

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-31045

(P2018-31045A)

(43) 公開日 平成30年3月1日(2018.3.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 1 Z	4 K 0 4 2
C 2 2 C 38/46 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z	
C 2 1 D 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/46	
C 2 2 C 38/60 (2006.01)	C 2 1 D 9/00 A	
	C 2 2 C 38/60	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2016-163059 (P2016-163059)
 (22) 出願日 平成28年8月23日 (2016.8.23)

(71) 出願人 390011497
 株式会社三共合金鑄造所
 大阪府大阪市西淀川区佃5丁目10番7号
 (74) 代理人 100082072
 弁理士 清原 義博
 (72) 発明者 橘堂 忠
 大阪府堺市北区船堂町1丁目15番38号
 (72) 発明者 長谷 俊明
 大阪府大阪市港区弁天4-3-5
 (72) 発明者 松元 秀人
 大阪府摂津市南別府町4番2号
 Fターム(参考) 4K042 AA25 BA03 CA06 CA07 CA08
 CA10 CA13 DA03 DC02 DC03
 DE04 DE05 DE06

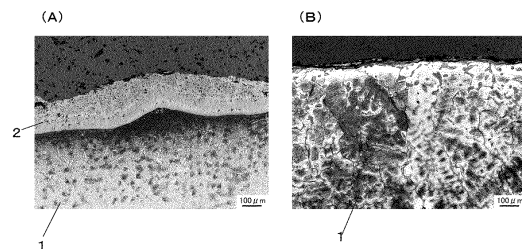
(54) 【発明の名称】 赤熱コークス搬送バケット用ライナー材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 割れが発生しにくく、優れた耐摩耗性を有する赤熱コークス搬送バケット用ライナー材を提供すること。

【解決手段】 C : 0.35 - 0.42 wt%、Si : 0.80 - 1.20 wt%、Mn : 0.30 - 0.50 wt%、Ni : 0.50 wt%以下、Cr : 4.80 - 5.50 wt%、Mo : 1.20 - 1.60 wt%、V : 0.50 - 1.10 wt%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

C : 0.35 - 0.42 wt %、Si : 0.80 - 1.20 wt %、Mn : 0.30 - 0.50 wt %、Ni : 0.50 wt %以下、Cr : 4.80 - 5.50 wt %、Mo : 1.20 - 1.60 wt %、V : 0.50 - 1.10 wt %を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材。

【請求項2】

C : 0.35 - 0.42 wt %、Si : 0.80 - 1.20 wt %、Mn : 0.30 - 0.50 wt %、Ni : 0.50 wt %以下、Cr : 4.80 - 5.50 wt %、Mo : 1.20 - 1.60 wt %、V : 0.50 - 1.10 wt %を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる金属溶湯を鑄造後、700 - 1100 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 /分で冷却することを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コークス炉から窯出された高温の赤熱コークスを受け取りコークス乾式消火設備まで運搬するバケットの内側ライナーに使用される、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材及びその製造方法に関する。

より詳しくは、Vを多く含有し、残部にFe及び不可避免的不純物を含む金属溶湯を鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 /時間で冷却することにより製造される、赤熱コークスの落下による衝撃に強く、赤熱コークス接触後の摺動に対する優れた耐摩耗性を有する、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材及びその製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

コークスとは、石炭を乾留して炭素部分だけを残した燃料のことであり、この乾留のために使用される炉はコークス炉と呼ばれる。

コークス炉の部材は、衝撃や摩耗から保護するためにその表層部にライナーが貼り付けられている。

30

例えば、コークス炉から窯出しされたコークスをその後コークス乾式消火設備へ搬送するためのコークスパケットは、その内面にライナーが設けられている。このライナーは、赤熱コークスの落下による衝撃や接触後の摺動による摩耗からバケットの内面を保護している。

【0003】

赤熱コークス搬送バケット用ライナー材として、従来から球状黒鉛鑄鉄が使用されている。球状黒鉛鑄鉄は、組織中の黒鉛の形を球状にして強度や延性を改良した鑄鉄であるため、その優れた耐摩耗性及び耐衝撃性(耐割れ性)から使用されている。

