



(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 I666082 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：108103514

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 30 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/342 (2014.01)**

(30)優先權：2018/02/07 日本 2018-020300

(71)申請人：日商住友重機械H I M A T E X股份有限公司(日本) SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES HIMATEX CO., LTD. (JP)

日本

地方獨立行政法人神奈川縣立產業技術總合研究所(日本) KANAGAWA INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (JP)

日本

(72)發明人：石川毅 ISHIKAWA, TAKESHI (JP)；薩田寿隆 SATUTA, TOSHITAKA (JP)；高橋和仁 TAKAHASHI, KAZUHITO (JP)；橫田知宏 YOKOTA, TOMOHIRO (JP)；吉田健太郎 YOSHIDA, KENTARO (JP)；中村紀夫 NAKAMURA, NORIO (JP)；本泉佑 MOTOIZUMI, YU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 383235

TW I479025B

TW I486455B

US 6146476

WO 2017/111680A1

審查人員：謝育桓

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：13 共 32 頁

(54)名稱

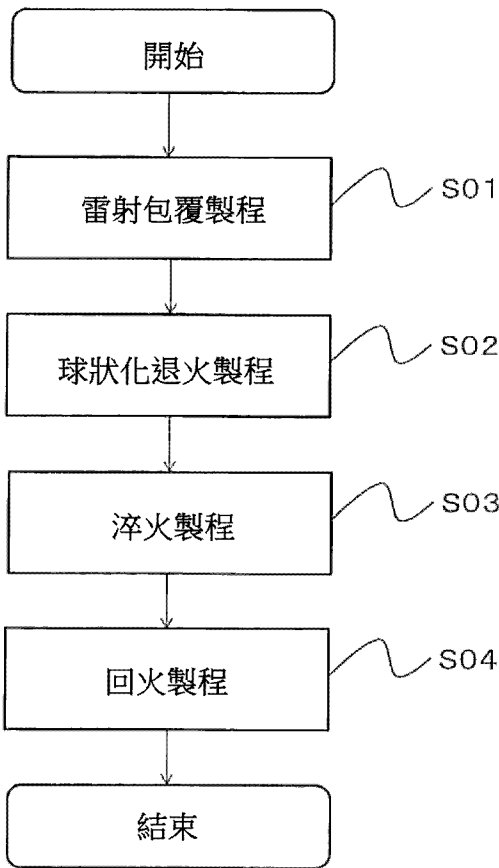
工具材料的製造方法及工具材料

(57)摘要

本發明提供一種不會大幅損害用雷射包覆法所形成之覆蓋層的耐磨性和高溫耐軟化性等而有效率地改善其他機械性質(彎曲應力、韌性、耐衝擊性等)之方法。而且，本發明提供一種在比較廉價的金屬基材的最表面形成有具備優異的彎曲應力、韌性、耐衝擊性、耐磨耗性等之高速工具鋼的覆蓋層之工具材料。

本發明的工具材料的製造方法，其特徵為，具有：雷射包覆製程，一邊向金屬基材的表面供給高速工具鋼粉末一邊照射雷射光束來形成覆蓋層；球狀化退火製程，以 750～880℃對該覆蓋層進行熱處理；淬火製程，對實施了球狀化退火製程之覆蓋層進行淬火；及回火製程，對實施了淬火製程之覆蓋層進行回火。

指定代表圖：



【圖 1】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

工具材料的製造方法及工具材料

【技術領域】

本申請主張基於2018年2月7日申請之日本專利申請第2018-020300號的優先權。該日本申請的全部內容藉由參閱援用於本說明書中。

本發明係有關一種基於利用雷射包覆法在金屬基材的表面形成高速工具鋼的覆蓋層之工具材料的製造方法及用該製造方法所製造之工具材料。

【先前技術】

以往，作為表面處理技術之一，已知有藉由在金屬基材的表面覆蓋與該金屬基材不同之高硬度材料，提高最表面的耐磨耗性等之技術。利用該技術時，即使使用高硬度材料所形成之表面的覆蓋層磨耗，基材亦能夠保持原來的形狀，故，藉由對該基材再次進行相同的覆蓋，能夠反覆使用。例如，專利文獻1(日本特開2013-176778號公報)中，作為進行覆蓋之方法，揭示利用雷射在金屬基材表面形成高硬度的覆蓋層之雷射包覆(cladding)法。

在此，作為用於覆蓋之代表性的高硬度材料，能夠舉出在金屬構件的高速切削等中使用之高速工具鋼。例如，專利文獻2(日本特開2016-155155號公報)中，揭示利用雷

射包覆法對金屬基材的表面將高速工具鋼進行多層覆蓋之技術，所形成之覆蓋層可獲得與HIP(熱均壓法)材料同等以上的硬度及耐磨耗性。

(先前技術文獻)

(專利文獻)

