

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6432807号
(P6432807)

(45) 発行日 平成30年12月5日(2018.12.5)

(24) 登録日 平成30年11月16日(2018.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 1 D 8/06 (2006.01)
 C 2 2 C 38/00 (2006.01)
 C 2 2 C 38/36 (2006.01)
 C 2 1 D 9/00 (2006.01)
 C 2 1 D 9/22 (2006.01)

C 2 1 D 8/06 B
 C 2 1 D 8/06 A
 C 2 2 C 38/00 3 O 2 E
 C 2 2 C 38/00 3 O 1 H
 C 2 2 C 38/36

請求項の数 6 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-524917 (P2017-524917)
 (86) (22) 出願日 平成28年6月21日(2016.6.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/068374
 (87) 国際公開番号 W02016/208571
 (87) 国際公開日 平成28年12月29日(2016.12.29)
 審査請求日 平成29年8月3日(2017.8.3)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-124584 (P2015-124584)
 (32) 優先日 平成27年6月22日(2015.6.22)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005083
 日立金属株式会社
 東京都港区港南一丁目2番70号
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (72) 発明者 福元 志保
 島根県安来市安来町2107番地2 日立
 金属株式会社 冶金研究所内
 (72) 発明者 福丸 大志郎
 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金
 属株式会社

審査官 鈴木 葉子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速度工具鋼鋼材の製造方法、高速度工具鋼製品の製造方法および高速度工具鋼製品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C：0.50～2.20%、Si：0.10～1.00%、Mn：0.10～1.00%、P：0.025%以下、S：0.0040%以下、Cr：3.00～7.00%、(W+2Mo)の関係式によるWおよびMoのうちの1種または2種：5.00～30.00%、V：0.60～5.00%、残部Feおよび不純物の成分組成を有する高速度工具鋼鋼材の製造方法であって、

溶鋼を鑄造して、鋼塊を得る鑄造工程と、

前記鑄造工程で得た鋼塊を1120 を超える分塊加工開始温度に加熱した後、分塊加工を行なって、中間素材を得る分塊工程と、

前記分塊工程で得た中間素材を900～1115 の仕上加工開始温度に加熱した後、仕上加工を行なって、前記成分組成を有する高速度工具鋼鋼材を得る仕上工程と、を含むことを特徴とする高速度工具鋼鋼材の製造方法。

【請求項2】

前記高速度工具鋼鋼材が、さらに、質量%で、Co：10.00%以下、Al：0.30%以下、Ca：0.0150%以下のうちの1種または2種以上を含む成分組成を有することを特徴とする請求項1に記載の高速度工具鋼鋼材の製造方法。

【請求項3】

さらに、前記仕上工程で得た前記成分組成の高速度工具鋼鋼材に焼鈍を行う焼鈍工程を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の高速度工具鋼鋼材の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の高速工具鋼鋼材の製造方法によって製造された高速工具鋼鋼材に、焼入れおよび焼戻しを行うことを特徴とする高速工具鋼製品の製造方法。

【請求項 5】

質量%で、C : 0.50 ~ 2.20 %、Si : 0.10 ~ 1.00 %、Mn : 0.10 ~ 1.00 %、P : 0.025 % 以下、S : 0.0040 % 以下、Cr : 3.00 ~ 7.00 %、 $(W + 2Mo)$ の関係式による W および Mo のうちの 1 種または 2 種 : 5.00 ~ 30.00 %、V : 0.60 ~ 5.00 %、残部 Fe および不純物の成分組成を有する高速工具鋼製品であって、断面組織に占める、最大長が $0.40 \mu m$ 以上の MC 炭化物の面積率が 3.8 % 以上であり、最大長が $0.40 \mu m$ 以上の M_6C 炭化物の面積率が 6.8 % 以上であることを特徴とする高速工具鋼製品。

10

【請求項 6】

前記高速工具鋼製品が、さらに、質量%で、Co : 10.00 % 以下、Al : 0.30 % 以下、Ca : 0.0150 % 以下のうちの 1 種または 2 種以上を含む成分組成を有することを特徴とする請求項 5 に記載の高速工具鋼製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、切削工具、切断工具、金型等の高速工具鋼製品に用いられる高速工具鋼鋼材の製造方法と、高速工具鋼製品の製造方法および高速工具鋼製品に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、高速工具鋼は優れた耐摩耗性を有することから、エンドミル、ドリル、タップ、ミーリングカッターといった切削工具や、帯鋸といった切断工具は、その材料に高速工具鋼鋼材が用いられている。また、プレスや鍛造等の塑性加工用の金型にも、その材料に高速工具鋼鋼材が用いられているものがある（特許文献 1 ~ 3 参照）。

【0003】

高速工具鋼鋼材は、通常、所定の成分組成に調整された溶鋼を鑄造して得た鋼塊を出発材料として（鑄造工程）、これに様々な熱間加工や熱処理を行って、所定の寸法の鋼材に仕上げられる。このとき、上記の熱間加工の工程において、鋼塊は、まず、熱間加工されて、スラブ、ブルーム、ピレット、シートバー等の形状の中間素材に分塊加工される（分塊工程）。そして、この中間素材が、さらに、熱間加工されて、製品形状に応じた形状の鋼材に仕上げられる（仕上工程）。鋼材の形状は、これより製造される製品がエンドミル、ドリル、タップ等であるなら、例えば、断面の直径や一辺が 5 ~ 50 mm 程度の棒状であるし、帯鋸刃等であるなら、例えば、断面の直径や一辺が 1 ~ 5 mm 程度の線状である。