しかし、窯出しされた赤熱コークスの温度は1000を超えるため、球状黒鉛鑄鉄をバケット用ライナー材に用いたとしても割れが生じやすく、摩耗も激しいため、使用できる期間が短く頻繁に交換する必要があるという問題点を有する。

40

【0004】

球状黒鉛鑄鉄の他にも、様々なバケット用ライナー材がこれまでに開発されている。

例えば、特許文献1には、高温環境下における耐摩耗性を確保しつつ、安価な高温耐摩耗材が開示されている。

具体的には、組成をC : 0.2 - 0.5 wt %、Si : 0.2 - 1.5 wt %、Mn : 1.6 - 2.4 wt %、Cr : 1.2 - 2.0 wt %、N : 0.1 - 0.5 wt %を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる高温耐摩耗材をライナー材に用いている。つまり、高価なNiを含有しないものとするすることで、安価に製造可能であり、Mnの含有量を増やすことで、高温摩耗性を確保することができることが記載されている。

50

【0005】

特許文献2には、高温環境下で優れた耐摩耗性、耐割れ性を発揮し、且つ安価な高温耐摩耗材が開示されている。

具体的には、C：0.2 - 0.5 wt%、Si：0.2 - 1.5 wt%、Mn：10 - 24 wt%、Cr：12 - 20 wt%、Ni：4.0 wt%未満、N：0.1 wt%未満を含有し、残部がFe及び不可避的元素からなる高温耐摩耗材をライナー材として用いている。鑄造時にNを添加しないことで、完成品に対するNの検査を省略し、安価な高温耐摩耗材を実現し、他の合金元素の含有量を所定の範囲に限定することで特許文献1に記載の発明と同等な耐摩耗性、耐割れ性を発揮できるものとしたと記載されている。

【0006】

しかし、特許文献1および特許文献2記載の発明品は従来ライナー材として使用されることの多かった球状黒鉛鑄鉄よりは添加する合金量が多く、球状黒鉛鑄鉄よりコストアップになることは避けられないことは明白である。

特許文献2記載の発明は特許文献1記載の発明よりも製造時のNの検査を省略することで相対的に容易・安価に製造可能であるものの、耐衝撃性、機械的強度、硬度は従来のものであり、特許文献1及び2の実施例参照）。耐衝撃性や耐摩耗性が従来通りであれば、特許文献2記載の発明品は特許文献1と同じように頻りにバケットライナーを交換する必要があり、容易に製造できたことにより製造コストを抑制できたとしても結果的にバケットライナーとしての使用コストを大幅に抑えることは難しい。

よって、ライナーの交換頻度の低い耐久性に優れたライナー材が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009 - 221554号公報

【特許文献2】特開2014 - 181360号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記した従来技術の問題点を解決すべくなされたものであって、Vを多く含有し、残部にFe及び不可避的元素を含む金属溶湯を鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 / 時間で冷却することにより製造される、耐久性に優れた赤熱コークス搬送バケット用ライナー材を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に係る発明は、C：0.35 - 0.42 wt%、Si：0.80 - 1.20 wt%、Mn：0.30 - 0.50 wt%、Ni：0.50 wt%以下、Cr：4.80 - 5.50 wt%、Mo：1.20 - 1.60 wt%、V：0.50 - 1.10 wt%を含有し、残部がFe及び不可避的元素からなることを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材に関する。

【0010】

請求項2に係る発明は、C：0.35 - 0.42 wt%、Si：0.80 - 1.20 wt%、Mn：0.30 - 0.50 wt%、Ni：0.50 wt%以下、Cr：4.80 - 5.50 wt%、Mo：1.20 - 1.60 wt%、V：0.50 - 1.10 wt%を含有し、残部がFe及び不可避的元素からなる金属溶湯を鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 / 時間で冷却することを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材の製造方法に関する。