專利文獻1：日本特開2013-176778號公報

專利文獻2：日本特開2016-155155號公報

然而，在利用雷射包覆法之以往的覆蓋，覆蓋層會成為急冷凝固組織，使晶出碳化物在母材晶界偏析而產生彎曲應力的下降，因此其用途受限。而且，作為高硬度的權衡取捨，導致韌性下降，因此還很難適應要求耐衝擊性之用途。

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

鑑於如以上的習知技術中的問題點，本發明的目的是為了提供一種不會大幅損害用雷射包覆法所形成之覆蓋層的耐磨耗性和高溫耐軟化性等而有效率地改善其他機械性質(彎曲應力、韌性、耐衝擊性等)之方法。而且，本發明的目的為，還提供一種在比較廉價的金屬基材的最表面形成有兼備優異的彎曲應力、韌性、耐衝擊性、耐磨耗性等之高速工具鋼的覆蓋層之工具材料。

(解決問題之技術手段)

本發明人等為了實現上述目的，對用雷射包覆法所形成之高速工具鋼覆蓋層的組織控制方法等反覆進行了苦心研究，其結果，發現實施適當的溫度範圍的熱處理等是極其有效的，如此完成了本發明。

亦即，本發明提供一種工具材料的製造方法，其特徵為，具有：

雷射包覆製程，一邊向金屬基材的表面供給高速工具鋼粉末一邊照射雷射光束來形成覆蓋層；

球狀化退火製程，以 $750\sim 880^{\circ}\text{C}$ 對前述覆蓋層進行熱處理；

淬火製程，對實施了前述球狀化退火製程之前述覆蓋層進行淬火；及

回火製程，對實施了前述淬火製程之前述覆蓋層進行回火。

藉由雷射包覆法所形成之覆蓋層的金屬組織會成為急冷凝固組織，使用高速工具鋼粉末作為原料時，導致碳化鎢、碳化鉻、碳化釩及碳化鉬等晶出碳化物呈網狀在母材晶界偏析。該晶出碳化物的偏析會使覆蓋層的彎曲應力、韌性及耐衝擊性等下降，但藉由以 $750\sim 880^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍實施熱處理，使晶出碳化物球狀化，並且能夠使網狀的分佈分裂。

並且，本發明的工具材料的製造方法較佳為，在所述

球狀化退火製程中，將前述覆蓋層保持為 $820\sim 880^{\circ}\text{C}$ 之後，以 $10\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度冷卻至大致 750°C ，之後，以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度進行冷卻。在球狀化退火製程中，基於促進晶出碳化物的球狀化及網狀分佈的分裂之觀點，將前述覆蓋層的溫度設為 $775\sim 825^{\circ}\text{C}$ 為較佳。

並且，將覆蓋層保持為 $820\sim 880^{\circ}\text{C}$ 之後，以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度緩慢冷卻至大致 750°C ，藉此能夠使基質組織成為整體波來鐵組織。在此，在 750°C 下保持1小時左右為較佳。以爐溫管理熱處理溫度時，可以設想即使爐溫顯示 750°C ，物溫(覆蓋層的溫度)亦無法追隨之情況，但藉由在 750°C 下保持1小時左右，能夠確實地使覆蓋層的溫度成為 750°C 。另外，最終以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度進行冷卻，例如能夠藉由進行爐冷簡單地實現該冷卻速度。

並且，在本發明的工具材料的製造方法較佳為，將前述淬火製程的淬火溫度設為 $1120\sim 1190^{\circ}\text{C}$ 。藉由將淬火溫度設為該溫度範圍，能夠對高速工具鋼雷射覆蓋層賦予充分的硬度且擔保韌性。

並且，本發明的工具材料的製造方法較佳為，將前述回火製程的回火溫度設為 $540\sim 570^{\circ}\text{C}$ ，設為大致 560°C 為更佳。將回火溫度設為低於覆蓋層的回火硬度變得最高之溫度(峰值溫度)時，所獲得之組織會成為不穩定的狀態，但藉由以高於該峰值溫度之溫度進行回火，能夠獲得穩定的組織。並且，藉由將前述回火製程反覆進行3次以上，

能夠更確實地獲得穩定的組織。

而且，本發明的工具材料的製造方法較佳為，在前述雷射包覆製程中，沿厚度方向形成2層以上的前述覆蓋層，並避免相鄰之下部覆蓋層與上部覆蓋層的端部成為相同的位置。藉由沿厚度方向形成2層以上的覆蓋層，能夠任意地設定覆蓋層的合計厚度，藉由避免相鄰之下部覆蓋層與上部覆蓋層的端部成為相同的位置，能夠抑制該覆蓋層的剝離。

