

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7300451号  
(P7300451)

(45)発行日 令和5年6月29日(2023.6.29)

(24)登録日 令和5年6月21日(2023.6.21)

(51)国際特許分類	F I
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 1 Y
C 2 1 D 8/06 (2006.01)	C 2 1 D 8/06 A
C 2 2 C 38/28 (2006.01)	C 2 2 C 38/28

請求項の数 6 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-536090(P2020-536090)	(73)特許権者	522492576
(86)(22)出願日	平成30年10月10日(2018.10.10)		ポスコ カンパニー リミテッド
(65)公表番号	特表2021-509151(P2021-509151 A)		大韓民国 キョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ドンヘアン - ロ 6 2 6 1
(43)公表日	令和3年3月18日(2021.3.18)	(74)代理人	110000051
(86)国際出願番号	PCT/KR2018/011911		弁理士法人共生国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2019/132195	(72)発明者	イ, ジェ スン
(87)国際公開日	令和1年7月4日(2019.7.4)		大韓民国, 3 7 6 7 7, キョンサンブク - ド, ポハン - シ, ナム - グ, ポスコ - デロ, 1 6 1, 1 0 2 - 9 0 8
審査請求日	令和2年6月26日(2020.6.26)	(72)発明者	キム, ハン フィ
(31)優先権主張番号	10-2017-0179227		大韓民国, 3 7 6 1 8, キョンサンブク - ド, ポハン - シ, ブク - グ, デゴク - ロ, 2 1, 2 0 2 - 2 4 0 2
(32)優先日	平成29年12月26日(2017.12.26)	(72)発明者	バク, イン - ギユ
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷間圧造用線材、これを用いた加工品、およびこれらの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

重量%で、C : 0 . 1 5 ~ 0 . 5 %、S i : 0 . 1 ~ 0 . 4 %、M n : 0 . 3 ~ 1 . 5 %、C r : 0 . 1 ~ 1 . 5 %、A l : 0 . 0 2 ~ 0 . 0 5 %、N : 0 . 0 0 4 ~ 0 . 0 2 %を含み、N b : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 3 %、V : 0 . 0 1 ~ 0 . 3 %、M o : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 %、T i : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 3 %よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、F eおよび不可避的不純物からなり、

金属組織として、結晶方位が一定なセメンタイト及びフェライトのラメラからなる、パーライトのコロニーを含み、

前記パーライトのコロニー内に存在するセメンタイトの長短軸比が、短軸が1である時に長軸が100以下であり、

金属組織としてフェライトを含み、

前記フェライトの結晶粒サイズは、5 μm以下であり、

A l系炭窒化物、N b系炭窒化物、V系炭窒化物、M o系炭窒化物、T i系炭窒化物のうち少なくとも1種以上の析出物を内部に含み、

前記パーライトのうちセメンタイトの短軸を1とした時に長軸が5以下であるセメンタイトは、面積分率で5 ~ 5 0 %であり、前記パーライトのコロニーの最大サイズは、5 μm以下であることを特徴とする冷間圧造用線材。

ここで圧造は、引き抜き、押出鍛造などの工程を全て含む。ただし、製品の目的及び機能によって一部工程を除外することができる。

10

20

## 【請求項 2】

重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなる鋼片を加熱する段階と、

前記加熱した鋼片に対して700～780 で仕上げ圧延を行う熱間圧延段階と、

前記熱間圧延後に5～20 /sの冷却を600 まで行い、5 /s以下で400 まで冷却を行って線材を製造する冷却段階、を含み、

前記線材は、金属組織として、結晶方位が一定なセメンタイト及びフェライトのラメラからなる、パーライトのコロニーを含み、前記パーライトのコロニー内に存在するセメンタイトの長短軸比が、短軸が1である時に長軸が100以下であることを特徴とする冷間圧造用線材の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記熱間圧延段階で仕上げ圧延直前のオーステナイトの結晶粒サイズが10 μm以下であることを特徴とする請求項2に記載の冷間圧造用線材の製造方法。