30

【0004】

そして、高速工具鋼鋼材は、通常、硬さの低い焼鈍状態で、切削工具等の製品の作製メーカーに供給される。作製メーカーに供給された高速工具鋼鋼材は、製品の形状に機械加工された後に、焼入れ焼戻しによって所定の使用硬さに調整される。また、使用硬さに調整された後に、仕上げの機械加工を行うことが一般的である。帯鋸の場合、線状の高速工具鋼鋼材は、胴材と溶接されてから、機械加工（刃付け加工）および焼入れ焼戻しが行われる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 213277 号公開

【特許文献 2】特開平 11 - 006042 号公報

50

【特許文献3】特開平4 - 1 1 1 9 6 2号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

高速度工具鋼製品の優れた耐摩耗性は、その組織中に形成されている炭化物の存在が大きく寄与している。この点において、特許文献1～3による高速度工具鋼製品も、優れた耐摩耗性を有している。そして、この組織中の炭化物の形成量を増やすことで、高速度工具鋼製品の耐摩耗性をさらに向上させることができる。

本発明の目的は、高速度工具鋼製品の組織中の炭化物を増やすことができる高速度工具鋼鋼材の製造方法と、高速度工具鋼製品の製造方法および高速度工具鋼製品を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、質量%で、C：0.50～2.20%、Si：0.10～1.00%、Mn：0.10～1.00%、P：0.025%以下、S：0.0040%以下、Cr：3.00～7.00%、(W+2Mo)の関係式によるWおよびMoのうちの1種または2種：5.00～30.00%、V：0.60～5.00%、残部Feおよび不純物の成分組成を有する高速度工具鋼鋼材の製造方法であって、

溶鋼を鑄造して、鋼塊を得る鑄造工程と、

この鑄造工程で得た鋼塊を1120 を超える温度に加熱した後、熱間加工して、中間素材を得る分塊工程と、

20

この分塊工程で得た中間素材を900～1120 の温度に加熱した後、熱間加工して、上述の成分組成を有する高速度工具鋼鋼材を得る仕上工程と、

を具備する高速度工具鋼鋼材の製造方法である。

そして、上記の高速度工具鋼鋼材が、さらに、質量%で、Co：10.00%以下、Al：0.30%以下、Ca：0.0150%以下のうちの1種または2種以上を含む成分組成を有する高速度工具鋼鋼材の製造方法である。

また、さらに、上記の仕上工程で得た上述の成分組成の高速度工具鋼鋼材に焼鈍を行う焼鈍工程を具備する高速度工具鋼鋼材の製造方法である。

【0008】

30

また、本発明は、上記の高速度工具鋼鋼材の製造方法によって製造された高速度工具鋼鋼材に、焼入れおよび焼戻しを行う高速度工具鋼製品の製造方法である。そして、本発明は、質量%で、C：0.50～2.20%、Si：0.10～1.00%、Mn：0.10～1.00%、P：0.025%以下、S：0.0040%以下、Cr：3.00～7.00%、(W+2Mo)の関係式によるWおよびMoのうちの1種または2種：5.00～30.00%、V：0.60～5.00%、残部Feおよび不純物の成分組成を有する高速度工具鋼製品であって、断面組織に占める、最大長が0.40μm以上のMC炭化物の面積率が3.8%以上であり、最大長が0.40μm以上のM₆C炭化物の面積率が6.8%以上の高速度工具鋼製品である。

そして、上記の高速度工具鋼製品が、さらに、質量%で、Co：10.00%以下、Al：0.30%以下、Ca：0.0150%以下のうちの1種または2種以上を含む成分組成を有する高速度工具鋼製品である。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、高速度工具鋼製品の組織中の炭化物を増やすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の高速度工具鋼製品の一例について、その断面組織の反射電子線(BSE; Back Scattered Electron)画像を示す図である。

【図2】中間素材を仕上加工する時の中間素材の加熱温度と、製品の断面組織中にあるM

50

C炭化物およびM₆C炭化物の面積率との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(1) 本発明の高速工具鋼鋼材の製造方法は、質量% (以下、単に「%」と記す。) で、C: 0.50 ~ 2.20%、Si: 0.10 ~ 1.00%、Mn: 0.10 ~ 1.00%、P: 0.025%以下、S: 0.0040%以下、Cr: 3.00 ~ 7.00%、(W + 2Mo) の関係式によるWおよびMoのうちの1種または2種: 5.00 ~ 30.00%、V: 0.60 ~ 5.00%、残部Feおよび不純物の成分組成を有する高速工具鋼鋼材の製造方法である。また、上記の高速工具鋼鋼材が、さらに、Co: 10.00%以下、Al: 0.30%以下、Ca: 0.0150%以下のうちの1種または2種以上を含む成分組成を有する高速工具鋼鋼材の製造方法である。

10

本発明に係る高速工具鋼鋼材 (製品を含む) の成分組成は、従来の高速工具鋼鋼材のそれを含むものである。この成分組成には、JIS-S-G-4403の「高速工具鋼鋼材」に規格されている、SKH51のような、汎用鋼種も含まれている。以下、成分組成について、説明する。

【0012】

・ C: 0.50 ~ 2.20%

Cは、Cr、W、Mo、Vと結合して炭化物を形成し、製品の耐摩耗性を向上する元素である。しかし、多すぎると、靱性が低下する。よって、後述するCr、W、Mo、V量とバランスさせた上で、0.50 ~ 2.20%とする。好ましくは1.00%以上である。より好ましくは1.10%以上である。また、好ましくは1.50%以下である。より好ましくは1.30%以下である。さらに好ましくは1.25%以下である。

20

【0013】

・ Si: 0.10 ~ 1.00%

Siは、通常、溶解工程における脱酸剤として使用される。そして、材料の被削性を高める効果がある。しかし、多すぎると、製品の靱性が低下する。よって、Siは、0.10 ~ 1.00%とする。好ましくは0.25%以上である。より好ましくは0.40%以上である。また好ましくは0.80%以下である。より好ましくは0.60%以下である。

