

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-525844  
(P2017-525844A)

(43) 公表日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(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 E 0 0 4
C 2 2 C 38/38 (2006.01)	C 2 2 C 38/38	4 K 0 3 2
C 2 1 D 8/10 (2006.01)	C 2 1 D 8/10 B	4 K 0 4 2
C 2 1 D 9/08 (2006.01)	C 2 1 D 9/08 E	
B 2 2 D 11/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/00 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-575505 (P2016-575505)  
 (86) (22) 出願日 平成27年1月19日 (2015.1.19)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年12月26日 (2016.12.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2015/070978  
 (87) 国際公開番号 W02016/000444  
 (87) 国際公開日 平成28年1月7日 (2016.1.7)  
 (31) 優先権主張番号 201410307023.7  
 (32) 優先日 平成26年6月30日 (2014.6.30)  
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 302022474  
 宝山鋼鉄股▲分▼有限公司  
 中華人民共和国201900 上海市宝山  
 区富▲錦▼路885号  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 董 曉 明  
 中華人民共和国201900 上海市宝山  
 区富▲錦▼路885号  
 (72) 発明者 張 忠 ▲フア▼  
 中華人民共和国201900 上海市宝山  
 区富▲錦▼路885号  
 (72) 発明者 柏 林  
 中華人民共和国201900 上海市宝山  
 区富▲錦▼路885号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超高強度・超高靱性油井管およびその製造方法

(57) 【要約】

超高強度・超高靱性油井管は、化学元素の質量百分率表示で、C : 0.12 ~ 0.18%、Si : 0.1 ~ 0.4%、Mn : 1.1 ~ 1.6%、Cr : 0.1 ~ 0.4%、Mo : 0.2 ~ 0.5%、Nb : 0.02 ~ 0.04%、Ti : 0.02 ~ 0.05%、B : 0.0015 ~ 0.005%、Al : 0.01 ~ 0.05%、Ca : 0.0005 ~ 0.005%、N 0.008%を含有し、且つ  $0 < (Ti - 3.4N) \leq 0.02\%$ 、 $Ti / B \geq 10$  を満足し、残部がFeおよび他の不可避不純物である。該油井管の強度は150ksi鋼級以上になると共に、その0°横向シャルピー衝撃功が150ksi鋼級の降伏強度の10%以上である。

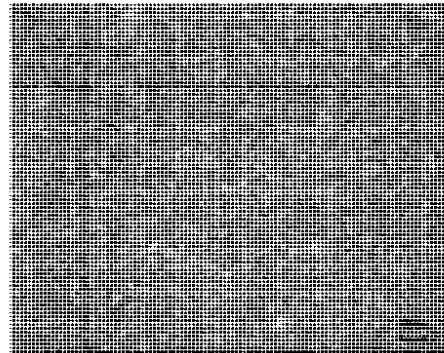


图 1 / Fig. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

化学元素の質量百分率表示で、C：0.12～0.18%、Si：0.1～0.4%、Mn：1.1～1.6%、Cr：0.1～0.4%、Mo：0.2～0.5%、Nb：0.02～0.04%、Ti：0.02～0.05%、B：0.0015～0.005%、Al：0.01～0.05%、Ca：0.0005～0.005%、N：0.008%を含有し、且つ $0 < (Ti - 3.4N) \leq 0.02\%$ 、 $Ti / B \geq 10$ を満足し、残部がFeおよび他の不可避不純物である超高強度・超高靱性油井管。

## 【請求項 2】

V元素を、 $0 < V \leq 0.1 \text{ wt} \%$ でさらに含有することを特徴とする請求項 1 に記載の超高強度・超高靱性油井管。 10

## 【請求項 3】

そのミクロ組織が焼戻ソルバイトであることを特徴とする請求項 1 に記載の超高強度・超高靱性油井管。

## 【請求項 4】

その降伏強度が1034～1241MPaであり、引張強度が1103MPa以上であり、伸び率が20%～30%であり、0°横向シャルピー衝撃功が降伏強度の10%以上であり、靱脆遷移温度が-70℃以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の超高強度・超高靱性油井管。

## 【請求項 5】

その降伏強度が1069～1276MPaであり、引張強度が1138MPa以上であり、その伸び率が20%～25%であり、0°横向シャルピー衝撃功が降伏強度の10%以上であり、靱脆遷移温度が-60℃以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の超高強度・超高靱性油井管。 20

## 【請求項 6】

精錬工程、連続鋳造工程、穿孔工程、圧延工程、サイジング工程、熱処理工程を含むことを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。

## 【請求項 7】

前記連続鋳造工程において、溶鋼の過熱度を30℃の未満にし、連続鋳造の引き上げ速度を1.8～2.2m/minにすることを特徴とする請求項 6 に記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。 30