並且，本發明還提供一種工具材料，其特徵為，

在金屬基材的表面，沿厚度方向形成有2層以上的高速工具鋼的雷射覆蓋層，

前述雷射覆蓋層的晶出碳化物為大致球狀，且未在母材晶界偏析。

本發明的工具材料中，最表面成為具有優異的高溫耐軟化性及耐磨耗性之高速工具鋼雷射覆蓋層，該雷射覆蓋層的晶出碳化物為大致球狀，且並未在母材晶界偏析，因此具有高彎曲應力及耐衝擊性。亦即，本發明的工具材料能夠用於各種工具和耐磨耗構件等，雷射覆蓋層能夠形成於寬廣區域，因此也能夠適當地用於作為大型構件。並且，藉由對金屬基材採用廉價的材料，能夠降低工具材料的材料成本，例如，藉由使用具有比雷射覆蓋層更優異的韌性等之金屬基材，還能夠提高整個工具材料的可靠性等。

在此，“晶出碳化物為大致球狀”表示，與具有急冷凝

固組織之通常的高速工具鋼覆蓋層的在晶界偏析之晶出碳化物相比，其球狀化更為進展。並且，“晶出碳化物並未在母材晶界偏析”表示，在通常的急冷凝固組織中向晶界偏析之晶出碳化物不僅存在於晶界，連在晶粒內也存在，使晶出碳化物彼此的排列分裂。其結果，能夠抑制沿著晶出碳化物之龜裂的擴散。

金屬基材只要無損本發明的效果，則並無特別限定，能夠使用以往公知的各種金屬基材，基於與形成於表面之高速工具鋼雷射覆蓋層的密合性、稀釋的抑制、機械性質等的觀點，使用鋼材為較佳，例如，能夠適當地使用工具鋼和軸承鋼等。

並且，形成高速工具鋼雷射覆蓋層之區域及高速工具鋼雷射覆蓋層的厚度並無特別限定，只要僅在金屬基材表面的必要的區域形成有厚度適當的高速工具鋼雷射覆蓋層即可。

並且，本發明的工具材料中，在前述雷射覆蓋層中，相鄰之下部雷射覆蓋層與上部雷射覆蓋層的端部成為不同的位置為較佳。藉由使下部雷射覆蓋層與上部雷射覆蓋層的端部的位置不同，能夠抑制各種應力的施加或熱衝擊等所造成之覆蓋層的剝離。

並且，本發明的工具材料中，前述雷射覆蓋層的彎曲應力為2500MPa以上為較佳。本質上高溫耐軟化性和耐磨特性優異之高速工具鋼雷射覆蓋層具有2500MPa以上的彎曲應力，縱使在對覆蓋層施加大應力之用途中，亦能夠適

當地利用本發明的工具材料。

而且，本發明的工具材料中，前述金屬基材為圓柱狀為較佳。藉由將圓柱狀的金屬基材的最表面設為高速工具鋼雷射覆蓋層，例如能夠將本發明的工具材料用於作為軋輥。

並且，本發明的工具材料中，前述覆蓋層的硬度為850HV以上為較佳。藉由使覆蓋層的硬度成為850HV以上，能夠將工具材料用於各種切削工具和耐磨耗構件等。

另外，本發明的工具材料能夠利用本發明的工具材料的製造方法來適當地製造。

(發明之效果)

依本發明，能夠提供一種不會大幅損害用雷射包覆法所形成之覆蓋層的耐磨耗性和高溫耐軟化性等而有效率地改善其他機械性質(彎曲應力、韌性、耐衝擊性等)之方法。而且，本發明能夠提供一種在比較廉價的金屬基材的最表面形成有具有優異的彎曲應力、韌性、耐衝擊性、耐磨耗性等之高速工具鋼的覆蓋層之工具材料。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明的工具材料的製造方法的製程圖。

圖2係熱處理製程之前的覆蓋層的金屬組織的示意圖。

圖3係熱處理製程之後的覆蓋層的金屬組織的示意圖。

圖。

圖4係表示本發明的工具材料的一例之概略剖面圖。

圖5係本發明的工具材料(熱軋用輥)的概略剖面圖。

圖6係本發明的工具材料(鋼棒、線材用輥)的概略剖面圖。

圖7係本發明的工具材料(鋼坯、鋼片用輥)的概略剖面圖。

圖8係實施工具材料的剖面微距照片。

圖9係表示在實施例及比較例中獲得之覆蓋層及燒結體的維氏硬度之曲線圖。

圖10係實施工具材料的熱處理之前的覆蓋層的組織照片。

圖11係實施工具材料的熱處理之後的覆蓋層的組織照片。

圖12係表示覆蓋層及燒結體的彎曲應力(抗彎強度)之曲線圖。

圖13係表示覆蓋層及燒結體的耐磨耗性之曲線圖。

【實施方式】

以下，參閱圖1至圖4，對本發明的工具材料的製造方法及工具材料中的代表性實施形態進行詳細說明。但是，本發明並不限定於圖示者，各圖示係用於概念性地說明本發明者，因此為了便於理解，有時依需要誇張或簡化表示比或數。而且，以下說明中，對相同或相當之部分標註相