【0014】

・ Mn: 0.10 ~ 1.00%

Mnは、Siと同様、脱酸剤として使用される。そして、焼入性を高めて、製品に適度の焼入れ焼戻し硬さを付与する効果がある。しかし、多すぎると、焼入れ焼戻し後の組織中に残留オーステナイトが多くなり、靱性を低下させる。よって、Mnは、0.10 ~ 1.00%とする。好ましくは0.15%以上である。より好ましくは0.20%以上である。また、好ましくは0.75%以下である。より好ましくは0.50%以下である。さらに好ましくは0.45%以下である。

30

【0015】

・ P: 0.025%以下

Pは、通常、添加しなくても、各種の高速工具鋼鋼材に不可避免的に含まれ得る元素である。そして、焼戻し等の熱処理時に旧オーステナイト粒界に偏析して粒界を脆化させる元素である。したがって、製品の靱性を維持するために、添加する場合も含めて、0.025%以下に規制する。

40

【0016】

・ S: 0.0040%以下

Sは、通常、添加しなくても、各種の高速工具鋼鋼材に不可避免的に含まれ得る元素である。そして、多過ぎると、熱間加工前の鋼塊や中間素材時において、その熱間加工性を劣化させ、熱間加工中の鋼塊や素材に割れを生じさせる元素である。また、鋼材が後述するCaを含むときには、Caと結合して、Ca単体が発揮する熱間加工性の向上効果を阻害する要因ともなる。よって、Sは、低減すべき元素であり、0.0040%以下に規制

50

する。好ましくは0.0020%以下、より好ましくは0.0010%以下である。

【0017】

・Cr: 3.00~7.00%

Crは、焼入性を高め、また炭化物を形成して、製品の耐摩耗性を向上するのに有効な元素である。また、耐酸化性を付与する元素である。但し、多過ぎると、靱性や高温強度の低下を招く。よって、Crは、3.00~7.00%とする。好ましくは3.50%以上である。より好ましくは4.00%以上である。また、好ましくは5.50%以下である。より好ましくは5.00%以下である。

【0018】

・ $(W + 2Mo)$ の関係式によるWおよびMoの1種または2種: 5.00~30.00% 10

WおよびMoは、Cと結合して炭化物を形成し、製品に耐摩耗性や耐焼付き性を付与する元素である。また、焼戻し時の二次硬化作用が大きく、高温強度も付与できる元素である。このとき、WおよびMoは、単独または複合で含有させることができる。また、このときの含有量は、MoがWの約1/2の原子量であることから、 $(W + 2Mo)$ の関係式で定義されるW当量と一緒に規定できる。そして、上記の効果を得るために、 $(W + 2Mo)$ の関係式による値で、5.00%以上とする。好ましくは10.00%以上である。より好ましくは15.00%以上である。さらに好ましくは17.00%以上である。

しかし、多過ぎると、鋼塊または中間素材の時点における熱間加工性を阻害する。よって、 $(W + 2Mo)$ の関係式による値で、30.00%以下とする。好ましくは25.00%以下である。より好ましくは22.00%以下である。さらに好ましくは20.00%以下である。 20

【0019】

・V: 0.60~5.00%

Vは、Cと結合して硬質の炭化物を形成し、製品の耐摩耗性の向上に寄与する元素である。しかし、多過ぎると、製品の靱性が低下する。よって、Vは、0.60~5.00%とする。好ましくは1.00%以上である。より好ましくは1.50%以上である。さらに好ましくは2.00%以上である。特に好ましくは2.50%以上である。また、好ましくは4.00%以下である。より好ましくは3.50%以下である。さらに好ましくは3.00%以下である。 30

【0020】

本発明に係る高速度工具鋼鋼材において、Co、Al、Caは、鋼中に残留する可能性のある元素である。そして、Co、Al、Caは、以下の効果の面で、必要に応じて含有してもよい。

・Co: 10.00%以下

Coは、基地中に固溶して、製品の強度や耐熱性を向上させる。但し、多過ぎると、製品の靱性を低下させる。よって、10.00%以下のCoを含有することができる(0%を含む)。好ましくは5.00%以下である。より好ましくは3.00%以下である。さらに好ましくは2.00%以下である。なお、Coは、無添加の場合でも、例えば、0.10%未満を含み得る場合がある。そして、Coを含有する場合、好ましくは0.10% 40

【0021】

・Al: 0.30%以下

Alは、鑄造組織を均一微細にして、鋼塊の熱間加工性を向上させる効果を有する。但し、多過ぎると、組織中にアルミナ系介在物を多く形成して、製品の靱性を低下させる。よって、0.30%以下のAlを含有することができる。好ましくは0.25%以下である。より好ましくは0.20%以下である。なお、Alを含有する場合、好ましくは0.02%以上である。より好ましくは0.06%以上である。さらに好ましくは0.08%以上である。特に好ましくは0.10%以上である。

【0022】

・Ca: 0.0150%以下

Caは、後述するMC炭化物の絶対量を増やす効果を有し、製品の耐摩耗性の向上に有効な元素である。そして、上述のAlと同様、鑄造組織を均一微細にして、鋼塊の熱間加工性を向上する効果も有する。しかし、多すぎると、多くのCaが酸化物系の介在物を形成して、清浄度を低める。よって、0.0150%以下のCaを含有することができる。好ましくは0.0130%以下である。より好ましくは0.0120%以下である。さらに好ましくは0.0100%以下である。なお、Caを含有する場合、好ましくは0.0050%以上である。より好ましくは0.0060%以上である。さらに好ましくは0.0070%以上である。

【0023】

また、本発明に係る高速度工具鋼鋼材において、O（酸素）、N（窒素）は、不純物として鋼中に残留する可能性のある元素である。そして、これらの元素はできるだけ低い方が好ましい。