## 【請求項 4】

前記熱間圧延段階で仕上げ圧延時の変形量は、0.4以上であることを特徴とする請求項2に記載の冷間圧造用線材の製造方法。

ここで変形量とは、圧延前の断面積比の圧延後の断面積の変形比率を意味する。

20

## 【請求項 5】

前記鋼片の加熱段階は、900～1050 で90min以内に維持して行われることを特徴とする請求項2に記載の冷間圧造用線材の製造方法。

## 【請求項 6】

重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなり、

金属組織は、結晶方位が一定なセメンタイト及びフェライトのラメラからなる、パーライトのコロニー内のセメンタイトの長短軸比が、短軸が1である時に長軸が100以下である線材を用いて加工品を製造する加工品の製造方法であって、

30

650～780 で加熱速度50～100 /hrで6～10時間加熱する加熱段階と、冷却速度10～20 /hrで軟化熱処理を行う段階とを含み、

前記加工品は、セメンタイトの長短軸比が、短軸が1である時に長軸が5以下であるセメンタイトの全体面積に対する比率が80%以上であることを特徴とする加工品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

40

本発明は、冷間圧造用線材に関し、より詳細には、冷間圧造用ボルト用に使用可能であり、球状化熱処理の短縮が可能な冷間圧造用線材、これを用いた加工品、およびこれらの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

多くの構造用鋼は、熱間加工後に再加熱、焼き入れ、焼き戻し処理を行って強度と靱性を高めて使用する調質鋼(Quenched and Tempered Steel)である。

## 【0003】

これとは異なり、非調質鋼は、調質鋼に代わる鋼であって、熱間加工後に別途の熱処理

50

を行わなくても、熱処理した鋼の材質とほぼ類似した強度などの機械的特性を得ることができる鋼を意味する。

【0004】

一般的な線材製品は、熱間圧延線材、冷間伸線、球状化熱処理、冷間伸線、冷間圧造、急冷および焼き戻しを行って、最終製品に製造される。

【0005】

反面、非調質線材は、熱間圧延線材、冷間伸線、冷間圧造工程を経て最終製品に製造される。このように従来の製品加工工程に必要な2つの熱処理（球状化熱処理とQ & T熱処理）を省略することによって素材の製造コストを低減して、経済性に優れた製品を得ることができる。

10

【0006】

非調質鋼は、熱処理工程を省略した経済的な製品であり、最終急冷および焼き戻しを行わないので、熱処理による欠陥、すなわち熱処理ひずみによる直進性が確保される効果があり、多くの製品に適用されている。

【0007】

ただし、非調質鋼の場合、熱処理工程が省略された状態で持続的な冷間加工が進められるので、工程が進めば進むほど製品の強度が上昇する反面、軟性が持続的に低下する短所がある。

【0008】

また、ボルトの製造において、転造寿命を増加させるために、線材の伸線後に必須的に球状化熱処理を行わなければならない、このような球状化熱処理は、工程時間が長く、製造コストを上昇させる原因になる。

20

【0009】

このため、球状化熱処理時間を短縮できる冷間圧造が可能な線材の開発が必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、球状化熱処理時間を短縮できる冷間圧造用線材、これを用いた加工品、およびこれらの製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による冷間圧造用線材は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなり、微細組織は、パーライトのコロニー内に存在するセメントタイトの長短軸比が200：1以下であることを特徴とする。

【0012】

前記パーライトのうち分節セメントタイトは、面積分率で5～50%であることが好ましい。

40

【0013】

前記パーライトのコロニーの最大サイズは、5 μm以下であることが好ましい。

【0014】

また、微細組織としてフェライトを含み、前記フェライトの結晶粒サイズの最大サイズは、5 μm以下であることが好ましい。

【0015】

Al系炭窒化物、Nb系炭窒化物、V系炭窒化物、Mo系炭窒化物、Ti系炭窒化物のうちの少なくとも1種以上の析出物を内部に含み得る。

50

## 【0016】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による加工品は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなり、前記残りは、Feおよび不可避免的不純物からなる組織を有し、微細組織は、セメンタイトの長短軸比が5：1以下であることを特徴とする。