同符號，有時省略重複說明。

1. 工具材料的製造方法

圖1中示出本發明的工具材料的製造方法的製程圖。本發明的工具材料的製造方法中，作為必須的製程，具有雷射包覆製程(S01)、球狀化退火製程(S02)、淬火製程(S03)及回火製程(S04)。

(1)雷射包覆製程(S01)

雷射包覆製程(S01)係用於一邊向金屬基材的表面供給高速工具鋼粉末一邊照射雷射光束來形成覆蓋層之製程。另外，高速工具鋼粉末雖包含其一部分的組成不同之複數種，但依據耐磨耗性和韌性等所需特性適當選擇即可。

本發明的工具材料的製造方法中使用之雷射包覆，只要無損本發明的效果則並無特別限定，能夠利用以往公知的各種雷射包覆法。雷射包覆法，係對金屬基材的表面向雷射的照射區域供給粒徑統一之細微的金屬粉末，並在該金屬基材上一體形成覆蓋層之表面處理法，也被利用於切割工具或軋製工具等之作為製作階段的中間體之工具材料的製作中。

該雷射包覆法，係使從雷射光源射出之雷射光束聚光來進行局部的輸入熱量，藉此將金屬粉末熔融，因此是藉由急速熔融及急冷凝固形成覆蓋層。並且，能夠減少對基

材之熱應變和熱影響部，並降低基材與所形成之覆蓋層中的稀釋率。而且，射出雷射光束及金屬粉末之吹管部能夠進行利用程式之機器人控制，能夠比較準確地控制覆蓋層的形成部位及形狀，因此還能夠適當地用於在金屬構件的一部分產生之龜裂等的修補。

在雷射包覆，只要使用具有適當的組成及粒度分佈等之高速工具鋼粉末作為原料，依據所形成之覆蓋層的尺寸及特性等適當地將程序條件最佳化即可，以使用直徑50~150 μm 的高速工具鋼粉末為較佳。並且，金屬基材只要無損本發明的效果，則亦無特別限定，能夠使用以往公知的各種金屬基材，但基於與形成於表面之高速工具鋼覆蓋層的密合性、稀釋的抑制、機械性質等的觀點，使用鋼材為較佳，能夠適當地使用工具鋼或軸承鋼等。更具體而言，例如能夠使用中碳鋼材(S45C等)、鉻鉬鋼鋼材、合金工具鋼鋼材、高碳鉻軸承鋼鋼材等。

在此，雷射包覆製程(S01)中，基本上藉由雷射光束的直線移動及既定間隔之平行移動，進一步使整體往返複數次，形成大致面狀的多層覆蓋層，但並不限定於此，例如可僅反覆進行既定次數的直線移動來形成覆蓋部，亦可組合直線移動和曲線移動，並進一步將此反覆進行既定次數。

而且，在雷射包覆製程(S01)較佳為，沿厚度方向形成2層以上的覆蓋層，並避免相鄰之下部覆蓋層與上部覆蓋層的端部成為相同的位置。藉由沿厚度方向形成2層以

上的覆蓋層，能夠任意地設定覆蓋層的合計厚度，藉由避免相鄰之下部覆蓋層與上部覆蓋層的端部成為相同的位置，能夠抑制該覆蓋層的剝離。

(2)球狀化退火製程(S02)

球狀化退火製程(S02)係對在雷射包覆製程(S01)中形成之覆蓋層實施用於使晶出碳化物球狀化及均勻地分散之熱處理之製程。

藉由雷射包覆製程(S01)所形成之覆蓋層的金屬組織成為急冷凝固組織，使用高速工具鋼粉末作為原料時，導致碳化鎢、碳化鉻、碳化釩及碳化鉬等晶出碳化物呈網狀在母材晶界偏析。該晶出碳化物的偏析會使覆蓋層的彎曲應力、韌性及耐衝擊性等下降，但藉由以 $750\sim 880^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍實施熱處理，使晶出碳化物球狀化，並且使網狀的分佈分裂。

並且，本發明的工具材料的製造方法較佳為，在前述球狀化退火製程中，將前述覆蓋層保持為 $820\sim 880^{\circ}\text{C}$ 之後，以 $10\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度冷卻至大致 750°C ，之後，以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度進行冷卻。在球狀化退火製程中，基於促進晶出碳化物的球狀化及網狀分佈的分裂之觀點，將前述覆蓋層的溫度設為 $775\sim 825^{\circ}\text{C}$ 為較佳。

圖2及圖3中，示出球狀化退火製程(S02)前後的覆蓋層的金屬組織的示意圖。在球狀化退火製程(S02)之前，覆蓋層成為晶出碳化物4呈網狀在母材晶粒2的粒界偏析之

狀態。並且，大部分的晶出碳化物4成為扁平形狀。相對於此，藉由實施球狀化退火製程(S02)，晶出碳化物4也分散於母材晶粒2的粒內，明確的網狀的網絡結構消失。而且，藉由熱處理，使晶出碳化物4的形狀朝球狀化進展。