・N: 0.0100%以下

Nは、鋼中に不可避免的に存在する元素である。Nが多すぎると、組織中に多くの窒化物系の介在物が形成されて、製品の品位を下げる。よって、好ましくは0.0100%以下に規制する。より好ましくは0.0060%以下、さらに好ましくは0.0050%以下、特に好ましくは0.0020%以下に規制する。

【0024】

・O: 0.0040%以下

Oは、鋼中に不可避免的に存在する元素である。Oが多すぎると、組織中に多くの酸化物系の介在物が形成されて、製品の品位を下げる。よって、好ましくは0.0040%以下に規制する。より好ましくは0.0030%以下、さらに好ましくは0.0020%以下である。

【0025】

(2) 本発明の高速度工具鋼鋼材の製造方法は、溶鋼を鑄造して、鋼塊を得る鑄造工程を含むものである。

通常、高速度工具鋼鋼材が、所定の成分組成に調整された溶鋼を鑄造して得た鋼塊を出発材料にして製造されることは、先述の通りである。そして、本発明の場合、この鋼塊を得る手法は、インゴットケースを使用した普通造塊法の他に、連続鑄造法や、一旦鑄造後の鋼塊に実施する真空アーク再溶解法やエレクトロスラグ再溶解法である等、その手法を問わない。これについて、「鋼塊(ingot)」とは、例えば、JIS-G-0203「鉄鋼用語(製品及び品質)」において、「溶鋼を鋼塊用鑄型(インゴットケース)に鑄込み凝固させたもの、又は連続鑄造された鋼片。通常は、熱間加工又は鍛造による後工程で、半製品又は製品に加工される(真空アーク又はエレクトロガススラグ法で再溶解され、鑄造された鋼塊を含む)。 」と定義されている。

また、上記の鋼塊には、例えば、一定の温度および時間で保持する均熱処理(ソーキング処理)を、必要に応じて行ってもよい。

【0026】

(3) 本発明の高速度工具鋼鋼材の製造方法は、上述した(2)の鑄造工程で得た鋼塊を1120℃を超える温度に加熱した後、熱間加工して、中間素材を得る分塊工程を含むものである。

本発明に係る高速度工具鋼鋼材の成分組成が、SKH51等の汎用鋼種のそれを含むものであることは、上述の通りである。そして、本発明の特徴は、このような汎用的な成分組成を含む高速度工具鋼材の製造工程において、その熱間加工工程の条件を調整することで、成分組成を特別に変更しなくても、高速度工具鋼製品の組織中の炭化物を増やすことができ、高速度工具鋼製品の耐摩耗性を向上できる点にある。

【0027】

高速度工具鋼製品の耐摩耗性を向上させるには、その焼入れ焼戻し組織中に形成されている炭化物の量を増やすことが有効である。そして、この炭化物のうちでも、バナジウム

10

20

30

40

50

を多く含む「MC炭化物」、および、タングステンやモリブデンを多く含む「M₆C炭化物」は、硬質であり、耐摩耗性の向上効果に優れている。従って、高速度工具鋼製品の組織中の、特にMC炭化物およびM₆C炭化物を増やすことは、高速度工具鋼製品の耐摩耗性を向上させるのに効果的である。そして、従来の高速度工具鋼製品においては、その成分組成を特別に変更しなくても、上記の熱間加工工程の条件を見直すことで、製品の組織中の炭化物を増量できる余地があることを、本発明者は知見した。

【0028】

通常、高速度工具鋼鋼材の製造方法は、その熱間加工工程において、上述した(2)の鑄造工程で得た鋼塊を分塊加工する「分塊工程」と、この分塊工程で得た中間素材を鋼材の形状に仕上加工する「仕上工程」とを経てなるものである。なお、上記の「中間素材」は、例えば、JIS-G-0203「鉄鋼用語(製品及び品質)」で定義されている「鋼片(semi-finished product)」の状態と解釈することができる。JIS-G-0203において、「鋼片」とは、「鋼塊を圧延若しくは鍛造することによって、又は連続鑄造によって得られる、長さ方向に一定の断面形状をもつ半製品。一般には、次の工程で熱間圧延又は熱間鍛造を行って、仕上げ製品に加工することを意図したもの。断面の形状及び寸法によってスラブ、ブルーム、ビレット、シートバーなどに分類される。」と定義されている。

そして、上記の熱間加工工程において、従来、その熱間加工温度は、上記の分塊工程から仕上工程までを通して、同じ温度範囲の、一連の熱間加工温度で管理されていた。そして、その熱間加工温度は、例えば、特許文献1の熱間加工温度が1160であり、特許文献3の熱間加工温度が1150であるように、高く設定されていた。

【0029】

これに対して、本発明の高速度工具鋼鋼材の製造方法では、その熱間加工工程における上記の「分塊工程」と「仕上工程」とで、その際の加工温度を別けて管理するものである。そして、まず、分塊工程の加工温度について説明すると、分塊工程は、鋼塊の鑄造組織中にある共晶型の粗大なMC炭化物を破砕する役割を担う。そして、鋼塊の鑄造組織中にある共晶型のM₂C炭化物を分解して、M₆C炭化物に調整する役割を担う。よって、組織中のMC炭化物およびM₆C炭化物を増やすためには、上記の分塊工程で、その際の加工温度を、共晶型MC炭化物の破砕およびM₂C炭化物の分解が十分に進むだけの、高い温度にすることが効果的である。そして、本発明では、この分塊工程での加工温度(つまり、鋼塊の温度)を、1120を超える温度とするために、分塊加工前の鋼塊を1120を超える温度に加熱する。好ましくは1130以上である。鋼塊の加熱温度の上限は、特に設ける必要はない。但し、鋼塊の加熱に掛かるコスト等を考えれば、1160以下とするのが効率的である。好ましくは1150以下、より好ましくは1140以下である。