【発明の効果】

【0011】

請求項1に係る発明によれば、従来赤熱コークス搬送バケット用ライナー材よりも多

10

20

30

40

50

くVを含有することで、優れた耐摩耗性を有する赤熱コークス搬送バケット用ライナー材とすることができる。

具体的には、VはCとの結合力が大きく極めて安定な炭化物を形成し、かつ基地のフェライト安定化元素であるため、Vを0.50 - 1.10 wt %で添加するとフェライトが安定して存在するため、V添加により高温での圧縮強度を高める効果がある。

【0012】

請求項2に係る発明によれば、従来の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材よりも多くVを含有し、且つ金属溶湯を鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 /時間で冷却することで、耐衝撃性及び耐摩耗性に優れた赤熱コークス搬送バケット用ライナー材を製造することができる。

10

具体的には、VはCとの結合力が大きく極めて安定な炭化物を形成し、かつ基地のフェライト安定化元素であるため、Vを0.50 - 1.10 wt %で添加するとフェライトが安定して存在するため、V添加により、赤熱コークス搬送バケット用ライナーの使用条件の急速加熱下での高温圧縮強度を高める効果がある。

さらに、従来の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材(球状黒鉛鑄鉄)は鑄造後熱処理することなく鑄放しのままで使用されることが多く、特許文献1(特に段落[0018])及び特許文献2(特に段落[0025])記載の発明は、1100 に加熱後水冷により急冷する水靱処理を施して作成するものである。これに対し、本願発明は700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 /時間で徐々に冷却すること(いわゆる焼きなましを行うこと)で、基地フェライト化させ、鑄造時の内部のひずみを取り除き、組織を軟化させ、展延性を向上させるという効果を奏する。組織が軟らかくなることで、赤熱コークスが落下しても割れが生じにくくなり、かつ硬いバナジウム炭化物が分散することで耐摩耗性を付与するものである。

20

よって、耐久性に優れた使用寿命の長い赤熱コークス搬送バケット用ライナー材を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例と比較例の合金の組成を示す図である。

【図2】本発明の実施例(A)と比較例(B)のコークス接触面組織の比較を示す図である。

30

【図3】本発明の実施例と比較例の急速加熱下での高温圧縮強度の比較を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

1. 各合金元素の含有量

以下、本発明に係る赤熱コークス搬送バケット用ライナー材の好適な実施形態について、詳細に説明する。

本実施形態の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材は、C: 0.35 - 0.42 wt %、Si: 0.80 - 1.20 wt %、Mn: 0.30 - 0.50 wt %、Ni: 0.50 wt %以下、Cr: 4.80 - 5.50 wt %、Mo: 1.20 - 1.60 wt %、V: 0.50 - 1.10 wt %を含有し、残部がFe及び不可避的元素からなることを特徴とする、赤熱コークス搬送バケット用ライナー材である。

40

【0015】

本実施形態の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材に含有させる各元素について以下に説明する。

Cは、高温強度及び耐摩耗性の向上に有効な元素であり、本実施形態の合金においては、優れた高温圧縮強度を発現する要因のVC系炭化物を金属組織中に生成・分散するのに必要な元素である(詳しくは以下のVについての説明参照)。

Cの含有量の下限は0.35 wt %、好ましくは0.37 wt %、より好ましくは0.39 wt %であり、上限は0.42 wt %、好ましくは0.41 wt %、より好ましくは0.40 wt %である。Cの含有量が上記下限未満であると、必要な強度及び耐摩耗性を確

50

保できなくなるおそれがある。一方、Cの含有量が上記上限を超えると、靱性が低下するおそれがあり、靱性不足による割れが生じる可能性がある。

【0016】

Siは、溶解時の酸化防止と脱酸、及び鑄造時の湯流れを良好にして鑄造性を確保する効果を奏する。また、フェライト安定化作用を有し、フェライト消失温度を上昇させ高温強度を高める効果を奏する。

Siの含有量の下限は0.80wt%、好ましくは0.85wt%、より好ましくは0.90wt%であり、上限は1.20wt%、好ましくは1.10wt%、より好ましくは1.00wt%である。Siの含有量が上記下限未満であると、必要な湯流れの良さ、鑄造性、耐熱性を確保できなくなるおそれがある。一方、Siの含有量が上記上限を超えると、靱性が低下するおそれがあり、靱性不足による割れが生じる可能性がある。