晶出碳化物4的分佈情況及形狀的變化藉由775～825℃的溫度範圍的熱處理而有效地獲得，在大致800℃的熱處理中尤其顯著。藉由將熱處理的溫度設為超過775℃且低於825℃，關於成為急冷凝固組織之高速工具鋼基材的金屬組織，能夠使呈網狀在母材晶界偏析之晶出碳化物球狀化，並且能夠使網狀的分佈分裂。藉由該晶出碳化物的變化，能夠改善韌性及耐衝擊性等。另外，本發明人等對針對具有急冷凝固組織之高速工具鋼雷射覆蓋層之熱處理條件進行了詳細探討的結果，發現了該溫度範圍。

球狀化退火製程(S02)中的熱處理時間設為30分鐘以上為較佳。藉由將熱處理的保持時間設為30分鐘以上，能夠使呈網狀偏析之晶出碳化物4的分裂充分進展。其結果，能夠改善高速工具鋼雷射覆蓋層的彎曲應力、韌性及耐衝擊性等。另外，更佳保持時間為1小時以上，最佳保持時間為3小時以上。

並且，將高速工具鋼雷射覆蓋層保持為820～880℃之後，以10～50℃/小時的冷卻速度冷卻至大致750℃，之後，以50～150℃/小時的冷卻速度進行冷卻為較佳。在球狀化退火製程中，基於促進晶出碳化物4的球狀化及網狀分佈的分裂之觀點，將前述覆蓋層的溫度設為775～825℃

為較佳。

並且，藉由將覆蓋層保持為 $820\sim 880^{\circ}\text{C}$ 之後，以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度緩慢冷卻至大致 750°C ，能夠使基質組織成為整體波來鐵組織。在此，在 750°C 下保持1小時左右為較佳。以爐溫管理熱處理溫度時，可設想即使爐溫顯示 750°C ，物溫(覆蓋層的溫度)亦無法追隨之情況，但藉由在 750°C 下保持1小時左右，能夠將覆蓋層的溫度確實地設為 750°C 。另外，最終以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 的冷卻速度進行冷卻，藉由進行爐冷能夠簡單地實現該冷卻速度。

作為熱處理的加熱機構，能夠利用熱處理爐和熱處理槽等，基於防止氧化之觀點，在惰性氣體氛圍或減壓、真空下進行為較佳。並且，並非必需對整個高速工具鋼雷射覆蓋層實施以球狀化退火為目的之熱處理，例如局部實施熱處理時，能夠利用雷射照射或高頻加熱等。藉由以該等方法進行加熱，無需另外準備熱處理爐等大型設備，雷射照射時能夠利用雷射包覆用的雷射照射裝置。並且，能夠僅對所希望的區域實施熱處理，能夠減少熱處理所需的能量消耗量。而且，能夠輕易地控制雷射照射或高頻加熱的位置，對軋輥等大型構件，亦能夠輕易地實施熱處理。

作為利用雷射照射之熱處理的具體方法，是以使實施覆蓋層的熱處理之區域能夠保持上述既定溫度的方式將雷射的輸出及聚焦等的參數最佳化，對對象區域照射既定時間的雷射，藉此進行加熱。

另外，作為對象之區域的面積寬廣，即使使用將照射

範圍設為最廣域之聚焦設定亦無法對表面的整個區域進行雷射照射時，是將雷射的掃描速度最佳化，並移動雷射照射範圍或反覆進行該移動，藉此掃描作為對象之整個區域。此時，在雷射照射區與非雷射照射區中雖在輸入熱量上產生差異，但藉由使用讓對象區域的整個區域能夠保持上述既定溫度之掃描速度及聚焦設定，就能夠滿足熱處理條件。

(3) 淬火製程(S03)

淬火製程(S03)係對藉由球狀化退火製程(S02)改善了晶出碳化物4的形狀及分散狀況之高速工具鋼雷射覆蓋層實施淬火之製程。

淬火溫度只要無損本發明的效果，則並無特別限定，能夠利用關於高速工具鋼以往公知的適當的溫度，設為1120～1190℃為較佳。藉由將淬火溫度設為該溫度範圍，能夠充分提高高速工具鋼雷射覆蓋層的硬度，並且能夠擔保韌性。

(4) 回火製程(S04)