## 【0017】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による冷間圧造用線材の製造方法は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなる鋼片を加熱する段階と、前記加熱した鋼片に対して700～780 で仕上げ圧延を行う熱間圧延段階と、前記熱間圧延後に5～20 /sの冷却を600 まで行い、5 /s以下で冷却を400 まで行う冷却段階と、を含むことを特徴とする。

10

## 【0018】

前記熱間圧延段階で仕上げ圧延直前のオーステナイトの結晶粒サイズが10 μm以下であることが好ましい。

20

## 【0019】

前記熱間圧延段階で仕上げ圧延時の変形量は、0.4以上であることが好ましい。

## 【0020】

前記鋼片の加熱段階は、900～1050 で90min以内に維持して行われ得る。

## 【0021】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による加工品の製造方法は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなり、微細組織は、パーライトのコロニー内のセメンタイトの長短軸比が200：1以下である線材を用いて加工品を製造する加工品の製造方法であって、650～780 で加熱速度50～100 /hrで6～10時間加熱する加熱段階と、冷却速度10～20 /hrで軟化熱処理を行う段階と、を含むことを特徴とする。

30

## 【0022】

前記セメンタイトの長短軸比が5：1以下であることが好ましい。

## 【0023】

内部の炭窒化物が全体の80%以上であることが好ましい。

40

## 【発明の効果】

## 【0024】

本発明による冷間圧造用線材およびこれを用いた加工品は、球状化熱処理時間を短縮することができる、これにより費用が節減される効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1】(a)は、仕上げ圧延開始前の比較例1の微細組織を示す写真であり、(b)は、仕上げ圧延開始前の本発明の一実施例である発明例2の微細組織を示す写真である。

【図2】(a)は、仕上げ圧延直後に冷却初期の比較例1の微細組織を示す写真であり、(b)は、仕上げ圧延直後に冷却初期の本発明の一実施例である発明例2の微細組織を示

50

す写真である。

【図3】(a)は、徐冷を通じて得られた比較例3の線材の微細組織を示す写真であり、(b)は、徐冷を通じて得られた本発明の一実施例である発明例4の線材の微細組織を示す写真である。

【図4】(a)は、球状化熱処理後の比較例3の微細組織を示す写真であり、(b)は、球状化熱処理後の本発明の一実施例である発明例4の微細組織を示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明を実施するための最良の形態による冷間圧造用線材は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含み、残りは、Feおよび不可避免的不純物からなり、微細組織は、パーライトコロニー内に存在するセメンタイトの長短軸比が200：1以下である。

10

【0027】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。以下の実施形態は、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者に、本発明の思想を十分に伝達するために提示するものである。本発明は、本明細書で提示した実施形態のみに限定されず、他の形態で具現され得る。図面は、本発明を明確にするために、説明と関係ない部分の図示を省略し、理解を助けるために構成要素のサイズを多少誇張して表現する。

20

【0028】

本発明の一実施形態による冷間圧造用線材は、重量%で、C：0.15～0.5%、Si：0.1～0.4%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.1～1.5%、Al：0.02～0.05%、N：0.004～0.02%を含み、Nb：0.001～0.03%、V：0.01～0.3%、Mo：0.01～0.5%、Ti：0.001～0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含む。