分塊工程で加工温度を上げることは、鋼塊の塑性加工性を高く維持できる点でも好ましい。通常、鋼塊は、後述する中間素材(鋼片)よりも、その断面積が大きい。よって、分塊加工が行われるときの鋼塊には、後述の仕上加工が行われるときの中間素材よりも、優れた塑性加工性が求められる。分塊工程での加工温度が低すぎると、分塊加工中の鋼塊が割れることが懸念される。

【0030】

通常、分塊加工中の鋼塊の温度は、その分塊加工の開始から徐々に低下していく。そして、分塊加工が終了したときには、鋼塊(つまり、中間素材)の温度が1120以下になっているかも知れない。この場合であっても、分塊加工の開始温度が1120を超えていることで、本発明の分塊工程の効果は発揮される。そして、分塊加工の温度は、その加工の終了温度を900以上に維持することが好ましい。または、分塊加工の開始から終了に亘って、分塊加工の温度が1120を超えて維持されていることが好ましい。これによって、鋼塊の塑性加工性を維持できて、鋼塊を所定の寸法の中間素材にすることが容易になる。また、鋼塊に大きな加工比を付与することが容易になる。

分塊加工中の鋼塊の温度を900以上の温度(または、1120を超える温度)に

維持するには、例えば、鋼塊の温度が900（または、1120）の近くまで降温してきたときに、分塊加工を中断して、鋼塊を加熱炉に入れる等して、鋼塊を再加熱することができる。そして、この再加熱後の鋼塊が、所定の寸法の中間素材になるまで（鋼塊に所定の加工比を付与できるまで）、分塊加工を繰り返すことができる。

【0031】

（4）本発明の高速工具鋼材の製造方法は、上述した（3）の分塊工程で得た中間素材を900～1120の温度に加熱した後、熱間加工して、上述した成分組成の高速工具鋼材を得る仕上工程を含むものである。

仕上工程は、分塊工程で得た中間素材を熱間加工して、中間素材を鋼材に仕上加工する工程である。この仕上加工によって、中間素材は、製品形状に応じた形状の、所定の寸法の高速工具鋼材に仕上げられる。これについて、「鋼材（steel product）」とは、例えば、「JIS-G-0203「鉄鋼用語（製品及び品質）」において、「圧延、鍛造、引抜き、鋳造など各種の方法で所要の形状に加工された鋼の総称。鋼塊及び鋼片は含まない。」と定義されている。そして、本発明に関する高速工具鋼材の形状は、これより製造される製品がエンドミル、ドリル、タップ等であるなら、例えば、断面の直径や一辺が5～50mm程度の棒状であるし、帯鋸刃等であるなら、例えば、断面の直径や一辺が1～5mm程度の線状である。

また、仕上工程は、分塊工程で組織中に付与したMC炭化物およびM₆C炭化物を球状化する工程である。そして、本発明においては、MC炭化物およびM₆C炭化物の増量に寄与する重要な工程である。

【0032】

仕上工程において、（3）の分塊工程で得た中間素材に行う仕上加工の加工温度（つまり、中間素材の温度）を、分塊工程のときと同じ「1120を超える温度」にすると、その仕上加工前の中間素材の加熱中に、そして、仕上加工中に、中間素材の組織中にあるMC炭化物やM₆C炭化物が基地であるオーステナイト組織に溶け込んで、MC炭化物やM₆C炭化物の量が減少する。そして、この結果、同じ成分組成を有する高速工具鋼製品のなかでも、その組織中のMC炭化物やM₆C炭化物の量が異なって、かつ、その量が少なくなると、製品の耐摩耗性が低下する。よって、本発明では、仕上加工の温度を1120以下に制限するために、仕上加工前の中間素材の加熱温度を1120以下に制限する。好ましくは1115以下である。より好ましくは1110以下である。

【0033】

なお、上述した分塊加工中の鋼塊の温度と同様、仕上加工中の中間素材の温度も、通常、その仕上加工の開始から徐々に低下していく。そして、仕上加工中に、中間素材の温度が低くなりすぎると、中間素材の塑性加工性が低下して、中間素材を所定の寸法の鋼材にすることが難しくなる。よって、仕上加工前の中間素材の加熱温度は900以上とする。そして、仕上加工の温度は、その加工の開始から終了に亘って、1120～900の間に維持することが好ましい。または、仕上加工の温度は、その加工の終了温度を900～1050に維持することが好ましい。これによって、中間素材の塑性加工性を維持できて、中間素材を所定の寸法の鋼材にすることが容易になる。

仕上加工中の中間素材の温度を900以上の温度に維持するには、例えば、中間素材の温度が900の近くまで降温してきたときに、仕上加工を中断して、中間素材を加熱炉に入れる等して、中間素材を再加熱することができる。そして、この再加熱後の中間素材が、所定の寸法の鋼材に仕上がるまで、仕上加工を繰り返すことができる。

【0034】

（5）さらに、本発明の高速工具鋼材の製造方法は、（4）の「仕上工程」で得た鋼材に焼鈍を行う「焼鈍工程」を含むことが好ましい。

上記の仕上工程で得た鋼材に焼鈍を行うこと自体は、通常の工程である。この焼鈍工程によって、製品形状に機械加工する際の、機械加工性を付与することができる。また、熱間加工後の鋼材から残留応力を除去することができる。なお、一般的に、焼鈍温度は、高くても870程度であるところ、焼鈍温度が高すぎると、鋼材組織中のMC炭化物およ