回火製程(S04)係用於調整實施了淬火製程(S03)之高速工具鋼雷射覆蓋層的硬度，而且謀求組織的穩定化之製程。

在此，回火溫度只要無損本發明的效果，則並無特別限定，能夠利用關於高速工具鋼以往公知的適當的溫度，

但設為 $540 \sim 570^{\circ}\text{C}$ 為較佳，設為大致 560°C 為更佳。將回火溫度設定為低於覆蓋層的回火硬度變得最高之溫度(峰值溫度)時，所獲得之組織會成為不穩定的狀態，但藉由以高於該峰值溫度之溫度進行回火，能夠獲得穩定之組織。並且，藉由將前述回火製程反覆進行3次以上，能夠更確實地獲得穩定之組織。

2. 工具材料

圖4中示出本發明的工具材料的概略剖面圖。本發明的工具材料10的特徵為，在金屬基材12的表面形成高速工具鋼雷射覆蓋層14，高速工具鋼雷射覆蓋層14的晶出碳化物4為大致球狀，且並未在母材結晶2的粒界偏析。

高速工具鋼雷射覆蓋層14的金屬組織如圖3中說明，晶出碳化物4也在母材晶粒2的粒內分散，晶出碳化物4的明確的網狀的網絡結構消失。而且，使晶出碳化物4朝球狀化進展，包含有大致球狀的晶出碳化物4。

若晶出碳化物4在母材晶粒2的粒界偏析，則彎曲應力下降且相鄰之母材晶粒的結合力下降，因此產生龜裂時龜裂會沿著母材晶界進展，但藉由晶出碳化物4的分散，相鄰之母材晶粒2的結合力得到改善，因此能夠抑制龜裂及剝離等的進展。

並且，高速工具鋼雷射覆蓋層14的彎曲應力為2500MPa以上為較佳。本質上高溫耐軟化性和耐磨特性優異之高速工具鋼雷射覆蓋層14具有2500MPa以上的彎曲應力，

縱使在對覆蓋層施加大應力之用途中亦能夠適當地利用本發明的工具材料。

高速工具鋼雷射覆蓋層 14 的硬度為 850HV 以上為較佳。藉由使覆蓋層的硬度成為 850HV 以上，能夠將工具材料適用於各種切削工具和耐磨耗構件等。

並且，高速工具鋼雷射覆蓋層 14 為多層覆蓋層為較佳。多層覆蓋層例如能夠利用雷射包覆法來形成，能夠將藉由 1 道次的雷射包覆形成之覆蓋層沿水平方向及/或垂直方向連續形成來獲得。藉由將高速工具鋼雷射覆蓋層 14 設為多層覆蓋層，能夠輕易地控制所形成之面積和厚度。

並且，本發明的工具材料較佳為，在前述雷射覆蓋層中，相鄰之下部雷射覆蓋層與上部雷射覆蓋層的端部成為不同的位置。藉由使下部雷射覆蓋層與上部雷射覆蓋層的端部的位置不同，能夠抑制各種應力的施加和熱衝擊等所造成之覆蓋層的剝離。

而且，金屬基材 12 為圓柱狀為較佳。藉由在圓柱狀的金屬基材 12 的表面形成有高速工具鋼雷射覆蓋層 14，能夠將工具材料 10 適當地用於作為軋輥。並且，高速工具鋼雷射覆蓋層 14 產生了破損等時，還能夠藉由雷射包覆進行再生修補。

作為高速工具鋼雷射覆蓋層 14 的原料使用高速工具鋼粉末。該高速工具鋼粉末雖包含其一部分的組成不同之複數種，但依據耐磨耗性或韌性等所需特性適當選擇即可。並且，金屬基材 12 只要無損本發明的效果，則亦無特別限

定，能夠使用以往公知的各種金屬基材，但基於與形成於表面之高速工具鋼雷射覆蓋層14的密合性、稀釋的抑制、機械性質等的觀點，使用鋼材為較佳，能夠適當地使用工具鋼或軸承鋼等。更具體而言，例如能夠使用中碳鋼材(S45C等)、鉻鉬鋼鋼材、合金工具鋼鋼材、高碳鉻軸承鋼鋼材等。

本發明的工具材料能夠運用於依據以往的HIP(熱均壓法)為尺寸過大之用途或經濟上不划算之用途。而且，例如，藉由將具有高速工具鋼雷射覆蓋層14之圓柱狀的工具材料運用於大型的軋輥等，能夠構築極其經濟的商業模式。

將使用工具材料10之代表性輥的剖面圖示於圖5至圖7。圖5表示熱軋用輥，圖6表示鋼棒、線材用輥，圖7表示鋼坯、鋼片用輥。各輥中，在被加工材料所抵接之金屬基材12的表面形成有高速工具鋼雷射覆蓋層14，可擔保充分的彎曲應力、韌性、耐衝擊性及耐磨耗性。

並且，該等輥中，僅在表面的所需之區域形成有高速工具鋼雷射覆蓋層14，因此比較廉價，而且經由使用而破損、磨耗等者係高速工具鋼雷射覆蓋層14，藉由對破損、磨耗等之區域的高速工具鋼雷射覆蓋層14進行再生修補，能夠進行再使用。其結果，與使用藉由鑄造製造之輥之情況相比，能夠實現大幅的節能、節省資源及低環境負荷。