【0029】

本発明による冷間圧造用線材に含まれる各成分の役割およびその含有量について、以下に説明する。下記の成分に対する%は、重量%を意味する。

30

【0030】

C(炭素)の含有量は、0.15～0.5%である。

Cの含有量が0.5%以上である場合、ほぼすべての組織がパーライトから構成され、フェライト結晶粒を確保しにくい。これとは反対に、Cが0.15%未満である場合には、母材強度の低下に起因して最終クエンチおよびテンパリング熱処理後に十分な強度を確保しにくい。これにより、本発明の一実施形態によれば、Cの含有量は、0.15～0.5%とする。

【0031】

Si(シリコン)の含有量は、0.1～0.4%である。

Siは、鋼の強度確保に重要な元素である。Siが0.1%未満である場合、鋼の強度および十分な焼き入れ性の確保が難しい。これとは反対に、Siが0.4%を超過する場合には、軟化熱処理後の冷間鍛造時に冷間加工性を悪化させる。これにより、本発明の一実施形態によれば、Siの含有量は、0.1～0.4%である。

40

【0032】

Mn(マンガン)の含有量は、0.3～1.5%である。

Mnは、基地組織内に置換用固溶体を形成し、パーライトの層間間隔を微細化する。Mnが1.5%を超過して含まれる場合、Mn偏析による組織不均一に起因してクラックが発生し得る。また、鋼の凝固時にマクロ偏析またはミクロ偏析が起こることがあり、Mn偏析は、他の元素に比べて相対的に低い拡散係数を有しており、これによって、偏析帯を助長し、硬化能が向上する。これは、中心部低温組織(Core martensite

50

)を生成する主要原因となる。これとは反対に、Mnが0.3%未満で添加される場合には、クエンチおよびテンパリング熱処理後にマルテンサイト組織確保のための十分な焼き入れ性が確保されにくい。これにより、本発明の一実施形態によれば、Mnの含有量は、0.3~1.5%である。

【0033】

Cr(クロム)の含有量は、0.1~1.5%である。

Crが0.1%未満である場合、最終クエンチおよびテンパリング熱処理時にマルテンサイトを得るための焼き入れ性を十分に確保しにくい。これとは反対に、Crが1.5%を超過する場合には、中心偏析が生成されて、線材内低温組織が発生する可能性が高い。これにより、本発明の一実施形態によれば、Crの含有量は、0.1~1.5%とする。

10

【0034】

Al(アルミニウム)の含有量は、0.02~0.05%である。

Alは、脱酸剤として重要な元素である。Alが0.02未満である場合、脱酸力が確保されにくい。これとは反対に、Alが0.05%を超過する場合には、 $Al_2O_3$ などの硬質介在物が増加し、これに伴い、連铸時に介在物によるノズルの目詰まりが発生し得る。これにより、本発明の一実施形態によれば、Al含有量は、0.02~0.05%とする。

【0035】

N(窒素)の含有量は、0.004~0.02%とする。

Nが0.004%以下である場合、窒化物の確保が難しく、Ti、Nb、Vなどの析出量が減少する。これとは反対に、Nが0.02%以上である場合には、析出物と結合しない固溶窒素により、線材の靱性、軟性の低下が発生し得る。これにより、本発明の一実施形態によれば、Nの含有量を0.004~0.02%とする。

20

【0036】

本発明の一実施形態によれば、Nb:0.001~0.03%、V:0.01~0.3%、Mo:0.01~0.5%、Ti:0.001~0.03%よりなるグループから選ばれた1種以上を含む。

【0037】

Nb(ニオブウム)の含有量は、0.001~0.03%とする。

Nbは、Nb(C、N)などの炭窒化物を形成して、圧延時にフェライト、パーライト線材組織を微細化する。ただし、その含有量が0.001%未満である場合、十分に析出されない。これとは反対に、Nbの含有量が0.03%を超過する場合には、析出物の粗大化によって析出効果が減少する悪影響が発生し得る。これにより、本発明の一実施形態においてNbが含まれる場合、その含有量は、0.001~0.03%とする。