10

20

30

40

50

び M_6C 炭化物の基地中への固溶が進みやすい。よって、焼鈍温度は 900 以下とすることが好ましい。また、焼鈍温度は 860 以上とすることが好ましい。

【0035】

(6) 本発明の高速工具鋼製品の製造方法は、上記した各工程を含む本発明の高速工具鋼鋼材の製造方法によって製造された高速工具鋼鋼材に、焼入れおよび焼戻しを行うものである。

本発明の高速工具鋼鋼材の製造方法によって製造された高速工具鋼鋼材は、焼入れ焼戻しによって、所定の硬さに調製されて、高速工具鋼製品に整えられる。そして、この間において、高速工具鋼鋼材は、切削や穿孔といった各種の機械加工によって、高速工具鋼製品の形状に整えられる。この機械加工は、焼入れ焼戻し前の、硬さが低い状態（焼鈍状態）で行うことが好ましい。この場合、焼入れ焼戻し後に仕上げの機械加工を行ってもよい。

【0036】

焼入れおよび焼戻しの温度は、高速工具鋼鋼材の成分組成や、狙いとする硬さ等によって異なるが、焼入れ温度は概ね $1170 \sim 1220$ 程度、焼戻し温度は概ね $550 \sim 590$ 程度であることが好ましい。例えば、SKH51に代表される高速工具鋼の場合、焼入れ温度は $1180 \sim 1210$ 程度、焼戻し温度は $550 \sim 580$ 程度である。焼入れ焼戻し硬さは $69HRC$ 以下とすることが好ましい。また、 $64HRC$ 以上とすることが好ましい。

【0037】

MC 炭化物および M_6C 炭化物のうちでも、その大きさが、高速工具鋼製品の断面組織における最大長で $0.40\mu m$ 以上のものは、耐摩耗性の向上効果大きい。そして、従来の高速工具鋼製品の場合、その断面組織に占める、最大長が $0.40\mu m$ 以上の MC 炭化物の面積率は、多くても 3.0% 程度であり、最大長が $0.40\mu m$ 以上の M_6C 炭化物の面積率は、多くても 6.0% 程度であった。

これに対して、本発明の高速工具鋼製品の製造方法によれば、高速工具鋼製品の断面組織に占める、最大長が $0.40\mu m$ 以上の MC 炭化物の面積率を 3.8% 以上に増量することができる。好ましくは 4.0% 以上に増量することができる。このとき、この MC 炭化物の面積率の上限については、特に設定することを要しない。但し、 9.0% 以下が現実的である。

そして、本発明の高速工具鋼製品の製造方法によれば、高速工具鋼製品の断面組織に占める、最大長が $0.40\mu m$ 以上の M_6C 炭化物の面積率を 6.8% 以上に増量することができる。好ましくは 7.0% 以上に増量することができる。このとき、この M_6C 炭化物の面積率の上限については、特に設定することを要しない。但し、 12.0% 以下が現実的である。

【0038】

高速工具鋼製品の断面組織に占める、最大長が $0.40\mu m$ 以上の MC 炭化物および M_6C 炭化物の面積率の測定要領を説明しておく。

まず、高速工具鋼製品から、断面を観察する試料を採取する。観察する断面は、製品の作業部位（切削工具や切断工具の場合、刃先部であり、金型の場合、型彫面である。）とすることができる。

次に、この観察する断面を鏡面に研磨してから、この研磨後の断面組織を、倍率 2000 倍の走査型電子顕微鏡で観察する。そして、この観察した断面組織を、1視野あたりの画素数が 1260×960 ピクセル（面積 $63\mu m \times 48\mu m$ ）の反射電子線（BSE；Back Scattered Electron）画像として取り込み、この画像を10視野分準備する。BSE画像は、断面組織に含まれるC、W、Mo、VおよびFe等の組成の違いを表示でき、 MC 炭化物と M_6C 炭化物とをコントラストの濃淡で明瞭に識別できるものである。図1は、後述する実施例で評価した高速工具鋼製品A1の断面組織のBSE画像の一例である。図1において、基地中に確認される粒状の分散物が炭化物である。そして、これら粒状の分散物のなかで、濃色で示されているのが「 MC 炭化物（符

10

20

30

40

50

号 1) 」であり、淡色で示されているのが「M₆C 炭化物 (符号 2) 」である。

そして、これらの B S E 画像から、画像解析ソフトウェアを用いて、最大長が 0 . 4 0 μ m 以上の M C 炭化物および M₆C 炭化物を抽出して、1 0 視野分の合計の断面組織に占める、これら炭化物の面積率をそれぞれ求めることができる。

【実施例 1】

【0039】

所定の成分組成に調整した溶鋼を準備し、この溶鋼を鑄造して、高速度工具鋼の鋼塊を作製した。鋼塊の成分組成を表 1 に示す。

【0040】

【表 1】

成分組成 (mass%)								
C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V
1.18	0.49	0.29	0.021	0.0002	4.23	5.20	6.39	2.74

成分組成 (mass%)					
Co	Al	Ca	N	O	Fe*
0.23	0.14	0.0087	0.0047	0.0004	残

※不純物を含む

【0041】

まず、鋼塊に分塊加工を行った。つまり、鋼塊を 1 1 3 0 に加熱して、これを熱間加工し、断面寸法が 1 3 5 mm × 1 3 5 mm の中間素材 (鋼片) を得た。なお、加工温度は、鋼塊の表面温度とした。また、上記の熱間加工中に、鋼塊の再加熱は行わなかった。そして、熱間加工の終了温度は 1 0 4 9 であつた。

次に、上記の分塊加工で得た中間素材に仕上加工を行った。つまり、中間素材を表 2 に示すそれぞれの温度に加熱して、これを熱間加工し、断面寸法が直径 1 1 mm の棒状の高速度工具鋼鋼材 A 1 ~ A 6 および B 1 ~ B 4 に仕上げた。なお、加工温度は、中間素材の表面温度とした。また、仕上げの熱間加工中に、中間素材の再加熱は行わなかった。そして、仕上げの熱間加工の終了温度は 1 0 0 0 ~ 1 0 4 0 の範囲であつた。