10

【0017】

Mnは、脱酸作用を有し、オーステナイトを安定化させ、耐食性や耐熱性、靱性を向上させる効果を奏する。

Mnの含有量の下限は0.30wt%、好ましくは0.33wt%、より好ましくは0.35wt%であり、上限は0.50wt%、好ましくは0.45wt%、より好ましくは0.40wt%である。Mnの含有量が上記下限未満であると、オーステナイトを安定化させる作用や、必要な耐食性、耐熱性、靱性が得られなくなるおそれがある。一方、Mnはオーステナイト安定化作用を有し、フェライト消失温度を低下させるため、上記上限を超えると、高温強度を低下させるおそれがある。

20

【0018】

Niは、耐食性、耐熱性及び靱性を向上させる作用を有する。

Niの含有量の上限は0.50wt%、好ましくは0.47wt%、より好ましくは0.45wt%である。Niはオーステナイト安定化作用を有し、フェライト消失温度を低下させるため、Niの含有量が上記上限を超えると、高温強度を低下させるおそれがある。

【0019】

Crは、固溶して基材の強度を増加させ、炭化物を形成し高温強度を高くする効果を有する。さらに、フェライト安定化作用を有し、フェライト消失温度を上昇させ、高温強度を高くする。

Crの含有量の下限は4.80wt%、好ましくは4.90wt%、より好ましくは5.00wt%であり、上限は5.50wt%、好ましくは5.40wt%、より好ましくは5.30wt%である。Crの含有量が上記下限未満であると、必要な高温強度とフェライト安定化作用が得られなくなるおそれがある。一方、上記上限を超えると結晶粒界に粗大なクロム炭化物が偏析するため靱性が低下するおそれがある。

30

【0020】

MoはVと同様にフェライト安定化作用を有する炭化物生成元素である。

Moの含有量の下限は1.20wt%、好ましくは1.25wt%、より好ましくは1.30wt%であり、上限は1.60wt%、好ましくは1.55wt%、より好ましくは1.50wt%である。Moの含有量が上記下限未満であると、十分なフェライト安定化作用が得られなくなるおそれがある。一方、上記上限を超えると、基地固溶温度が低いMo₆C炭化物が増加し、その結果基地固溶温度の高いVC系炭化物が減るため、高温圧縮強度を低下させるおそれがある。

40

【0021】

Vは、炭素と結合してバナジウムと炭素とが原子比で1対1のVC系炭化物を形成する。このVC系炭化物は、バナジウムと炭素との結合が他の炭化物に見られるような共有結合ではなく、イオン結合性も有しているので、VとCの結合力が大きく、極めて安定であり、高温まで分解せず残存する。

加えて、Vはフェライト安定化元素であり、フェライト消失温度を上昇させるため、高温までフェライトが安定して存在する。VC系炭化物と残存するフェライトは、高温で主たる基地であるオーステナイトとは結晶構造が異なる異相となり、塑性変形を担う転移の

50

移動・増殖を抑制する働きを有する。このような条件下で塑性変形を生じさせるにはより高い応力を必要とする。このことから、V添加により高温圧縮強度を高くする効果がある。

Vの含有量の下限は0.50wt%、好ましくは0.60wt%、より好ましくは0.70wt%であり、上限は1.10wt%、好ましくは1.00wt%、より好ましくは0.90wt%である。Vの含有量が上記下限未満であると、VC系炭化物生成量が減少して高温圧縮強度が低下するおそれがある。一方、上記上限を超えると、結晶粒界に粗大なVC系炭化物が偏析するために靱性が低下するおそれがある。

【0022】

不可避的元素は、各元素とも0.05wt%以下である。

例えば、Sは、Mnと結合してMnSとなるので、Sの過度の含有は靱性を劣化させる。このため、Sは、0.03wt%以下とすることが望ましい。また、Pは、0.04wt%以下とすることが望ましい。S及びPは、ここでは不可避的元素として位置づける。