30

【0038】

Ti(チタニウム)の含有量は、0.001~0.03%である。

Tiは、強力な炭窒化物形成元素であって、加熱炉内結晶粒の微細化に役に立つ。ただし、Tiが0.001%未満である場合は、析出量が少なく、効果が減少する。これとは反対に、Tiが0.03%を超過して含まれる場合には、析出物の粗大化によって靱性、軟性を低下させる。これにより、本発明の一実施形態においてTiが含まれる場合、Tiの含有量を0.001~0.03%とする。

40

【0039】

V(バナジウム)の含有量は、0.01~0.3%である。

Vは、VC、VN、V(C、N)などを形成し、圧延時にフェライト、パーライト線材組織の微細化を誘導する元素である。Vの含有量が0.01%未満である場合は、母材内V析出物の分布が少なくなると、フェライト粒界を固定させず、これに伴い、靱性に及ぼす影響が少なくなる。これとは反対に、Vの含有量が0.3%を超過すると、粗大な炭質化物が形成されて、靱性に悪影響を及ぼす。これにより、本発明の一実施形態においてVが含まれる場合、Vの含有量は、0.01~0.3%とする。

【0040】

50

Mo (モリブデン) の含有量は、0.01 ~ 0.5% である。

Mo は、クエンチおよびテンパリング熱処理中のテンパリング時に  $Mo_2C$  の析出物を形成し、テンパリング時に強度が低下するテンパー軟化の抑制に効果的な元素である。ただし、Mo の含有量が 0.01% 未満である場合は、十分なテンパー軟化効果を発揮しにくい。これとは反対に、Mo の含有量が 0.5% を超過する場合には、線材状態で低温組織が発生し、低温組織の除去のための追加的な熱処理費用が必要になる。これにより、本発明の一実施形態において Mo が含まれる場合、Mo の含有量は、0.01 ~ 0.5% とする。

【0041】

本発明の一実施形態による冷間圧造用線材の微細組織は、パーライトコロニー内に存在するセメンタイトの長短軸比が 200 : 1 以下である。

10

【0042】

また、パーライトのうち分節セメンタイトは、面積分率で 5 ~ 50% である。

【0043】

また、パーライトのコロニーの最大サイズは、5  $\mu m$  以下である。

【0044】

また、フェライトの結晶粒サイズの最大サイズは、5  $\mu m$  以下である。

【0045】

また、本発明の一実施形態による冷間圧造用線材は、Al 系炭窒化物、Nb 系炭窒化物、V 系炭窒化物、Mo 系炭窒化物、Ti 系炭窒化物のうち少なくとも 1 種以上の析出物を内部に含み得る。

20

【0046】

また、上述した成分系を満たす線材を用いて製造した加工品の微細組織は、セメンタイトの長短軸比が 5 : 1 以下である。

【0047】

以下、本発明の一実施形態による冷間圧造用線材の製造方法について詳細に説明する。

【0048】

上述した成分系を満足する鋼片を加熱する。この際、加熱温度は、900 ~ 1050 であり、90 分以内に維持する。

【0049】

加熱した鋼片に対して 700 ~ 780 で仕上げ圧延を行う熱間圧延を行う。熱間圧延段階で、仕上げ圧延直前のオーステナイトの結晶粒サイズは、10  $\mu m$  以下である。また、熱間圧延段階で、仕上げ圧延時の変形量は、0.4 以上である。

30

【0050】

熱間圧延後に 5 ~ 20 / s の冷却を 600 まで行い、5 / s 以下で 400 まで冷却を行う冷却段階を行う。5 ~ 20 / s の冷却は、パーライトの結晶粒サイズ 5  $\mu m$  以下の組織で、セメンタイト厚さの最小化のために、速い冷却で変態を終了するものである。5 / s 以下の徐冷は、パーライト分節を誘導するためである。