【0042】

上記の高速度工具鋼鋼材に 8 7 0 の焼鈍を実施した後に、この焼鈍後の高速度工具鋼鋼材を 1 1 9 0 に加熱して 3 0 分間保持し、焼入れを行った。そして、焼入れ後の高速度工具鋼鋼材に、5 6 0 で 1 時間保持する焼戻しを 2 回繰り返して (狙い硬さ 6 5 . 5 H R C) 、高速度工具鋼製品 A 1 ~ A 6 および B 1 ~ B 4 を作製した。

そして、この高速度工具鋼製品の断面組織に占める、最大長が 0 . 4 0 μ m 以上の M C 炭化物および M₆C 炭化物の面積率を、上述の測定要領に従って、測定した。このとき、観察した断面は、その棒状の中心線を含む縦断面とした。そして、観察した断面は、上記の縦断面の、高速度工具鋼製品 (鋼材) の表面側から中心線に向かって「直径 / 8 」入った位置とした。画像解析ソフトウェアには、オリンパス株式会社製ソフトウェア「S C A N D I U M」を用いた。結果を表 2 に示す。また、高速度工具鋼製品 A 1 の断面組織の B S E 画像を、図 1 に示す。

【0043】

10

20

30

40

【表 2】

製品	分塊加工時の 加熱温度 (°C)	仕上加工時の 加熱温度 (°C)	MC炭化物の 面積率 (%)	M ₆ C炭化物の 面積率 (%)	備考
A1	1 1 3 0	1 1 0 2	4. 0	7. 0	本発明例
A2		1 1 0 3	4. 4	7. 5	
A3		1 1 0 7	4. 0	7. 3	
A4		1 1 0 8	4. 0	6. 9	
A5		1 1 0 9	4. 5	7. 0	
A6		1 1 1 1	4. 2	7. 1	
B1		1 1 2 8	4. 0	6. 6	比較例
B2		1 1 2 9	3. 8	6. 2	
B3		1 1 3 0	3. 7	6. 5	
B4		1 1 4 0	3. 4	6. 5	

【0044】

本発明例の高速度工具鋼製品A1～A6は、鋼塊を1120 を超える温度に加熱してから分塊加工を行ったことに加えて、その分塊加工後の仕上加工で、MC炭化物およびM₆C炭化物が基地中に固溶し難い温度で熱間加工したものである。そして、断面組織に占める、最大長が0.40 μm以上のMC炭化物の面積率は3.8%以上であり、M₆C炭化物の面積率は6.8%以上であった。

これに対して、比較例の高速度工具鋼製品B1～B4は、鋼塊を1120 を超える温度に加熱して分塊加工を行ってから、その後の仕上加工で、MC炭化物およびM₆C炭化物が基地中に固溶し易い温度で熱間加工したものである。そして、断面組織に占める、最大長が0.40 μm以上のMC炭化物およびM₆C炭化物の面積率は、高速度工具鋼製品A1～A6に比べて、少なかった。

【0045】

図2は、表2の結果について、仕上加工時における中間素材の加熱温度（つまり、加工開始温度）と、高速度工具鋼製品の断面組織中に占める、最大長が0.40 μm以上のMC炭化物およびM₆C炭化物の面積率との関係を示したものである。図2より、仕上加工時の加工温度を低くすることで、断面組織に占めるMC炭化物およびM₆C炭化物を増量できることがわかる。

【実施例2】

【0046】

所定の成分組成に調整した溶鋼を準備し、この溶鋼を鋳造して、高速度工具鋼の鋼塊1、2を作製した。鋼塊1、2の成分組成を表3に示す。

【0047】

【表3】

鋼塊	成分組成 (mass%)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V
1	1.17	0.51	0.31	0.017	0.0026	4.20	5.28	6.42	2.84
2	1.17	0.50	0.31	0.020	0.0018	4.13	5.31	6.45	2.84

鋼塊	成分組成 (mass%)					
	Co	Al	Ca	N	O	Fe*
1	0.09	0.15	0.0091	0.0020	0.0013	残
2	0.05	0.13	0.0081	0.0022	0.0018	残

※不純物を含む

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

上記の鋼塊 1、2 を 1 1 4 0 に加熱して、これに分塊加工を行った。そして、断面寸法が 8 0 m m × 8 0 m m の中間素材（鋼片）を得た。このとき、分塊加工中に、鋼塊の再加熱は行わなかった。そして、分塊加工の終了温度（鋼塊の表面温度）は 1 0 8 0 であつた。

なお、上記の分塊加工においては、鋼塊 1、2 の加熱温度（つまり、分塊加工の開始温度）を 1 0 8 0 に低めたものにも行った。その結果、分塊加工中の鋼塊の先端が割れて、分塊加工を進めることができなかった。そして、健全な最終形状の中間素材を得られなかったことから、この時点で、以降の実験を中止した。

【 0 0 4 9 】

次に、鋼塊の加熱温度を 1 1 4 0 とした分塊加工で得た中間素材を、表 4 の温度に加熱して、これに鍛伸による仕上加工を行った。そして、鋼塊 1、2 の番号順に対応する、断面形状が 2 0 m m × 2 0 m m の矩形の棒材でなる高速度工具鋼鋼材 1、2 を作製した。このとき、仕上加工中に、中間素材の再加熱は行わなかった。そして、仕上加工の終了温度（中間素材の表面温度）は 1 0 1 0 であつた。