【0023】

2. 鑄造後の熱処理工程及び冷却工程

本発明の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材は、C：0.35 - 0.42wt%、Si：0.80 - 1.20wt%、Mn：0.30 - 0.50wt%、Ni：0.50wt%以下、Cr：4.80 - 5.50wt%、Mo：1.20 - 1.60wt%、V：0.50 - 1.10wt%を含有し、残部がFe及び不可避的元素からなる金属溶湯を鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 / 時間で冷却することで製造される。

【0024】

このように、熱処理後徐冷する操作、いわゆる焼きなましを行うことで、本発明の赤熱コークス搬送バケット用ライナー材を基地フェライト化させ、鑄造時の内部のひずみを取り除き、組織を軟化させ、展延性を向上させることができる。組織が軟らかくなることで、赤熱コークスが落下しても割れが生じにくくなり、且つ硬いバナジウム炭化物が分散することが耐摩耗性を付与する。

【実施例】

【0025】

以下、本発明に係る赤熱コークス搬送バケット用ライナー材に関する実施例を示すことにより、本発明の効果をより明確なものとする。但し、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0026】

< 赤熱コークス搬送バケット用ライナー材の製造 >

(実施例1 - 3)

図1に示す組成の実施例1 - 3の合金を鑄造した。

鑄造後、700 - 1050 で3 - 10時間熱処理し、室温までの冷却速度10 - 100 / 時間で冷却した。これらを実施例1 - 3とした。

【0027】

(比較例1)

TSR21(栗本鐵工所製)を比較例1とした。比較例1は図1に示す組成の金属溶湯を注湯して得られた鑄放し品を、下記の条件で熱処理し、必要なサイズに切断して試験片を作成した。

(熱処理条件)

加熱温度：1100

加熱速度：100 / 時間

保持時間：5.5時間

冷却方法：水冷(スクリュージョー)

【0028】

(比較例2)

10

20

30

40

50

K M 1 6 I M (栗本鐵工所製) を比較例 2 とした。比較例 2 は特許文献 1 に記載の高温耐摩耗材であり、図 1 に示す組成の金属溶湯を注湯して得られた鑄放し品を、下記の条件で熱処理し、必要なサイズに切断して試験片を作成した。

(熱処理条件)

加熱温度 : 1 1 0 0

加熱速度 : 1 0 0 / 時間

保持時間 : 5 . 5 時間

冷却方法 : 水冷 (スクリュー攪拌)

【 0 0 2 9 】

(比較例 3)

J I S G 5 5 0 2 に規定されている 球状黒鉛鑄鉄 F C D 4 5 0 を比較例 3 とした。図 1 に示す組成の金属溶湯を鑄造後、鑄放しのままで使用した。

【 0 0 3 0 】

前記実験例と比較例の材料に対して、その性能を確認するための各種試験を行った。

< コークス接触面の観察 >

実施例 1 及び比較例 1 を大手製鉄所の北九州の工場の高炉に使用されるコークス製造用乾燥炉からの赤熱コークス搬送用バケットライナー材として 1 8 ヶ月間実操業で使用した。それらの使用後表面の組織構造を顕微鏡下で観察した。

その結果を図 2 に示す。

【 0 0 3 1 】

実施例 1 及び比較例 1 は、高温下にさらされる前は酸化被膜を有しておらず、高温下にさらされて初めて酸化皮膜が形成される。

図 2 (A) が示すように、実施例 1 は表面に酸化皮膜が残存している。このことは高温での使用環境下に形成される表面酸化皮膜が、コークスが落下した後も残存していることを示している。これに対し、図 2 (B) が示すように、比較例 1 は使用後表面に酸化皮膜が認められない。これは高温での使用中に形成される表面酸化皮膜と基地の密着性が低く、赤熱コークス落下時に脱落したものと考えられる。

【 0 0 3 2 】

以上より、実施例 1 の方が比較例 1 よりも酸化皮膜の基地密着性に優れ、かつ酸化皮膜が緻密であることを意味する。基地密着性に優れた酸化皮膜が形成されることにより、その後の酸化が抑制される結果となり、使用中の基地の酸化による肉厚減少が少なくなり、使用寿命の延長につながる。また、この酸化皮膜は硬さが高く、コークス落下時の摩耗も少なくなると容易に推測される。