【0051】

上述した方式で製造された線材を用いて加工品を製造する。加工品は、650 ~ 780 で、加熱速度 50 ~ 100 / hr で 6 ~ 10 時間の間加熱し、冷却速度 10 ~ 20 / hr で軟化熱処理を行って製造する。このような方式で製造された加工品は、セメンタイト長短軸比が 5 : 1 以下である。また、炭窒化物が全体の 80% 以上である。

40

【0052】

以下、実施例を通じて本発明を具体的に説明するが、下記の実施例は、本発明を例示してさらに詳細に説明するためのものに過ぎず、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【実施例】

【0053】

下記の表 1 に示す組成を有し、記載された製造条件で製造された鋼を準備した。すべて

50

の比較例と実施例は、9 mmに線材圧延された。微細組織は、各圧延条件で比較した。

【0054】

【表1】

	C	Si	Mn	Cr	Al	N	Nb	Ti	V	Mo	加熱条件	仕上げ圧延前AGS(μm)	仕上げ圧延温度(°C)	仕上げ圧延平均変形量	初期冷却速度(°C/s)	最終冷却速度(°C/s)
比較例1	0.25	0.30	1.30	0.3	0.042	0.015	0.015	-	-	-	1000°C/90min	25	850	1.0	10	4
比較例2	0.35	1.20	1.30	0.2	0.010	0.004	0.015	0.02	-	-	1050°C/90min	14	760	0.8	10	5
比較例3	0.40	0.80	1.20	0.2	0.042	0.013	0.020	0.02	-	0.2	1020°C/95min	9	780	0.4	10	5
比較例4	0.72	0.30	0.80	0.50	0.035	0.010	-	-	-	-	1000°C/90min	10	750	1.0	10	10
発明例1	0.35	0.20	0.70	1.0	0.035	0.010	-	-	-	-	1000°C/90min	10	760	1.2	10	3
発明例2	0.20	0.25	0.80	0.4	0.030	0.015	0.015	-	0.3	0.2	1000°C/90min	8	750	0.8	12	3
発明例3	0.25	0.30	1.20	0.7	0.040	0.020	0.015	-	-	-	1000°C/90min	9	730	0.6	12	5
発明例4	0.45	0.18	1.20	0.2	0.036	0.016	-	0.03	-	0.3	1000°C/90min	9	760	0.8	11	2
発明例5	0.50	0.15	1.50	0.3	0.032	0.012	-	0.02	0.3	0.2	1000°C/90min	10	750	1.0	10	1

【0055】

図1(a)は、仕上げ圧延開始前の比較例1の微細組織を示す写真であり、図1(b)は、仕上げ圧延開始前の本発明の一実施例である発明例2の微細組織を示す写真である。

【0056】

本発明の一実施例である発明例2による図1(b)の場合、比較例1である図1(a)よりもオーステナイト結晶粒サイズが微細であることを確認することができる。圧延前に小さいオーステナイト結晶粒は、圧延時に粒界で多くの変形を誘導して、圧延および冷却

10

20

30

40

50

中にフェライト核生成サイトを最大化する。これを通じて、初析フェライト分率を最大化し、素材軟化を通じた熱処理の省略を可能にする。また、結晶粒の微細化に寄与して、圧延終了後に拡散速度を増加させる長所がある。

【0057】

図2(a)は、仕上げ圧延直後に冷却初期の比較例1の微細組織を示す写真であり、図2(b)は、仕上げ圧延直後に冷却初期の本発明の一実施例である発明例2の微細組織を示す写真である。

【0058】

本発明の一実施例である発明例2による図2(b)の場合、比較例1による図2(a)よりもフェライト結晶粒サイズが小さいことを確認することができる。これに伴い、速い速度の拡散が可能である。本発明の一実施例によれば、圧延時に速い冷却を行うところ、初析フェライトの成長を抑制して、パーライト結晶粒サイズを微細化することができ、パーライト内板状セメンタイトの厚さを最小化する。

10

【0059】

図3(a)は、徐冷を通じて得られた比較例3の線材の微細組織を示す写真であり、図3(b)は、徐冷を通じて得られた本発明の一実施例である発明例4の線材の微細組織を示す写真である。