在此，本發明的工具材料中，在任意區域形成有高速工具鋼雷射覆蓋層14，因此藉由高速工具鋼雷射覆蓋層的

原料粉末的選定等，能夠適當調整高速工具鋼雷射覆蓋層14的硬度及硬度分佈。例如，關於圖6所示之鋼棒、線材用輥的高速工具鋼雷射覆蓋層14，能夠依據與被加工材料的相互作用所致之磨耗的程度，按每個區域調整硬度。通常，底面與側面的邊界區域的磨耗會變得顯著，因此將該區域設為更高的硬度為較佳。

並且，例如，圖7所示之鋼坯、鋼片用輥中，還能夠按每個高速工具鋼雷射覆蓋層14使用不同的原料粉末，對各高速工具鋼雷射覆蓋層賦予適當的機械性質。具體而言，例如，對於輥軸的行進方向，能夠依次增加或降低高速工具鋼雷射覆蓋層14的硬度。

以下，在實施例中對本發明的工具材料的製造方法及工具材料進一步進行說明，但本發明並不受該等實施例的任何限定。

[實施例]

< 實施例1 >

使用粒徑 $50 \sim 150 \mu\text{m}$ 的高速工具鋼(JIS-SKH40)粉末，在SCM440的基材上實施雷射包覆來形成覆蓋層之後，對該覆蓋層進行了熱處理(球狀化退火、淬火及回火)。雷射係使用碟式雷射(Disk Laser)，將雷射包覆條件設為雷射輸出2kW、雷射點徑(焦點直徑)4.3mm、雷射移動速度0.01m/s。

在真空爐中(真空)進行球狀化熱處理，關於球狀化熱

處理，在 860°C 下保持3小時之後，以 20°C /小時的冷卻速度降溫至 750°C ，在 750°C 下保持1小時之後進行了爐冷。接著，將真空爐中設為 130Pa 的氮氣氛圍，在 1130°C 下保持20分鐘之後，進一步導入氮氣且進行風扇機冷卻，藉此進行了淬火。之後，將真空爐中設為真空，在 560°C 下保持2小時之後，將導入氮氣並進行風扇機冷卻之回火反覆進行3次，如此獲得了實施工具材料。

將所獲得之實施工具材料的剖面微距照片示於圖8。在基材的表面形成有高速工具鋼的覆蓋層，未發現剝離和龜裂等缺陷。並且，圖8所示之剖面中，測定自表面起算 1mm 及 2mm 的覆蓋層的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖9。另外，以荷重： 100gf 、荷重負荷時間： 10s 進行硬度測定，圖9所示之值係在各深度水平地測定50點之平均值。

將熱處理(球狀化退火、淬火及回火)前後的覆蓋層的組織照片(光學顯微鏡照片)分別示於圖10及圖11。可知在熱處理之前，晶出碳化物呈網狀在母材晶界偏析，但在熱處理之後，使該網狀結構分裂，晶出碳化物比較均勻地分佈。並且，使晶出碳化物細微化，朝球狀化進展。

< 比較例1 >

除了完全未實施熱處理以外，與實施例1同樣地獲得了比較工具材料1。並且，與實施例1同樣地測定覆蓋層的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖9。

< 比較例 2 >

除了未實施球狀化退火及淬火以外，與實施例 1 同樣地獲得了比較工具材料 2。並且，與實施例 1 同樣地測定覆蓋層的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖 9。

< 比較例 3 >

除了未實施球狀化退火及淬火並將回火溫度設為 520℃ 以外，與實施例 1 同樣地獲得了比較工具材料 3。並且，與實施例 1 同樣地測定覆蓋層的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖 9。

< 比較例 4 >

除了未實施球狀化退火及淬火並將回火溫度設為 600℃ 以外，與實施例 1 同樣地獲得了比較工具材料 4。並且，與實施例 1 同樣地測定覆蓋層的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖 9。

< 比較例 5 >

以 HIP(熱均壓法)對粒徑 250 μ m 的高速工具鋼 (JIS-SKH40) 粉末進行燒結，如此獲得了比較工具材料 5。另外，燒結條件設為以 1240℃、1000kgf/cm² 保持 3 小時，如此獲得了圓柱狀的燒結體。並且，與實施例 1 同樣地測定燒結體的維氏硬度，並將所獲得之結果示於圖 9。