【 0 0 3 3 】

< 急速加熱下での高温圧縮強度 >

実施例 1 - 3 及び比較例 1 - 2 を下記の試験条件で 1 1 0 0 まで加熱し (比較例 3 については 9 0 0 まで加熱し)、続いて圧縮応力を負荷して塑性変形が始まる直前の高温圧縮降伏強さを調べた。

(試験条件)

試験装置 : 富士電波工機株式会社製、熱間加工再現試験装置 (サーモメカマスター Z)

試料形状 : 8 mm × 1 2 mm 長さ

加熱方法 : 高周波加熱

加熱温度 : 1 1 0 0 (比較例 3 のみ 9 0 0)

昇温時間 : 6 0 秒

1 1 0 0 到達から圧縮荷重を加えるまでの時間 : 2 秒

変形速度 : 0 . 1 mm / 秒

変形量 : 2 . 4 mm

この圧縮荷重を加えている間の荷重と歪を記録し、応力 - 歪曲線を得て、圧縮降伏応力を算出した。算出に当たっては弾性変形から塑性変形へ移行する直前の応力値を圧縮降伏応力値とした。

10

20

30

40

50

比較例 3 は球状黒鉛鑄鉄であるため融点が 1150 と低く、1100 での高温圧縮試験が困難であること、及び実際の使用上限温度が一般的に 900 前後であることを考慮して 900 を試験温度とした。実施例 1 および比較例 1 - 2 は鋼であるためその融点は約 1350 以上であるので、試験温度を 1100 とした。

結果を図 3 に示す。

【0034】

以上より、実施例 1 - 3 は比較例 1 - 3 よりも圧縮降伏強度が高いことを意味する。つまり、実施例 1 - 3 の方が比較例 1 - 3 よりも組織が柔らかく、割れが生じにくいライナー材になることを示す。

これは、実施例 1 - 3 には V が添加され、及び / 又は熱処理後徐冷する、いわゆる焼きなましを行ったことに起因すると考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明である赤熱コークス搬送バケット用ライナー材は、コークス炉から窯出しされたコークスをその後コークス乾式消火設備へ搬送するためのコークスバケットの内面に配置されるライナーの材料として好適に利用される。

【符号の説明】

【0036】

- 1 赤熱コークス搬送バケット用ライナー材
- 2 酸化皮膜

10

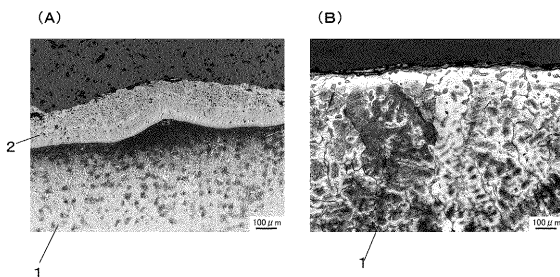
20

【図 1】

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Mg
実施例1	0.35	0.98	0.45	0.20	4.95	1.25	0.82	0.000
実施例2	0.36	1.18	0.38	0.43	5.59	1.22	0.92	0.000
実施例3	0.40	0.90	0.50	0.057	4.83	1.44	0.63	0.000
比較例1	0.28	0.82	3.13	2.74	20.1	2.7	< 0.05	0.000
比較例2	0.32	0.75	18.80	0.03	17.8	< 0.05	< 0.05	0.000
比較例3	3.54	2.48	0.13	< 0.05	< 0.05	< 0.01	< 0.05	0.034

単位
wt%

【図 2】



【図 3】

	室温硬さ, HV	試験温度, °C	圧縮降伏強度			平均値
			1	2	3	
実施例1	182	1100	59.5	55.2	54.9	56.5
実施例2	191	1100	56.2	57.9	53.8	56.0
実施例3	188	1100	53.2	51.7	50.1	51.7
比較例1	260	1100	47.2	44.5	51.6	47.8
比較例2	280	1100	36.8	39.5	37.7	38.0
比較例3	150	900	46.4	44.5	43.4	44.8