【0060】

本発明の一実施例である発明例4による図3(b)の場合、比較例3による図3(a)とは異なって、板状セメンタイトでなく、分節セメンタイトが生成されたことを確認することができる。また、フェライト微細組織も、冷間圧造に有利な粗大粒に成長したことを確認することができる。

20

【0061】

下記の表2は、表1に示す条件の成分と製造条件で製造された線材のフェライト結晶粒のサイズ、パーライトコロニーのサイズ、線材セメンタイトの長短軸比、線材分節セメンタイト分率を記載し、このような線材を加工品に製造するための加熱速度、維持時間、冷却速度と加工品のセメンタイト5:1以下比率を記載した表である。

【0062】

30

40

50

【表 2】

	線材フェライト結晶粒のサイズ( $\mu\text{m}$ )	線材パーライトコロニーのサイズ( $\mu\text{m}$ )	線材セメントタイトの長短軸比	線材分節セメントタイト分率(%)	加熱速度( $^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ )	維持時間(hr)	冷却速度( $^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ )	熱処理後にセメントタイト5:1以下比率(%)
比較例1	10	10	300:1	10	200	4	25	70
比較例2	12	13	300:1	8	300	4	25	75
比較例3	15	12	250:1	3	250	8	30	70
比較例4	8	7	100:1	10	200	7	30	70
発明例1	3	3	100:1	15	70	6	15	85
発明例2	4	3	70:1	20	80	7	18	90
発明例3	3.5	3.2	60:1	17	70	6	10	85
発明例4	2.8	3.2	80:1	30	60	7	16	90
発明例5	4.5	4.2	75:1	35	90	8	15	90

## 【0063】

図4(a)は、球状化熱処理後の比較例3の微細組織を示す写真であり、図4(b)は、球状化熱処理後の本発明の一実施例である発明例4の微細組織を示す写真である。

## 【0064】

本発明の一実施例である発明例4による図4(b)の場合、比較例3による図4(a)に比べて球状化がさらに多く行われたことを確認することができる。図4(a)の場合、球状化が70%程度行われた場合であり、図4(b)の場合、球状化が90%程度行われた場合である。

## 【0065】

上述したように本発明の例示的な実施例を説明したが、本発明は、これに限定されず、本技術分野で通常の知識を有する者であれば、本発明の概念と技術範囲を逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0066】

本発明による冷間圧造用線材は、強度および軟性に優れていて、締結用に使用される高強度ボルトに活用され得る。

10

20

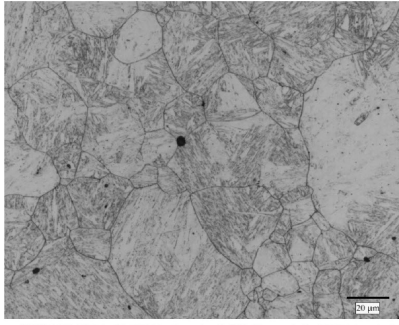
30

40

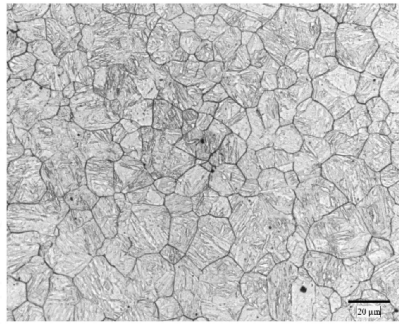
50

【図面】

【図 1】

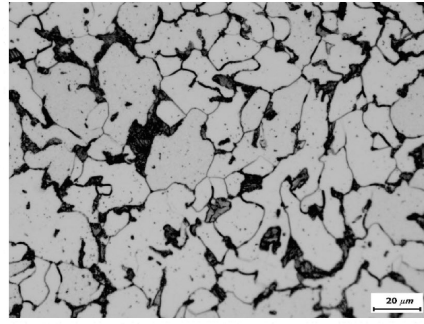


(a)

