.5 \times 10^5$  個/ $\text{mm}^2$  以上。此外，本發明的冷加工工具的製造方法是對所述冷加工工具材料進行淬火回火。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無