## 【請求項 8】

前記穿孔工程において、連続鋳造工程で得られた丸ビレットを1200～1240℃の炉内で均一的に加熱して、穿孔温度を1180～1240℃にすることを特徴とする請求項 6 に記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。

## 【請求項 9】

前記圧延工程において、最終圧延温度を900～950℃にすることを特徴とする請求項 6 に記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。

## 【請求項 10】

前記サイジング工程において、サイジング温度が850～900℃であることを特徴とする請求項 6 に記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。 40

## 【請求項 11】

前記熱処理工程において、オーステナイト化温度を900～930℃にして、30～60min保温後に焼入れして、450～550℃で焼戻して、保温時間を50～80minにして、最後に400～550℃で熱サイジングを行うことを特徴とする請求項 6 に記載の超高強度・超高靱性油井管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冶金製品およびその製造方法に関して、特に油井管およびその製造方法に関 50

する。

【背景技術】

【0002】

現在、世界中の深井、超深井の油ガス資源の開発はますます重視されている。わが国の西部の油田資源埋蔵は極めて深く、その地質構造が複雑である。最も深い油ガス井は8000mを超えたため、油ガス井を採掘する油井管の強度についての要求は顕著的に向上されている。公知のように、鋼級が高くなることと、材料の降伏強度が増大されることに連れて、材料の硬度が相応的に増大され、材料の靱性が徐々に低下され、表面欠陥に対する材料の感度がさらに増大される恐れがある。深井と超深井を採掘するための油井管は、強度と靱性についての要求が非常に高いである。高強度を満足すると共に、靱性の指標をできるだけ向上して、生産使用の安全性を保證できる。

10

【0003】

だが、鋼の強度、靱性および可塑性は一般的にトレードオフの関係を持つ。つまり、高い強度を有する鋼はその可塑性と靱性が一般的により低いである。同様に、鋼により高い可塑性と靱性をさせると、鋼の強度が低下される。そうすると、高い靱性と高い強度を有する鋼材料についての開発は極めて困難である。今、工業応用を実現できた油井管の強度は170ksiであるが、該油井管の衝撃靱性は50-80Jだけである。関係な指導文献によれば、圧力容器に用いられる高強度鋼の衝撃靱性はその降伏強度の10%に達成する必要である。そうすると、国内の各大油田、例えば、タリム油田も深井と超深井用の油井管性能に対して同様な標準を提出した。だが、現有の強度150ksi(降伏強度1034MPa)以上である高強度鋼の衝撃靱性の性能は該標準よりも遥かに低いである。

20

【0004】

中国特許文献CN101586450A(公開日:2008年8月27日、名称:「高強度と高靱性のある油井管およびその製造方法」)は油井管用の鋼種に関する。該鋼種の化学元素成分(wt%)は、C:0.22~0.4%、Si:0.17~0.35%、Mn:0.45~0.60%、Cr:0.95~1.10%、Mo:0.70~0.80%、Al:0.015~0.040%、Ni<0.20%、Cu<0.20%、V:0.070~0.100%、Ca>0.0015%、P<0.010%、S<0.003%であり、残部が鉄である。該文献は該油井管の製造方法を提供した。該方法は、1)配料精錬、2)連続鑄造・連続圧延、および3)管加工を含んだ。該文献の鋼種の強度は1100MPaであるが、横向衝撃靱性は90Jだけであり、靱性の指標はより低いである。

30

【0005】

中国特許文献CN101250671A(公開日:2009年11月25日、名称:「高強度と高靱性のある油井管およびその製造方法」)は油井管用の鋼種に関する。該鋼種の化学元素成分(wt%)は、C:0.16~0.28、Si:0.5、Mn:0.3~1.10、Cr:0.3~1.10、Mo:0.60~0.95、Al:0.015~0.060、その内、酸可溶Als/Al 0.8、Ni:<0.60、Cu:0.05~0.25、V:0.06~0.20、Ca>0.0015、Nb:0.05、Ti:0.05、P<0.010、S<0.002、O:<0.0024、H:<0.0002、N:<0.008、B:0.0~0.005であり、残部が鉄である。該文献の油井管の横向衝撃靱性は80Jだけであり、靱性の指標もより低いである。

40

【0006】

日本特許文献JP平11-131189A(公開日:1999年5月18日、名称:「1種鋼管の製造方法」)は1種鋼管の製造方法を公開した。該製造方法は、750~400温度範囲で加熱した後に、20%或いは60%以上の変形量の範囲で圧延を施して、降伏強度950MPa以上であり、良好な靱性を有する鋼管製品を獲得したことを提出した。だが、該方法は加熱温度が低いため、圧延の難度が大きいである。尚、圧延温度が低くなると、マルテンサイト組織が生成しやすい。該微細組織は油井管製品に許されない微細組織である。