そして、上記の高速度工具鋼鋼材 1、2 に 8 7 0 の焼鈍を実施した後に、この焼鈍後の高速度工具鋼鋼材 1、2 を 1 1 9 0 に加熱して 3 0 分間保持し、焼入れを行った。そして、焼入れ後の高速度工具鋼鋼材 1、2 に、5 6 0 で 1 時間保持する焼戻しを 2 回繰り返して（狙い硬さ 6 5 . 5 H R C）、高速度工具鋼鋼材（鋼塊）1、2 の番号順に対応する、高速度工具鋼製品 1、2 を作製した。

【 0 0 5 0 】

高速度工具鋼製品 1、2 の断面組織に占める、最大長が 0 . 4 0 μ m 以上の M C 炭化物および M₆ C 炭化物の面積率を、上述の測定要領に従って、測定した。このとき、観察した断面は、その棒状の中心線を含む縦断面とした。そして、観察した断面は、上記の縦断面の、高速度工具鋼製品（鋼材）の表面側から中心線に向かって「辺長さ / 8」入った位置とした。結果を表 4 に示す。

また、上述の要領により採取した「辺長さ / 8」の位置を試験面として、高速度工具鋼製品 1、2 に大越式摩耗試験を実施した。試験条件として、相手材は S C M 4 1 5 の焼ならし材（硬さ 1 8 3 H B W）、荷重は 6 4 . 7 N（6 . 6 k g f）、摩擦距離は 4 0 0 m、試験速度は 0 . 9 7 m / s とした。そして、この条件による試験を、それぞれの高速度工具鋼製品で 3 回実施して、比摩耗量を測定し、その比摩耗量の平均値を求めた。この比摩耗量の値が小さい程、耐摩耗性に優れることを意味する。結果を表 4 に示す。

【 0 0 5 1 】

【表 4】

製品	加熱温度 (℃)		炭化物の面積率 (%)		比摩耗量 (×10 ⁻⁷) [mm ³ /kg]	備考
	分塊加工	仕上加工	MC炭化物	M ₆ C炭化物		
1	1 1 4 0	1 0 8 0	3 . 9	9 . 1	0 . 3 7 0	本発明例
2		1 1 4 0	3 . 7	8 . 7	0 . 4 2 5	比較例

【 0 0 5 2 】

本発明例の高速度工具鋼製品 1 は、断面組織に占める、最大長が 0 . 4 0 μ m 以上の M C 炭化物の面積率は 3 . 8 % 以上であり、M₆ C 炭化物の面積率は 6 . 8 % 以上であつた。そして、分塊加工時における鋼塊の加熱温度を上げたことに起因して、鋼塊の鑄造組織中にある共晶型の M₂ C 炭化物の分解が促進されたと思われ、M₆ C 炭化物の面積率は 9 . 0 % 以上にまで増加した。

これに対して、比較例の高速度工具鋼製品 2 は、分塊加工時における鋼塊の加熱温度は高かったものの、その後の仕上加工における中間素材の加熱温度も高かったことから、中間素材の組織中にあつた M C 炭化物や M₆ C 炭化物が基底に溶け込んだと思われ、高速度工具鋼製品における上記の M C 炭化物および M₆ C 炭化物の面積率は、高速度工具鋼製品

10

20

30

40

50

1 に比べて、少なかった。

そして、高速度工具鋼製品 1 の比摩耗量の値は、高速度工具鋼製品 2 のそれに比べて小さく、高速度工具鋼製品 1 の耐摩耗性が、高速度工具鋼製品 2 よりも優れていることを示した。

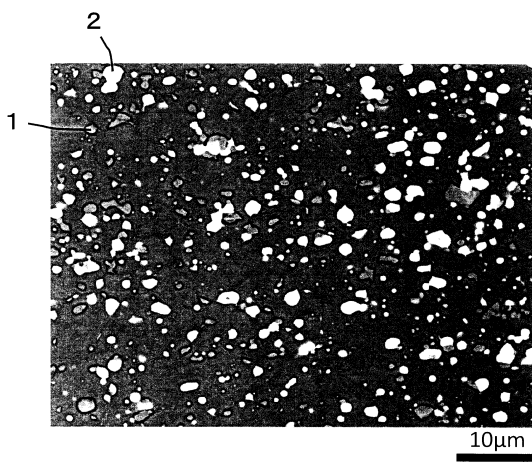
【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

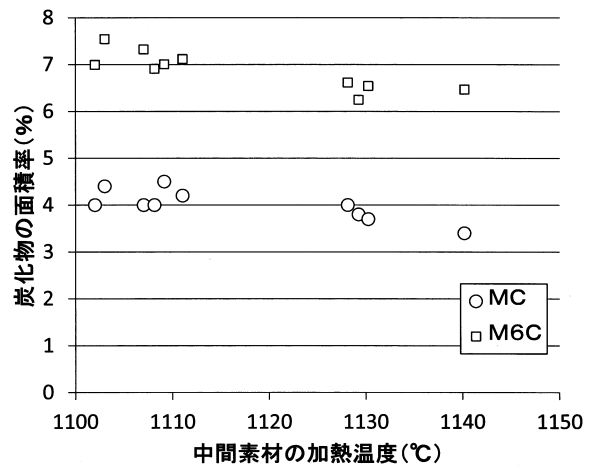
1 MC 炭化物

2 M_6C 炭化物

【図 1】



【図 2】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 2 1 D	6/00	(2006.01)	C 2 1 D	9/00 M
			C 2 1 D	9/22
			C 2 1 D	6/00 L

(56)参考文献 中国特許出願公開第103469084(CN,A)
 中国特許出願公開第102747293(CN,A)
 特開平04-111962(JP,A)
 特開2013-213277(JP,A)
 特開2014-208870(JP,A)
 特開平04-180540(JP,A)
 特開平02-232341(JP,A)
 特開平03-111515(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 C 2 2 C 38 / 0 0 - 38 / 6 0
 C 2 1 D 8 / 0 0 - 8 / 1 0