依據圖9所示之維氏硬度，可知實施工具材料具有與HIP燒結體(比較工具材料5)相同程度的850HV以上的充分高之硬度，能夠運用於各種工具和耐磨耗構件。

對實施工具材料及比較工具材料1~4的覆蓋層及比較工具材料5，藉由4點彎曲試驗測定了彎曲應力(抗彎強度)。將所獲得之結果示於圖12。可知實施工具材料的覆蓋層具有高於未實施球狀化退火之比較工具材料1~4的覆蓋層之彎曲應力，具有與HIP燒結體(比較工具材料5)同等級的彎曲應力。該結果表示，藉由利用本發明的工具材料的製造方法，不受形狀及尺寸的限制，能夠在任意區域形成與HIP燒結材料同等的高速工具鋼覆蓋層。

對實施工具材料及比較工具材料1~4的覆蓋層及比較工具材料5，利用環塊(block-on-ring)磨耗試驗評價了耐磨耗性。具體而言，將SUJ2製的環以10N、20N及40N的各荷重抵接於覆蓋層或燒結體，並測量了所形成之磨耗痕的寬度。另外，將環的轉速設為1000rpm，將試驗時間設為600秒，以無潤滑條件進行了評價。將所獲得之結果示於圖13。

依據圖13所示之結果，可知實施工具材料的覆蓋層具有與未實施球狀化退火之比較工具材料1~4的覆蓋層及HIP燒結體(比較工具材料5)同等級的耐磨耗性。該結果表示，實施工具材料的覆蓋層藉由組織控制及硬度的調整改善了韌性等，但仍然維持良好的耐磨耗性。

【符號說明】

2：母材晶粒

4：晶出碳化物

10：工具材料

12：金屬基材

14：高速工具鋼雷射覆蓋層



I666082

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

工具材料的製造方法及工具材料

【中文】

本發明提供一種不會大幅損害用雷射包覆法所形成之覆蓋層的耐磨性和高溫耐軟化性等而有效率地改善其他機械性質(彎曲應力、韌性、耐衝擊性等)之方法。而且，本發明提供一種在比較廉價的金屬基材的最表面形成有具備優異的彎曲應力、韌性、耐衝擊性、耐磨耗性等之高速工具鋼的覆蓋層之工具材料。

本發明的工具材料的製造方法，其特徵為，具有：雷射包覆製程，一邊向金屬基材的表面供給高速工具鋼粉末一邊照射雷射光束來形成覆蓋層；球狀化退火製程，以 $750\sim 880^{\circ}\text{C}$ 對該覆蓋層進行熱處理；淬火製程，對實施了球狀化退火製程之覆蓋層進行淬火；及回火製程，對實施了淬火製程之覆蓋層進行回火。

【指定代表圖】第(1)圖。

【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】

一種工具材料的製造方法，其特徵為，具有：

雷射包覆製程，一邊向金屬基材的表面供給高速工具鋼粉末一邊照射雷射光束來形成覆蓋層；

球狀化退火製程，以 $750\sim 880^{\circ}\text{C}$ 對前述覆蓋層進行熱處理；

淬火製程，對實施了前述球狀化退火製程之前述覆蓋層進行淬火；及

回火製程，對實施了前述淬火製程之前述覆蓋層進行回火。

【第2項】

如申請專利範圍第1項所述之工具材料的製造方法，其中，

在前述球狀化退火製程中，將前述覆蓋層保持為 $820\sim 880^{\circ}\text{C}$ 之後，

以 $10\sim 50^{\circ}\text{C}$ /小時的冷卻速度冷卻至大致 750°C 之後，

以 $50\sim 150^{\circ}\text{C}$ /小時的冷卻速度進行冷卻。

【第3項】

如申請專利範圍第1或2項所述之工具材料的製造方法，其中，

將前述淬火製程的淬火溫度設為 $1120\sim 1190^{\circ}\text{C}$ 。

【第4項】

如申請專利範圍第1或2項所述之工具材料的製造方

法，其中，

將前述回火製程的回火溫度設為 $540\sim 570^{\circ}\text{C}$ 。

【第5項】

如申請專利範圍第1或2項所述之工具材料的製造方法，其中，

將前述回火製程反覆進行3次以上。

【第6項】

如申請專利範圍第1或2項所述之工具材料的製造方法，其中，

在前述雷射包覆製程中，沿厚度方向形成2層以上的前述覆蓋層，並避免相鄰之下部覆蓋層與上部覆蓋層的端部成為相同位置。

【第7項】

一種工具材料，其特徵為，

在金屬基材的表面，沿厚度方向形成2層以上的高速工具鋼的雷射覆蓋層，

前述雷射覆蓋層的晶出碳化物為大致球狀，且並未在母材晶界偏析。

【第8項】

如申請專利範圍第7項所述之工具材料，其中，

在前述雷射覆蓋層中，相鄰之下部雷射覆蓋層與上部雷射覆蓋層的端部成為不同的位置。

【第9項】

如申請專利範圍第7或8項所述之工具材料，其中，

前述雷射覆蓋層的彎曲應力為2500MPa以上。

【第10項】

如申請專利範圍第7或8項所述之工具材料，其中，
前述金屬基材為圓柱狀。