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

本発明の目的は、超高強度・超高韌性油井管を提供するものである。該油井管は、超高強度と超高韌性を有し、その強度が150ksi鋼級以上になると共に、その0°横向シャルピー衝撃功が150ksi鋼級の降伏強度の10%以上であるため、深井、超深井の油ガス田が油井管へ提出した強度と韌性の要求を満足できる。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

前記目的を実現するために、本発明は、下のような超高強度・超高韌性油井管を提出した。

10

## 【0009】

超高強度・超高韌性油井管は、化学元素の質量百分率表示で、

C : 0.12 ~ 0.18 % ;

Si : 0.1 ~ 0.4 % ;

Mn : 1.1 ~ 1.6 % ;

Cr : 0.1 ~ 0.4 % ;

Mo : 0.2 ~ 0.5 % ;

Nb : 0.02 ~ 0.04 % ;

Ti : 0.02 ~ 0.05 % ;

B : 0.0015 ~ 0.005 % ;

20

Al : 0.01 ~ 0.05 % ;

Ca : 0.0005 ~ 0.005 % ;

N 0.008 % を含有し、

且つ  $0 < (Ti - 3.4N) < 0.02\%$ 、 $Ti / B > 10$  を満足し、

残部がFeおよび他の不可避不純物である。

## 【0010】

本技術方案中の不可避不純物は主にPとS元素であり、P 0.015%、S 0.003%であるようにコントロールされる。

## 【0011】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管中の各化学元素についての設計原理は下のようである。

30

## 【0012】

C : Cは炭化物を形成する元素であり、鋼の強度を向上できる。Cの含有量が0.12wt%よりも低いであると、鋼の焼入性が低下され、鋼の韌性が低下される。Cの含有量が0.18wt%よりも高いであると、鋼の偏析を顕著的に劣化させ、鋼の韌性の低下をも引き起こす。油井管の高強度と高韌性への要求を達成するために、本発明の技術方案において、C元素の含有量を0.12~0.18wt%にすることが必要である。

## 【0013】

Si : Siはフェライトに固溶し、鋼の降伏強度を向上できる。しかし、Si元素の添加量が高すぎることは望ましくない。Si元素が高すぎると、鋼の加工性と韌性を劣化させる。Si元素が0.1wt%未満であると、油井管が酸化されやすい。そうすると、Siの含有量を0.10~0.40wt%にすべきである。

40

## 【0014】

Mn : Mnはオーステナイトの形成元素であり、鋼の焼入性を向上できる。本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の鋼種体系において、Mn含有量が1.1wt%未満であると、鋼の焼入性が顕著的に低下され、鋼のマルテンサイトの比率を減少して鋼の韌性を低下する。Mnの含有量が1.6wt%を超えると、鋼中の組織偏析が顕著的に増加され、熱圧延組織の均一性と衝撃性能へ影響が出る。該原因に基づいて、本発明の技術方案においてMn含有量を1.10~1.60wt%にした。

## 【0015】

50

Cr : Cr は鋼の焼入性を強烈的に向上する元素であり、強炭化物を形成する元素である。焼き戻しの時に析出された強炭化物が鋼の強度を向上できる。だが、Cr 含有量が 0.4 wt % を超えると、晶界に粗大な  $M_{23}C_6$  炭化物は析出されやすいため、鋼の靱性を低下する。Cr 含有量が 0.1 wt % 未満であると、鋼の焼入性を向上しにくいいため、添加効果が明確ではない。本発明の前記の超高強度・超高靱性油井管では、Cr 含有量を 0.1 ~ 0.4 wt % に設計した。

【0016】

Mo : Mo は、主に炭化物と固溶強化の形式によって鋼の強度と焼戻し安定性を向上する。本発明の技術方案では、C 含有量が低いため、Mo 含有量が 0.5 wt % 以上を越えると、Mo は C とより多い炭化物析出相を形成しにくいいため、添加合金の浪費を引き起こす。Mo 含有量が 0.2 wt % 未満であると、油井管の強度は高強度の要求に満足できない。該原因に基づいて本発明では、Mo 含有量を 0.2 ~ 0.5 wt % にした。

10

【0017】

Nb : Nb は、鋼中の細晶と析出強化の元素であり、C 含有量の低減による強度の低下を補う。Nb 含有量が 0.02 wt % 未満であると、添加作用は明確ではない。Nb 含有量が 0.04 wt % を超えると、粗大な Nb (CN) を形成しやすいため、鋼の靱性を低下する。そうすると、本発明の技術方案では、Nb 含有量を 0.02 ~ 0.04 wt % にコントロールする。