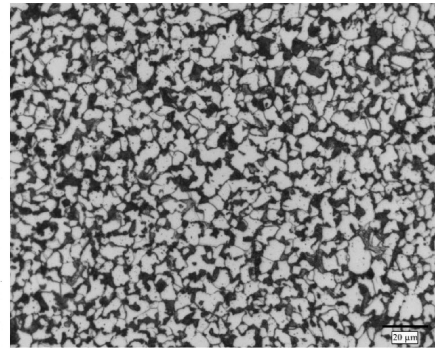


(b)

【図 2】



(a)



(b)

10

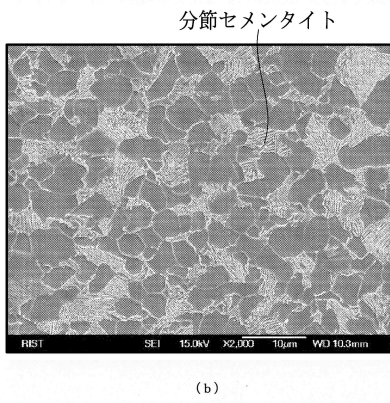
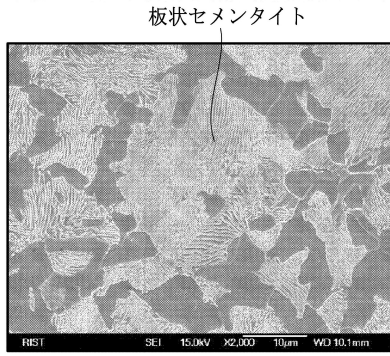
20

30

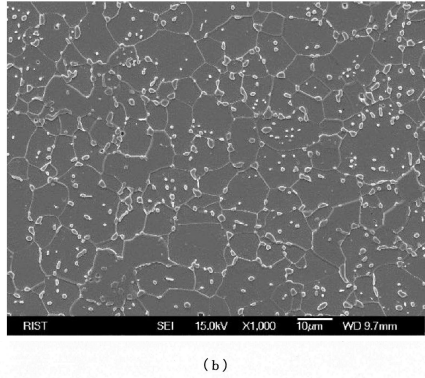
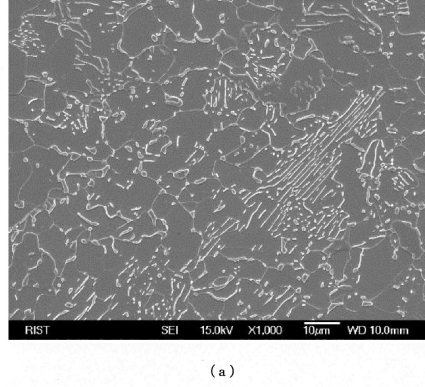
40

50

【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

大韓民国, 37639, ギョンサンブク - ド, ポハン - シ, ブク - グ, ウチャン - ロ, 20, 20  
2 - 2102

(72)発明者 イ, ビョン ガブ

大韓民国, 37667, ギョンサンブク - ド, ポハン - シ, ナム - グ, ジゴク - ロ, 260, 11  
5 - 202

(72)発明者 イ, サン - ユン

大韓民国, 37669, ギョンサンブク - ド, ポハン - シ, ナム - グ, ジゴク - ロ, 294, 21  
0 - 801

審査官 河口 展明

(56)参考文献 特開2015 - 168882 (JP, A)

特開2013 - 234349 (JP, A)

特開2017 - 048459 (JP, A)

国際公開第2015 / 189978 (WO, A1)

国際公開第2017 / 038436 (WO, A1)

特開2004 - 360005 (JP, A)

国際公開第2017 / 170515 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C22C 38 / 00 - 38 / 60

C21D 7 / 00 - 8 / 10