【0018】

Ti : Ti は、強炭窒化物を形成する元素であり、鋼中のオーステナイト晶粒を顕著的に細化でき、C 含有量の低減による強度の低下を補う。Ti 含有量 > 0.05 wt % であると、粗大な TiN を形成しやすいため、材料の靱性を低下する恐れがある。Ti 含有量 < 0.02 wt % であると、Ti が N と十分に反応して TiN を形成できないため、鋼中の B が N と反応して BN の脆性相を形成する恐れがあり、材料の靱性を低下する。本発明の超高強度・超高靱性油井管では、Ti 含有量を 0.02 ~ 0.05 wt % にコントロールする必要がある。

20

【0019】

B : B は鋼の焼入性を顕著的に向上する元素である。C 含有量が低いである鋼種において、B 元素は C 含有量の低減による焼入性の劣化問題を解決できる。B 含有量が 0.0015 wt % 未満であると、鋼の焼入性を向上する作用は顕著ではない。B 含有量が 0.005 wt % を超えると、BN 脆性相を形成しやすいため、鋼の靱性を低下する。そうすると、本発明の技術方案では、B 含有量を 0.0015 ~ 0.005 wt % に設定する。

30

【0020】

Al : Al 元素は良好な脱酸素固室元素であり、晶粒を細化できる。重量百分率でその含有量を 0.01 ~ 0.05 % にすることが好ましい。

【0021】

Ca : Ca は鋼液を浄化する元素であり、MnS 球化を促進でき、鋼材の衝撃靱性を向上できる。だが、Ca 含有量が高すぎると、鋼中に粗大な非金属異物を形成しやすい。そうすると、本発明の技術方案では、Ca 含有量を 0.0005 ~ 0.005 wt % にコントロールする。

40

【0022】

N : 本技術方案では、できるだけ N 元素の含有量を少ない範囲にすることが好ましい。同時に、B と N が BN 脆性相を形成することによって鋼材の靱性指標が低下してしまうことを回避して、Ti と N とが十分に結合することを保証するために、Ti、B および N は下式をさらに満足する必要がある。

【0023】

$$0 < (Ti - 3.4N) \leq 0.02\% ; \text{且つ } Ti / B \leq 10.$$

また、本発明の前記超高強度・超高靱性油井管は V 元素をさらに含有する。V 元素範囲は  $0 < V \leq 0.1 \text{ wt } \%$  である。

【0024】

50

V元素は鋼中の晶粒を細化できる。該元素と形成された炭化物は鋼の強度を大幅に向上できる。だが、V元素の添加量が一定程度になると、その増強効果は明確ではない。そうすると、本発明の技術方案に対しては、V元素を添加すれば、その添加量は0.10wt%である。

【0025】

さらに、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管中のマイクロ組織は焼戻ソルバイトである。

【0026】

油井管が良好な強韌性の配合を獲得するために、鋼中のマイクロ組織は焼戻ソルバイトである。該種マイクロ組織は最高の強韌性を有する。該種マイクロ組織はマルテンサイト組織から転化される。鋼材料を焼入れた後に形成されたマルテンサイト組織が多いほど、その後

10

【0027】

鋼管管生地の凝結過程で枝晶が偏析されて、圧延後の管体に大量な偏析帯が存在されている。該偏析帯にC、Mn、CrおよびMoなどの合金元素が富集され、局部に合金成分の分布が不均一であるため、偏析帯に形成された炭化物は多い且つ粗大である。同時に、偏析帯にある鋼の硬度と強度がより高いため、その韌性がより低い。油井管の成分偏析を低下するために、C、Mn、CrおよびMoなどの合金元素を減少する手段を使用してもよい。一方、油井管が良好な強韌性の配合を獲得するために、鋼材料のマイクロ組織は焼戻ソルバイトである。該種マイクロ組織は最高の強韌性を有する。該種マイクロ組織はマル

20

【0028】

相応的に、本発明は超高強度・超高韌性油井管の製造方法をさらに提供した。該方法は、精錬工程、連続鑄造工程、穿孔工程、圧延工程、サイジング工程、熱処理工程を含む。

30

【0029】

さらに、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法の前記連続鑄造工程において、溶鋼の過熱度を30未満にして、連続鑄造の引き上げ速度を1.8~2.2m/minである。

【0030】

連続鑄造の引き上げ速度を1.8~2.2m/minにコントロールするのは鋼中の成分偏析を低下するためである。

【0031】

好ましくは、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法において、前記穿孔工程では、連続鑄造工程で得られた丸ピレットを1200~1240の炉内で均一的に加熱して、穿孔温度を1180~1240にする。

40

【0032】

より好ましくは、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法において、前記圧延工程では、最終圧延温度を900~950にする。

【0033】

より好ましくは、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法において、前記サイジング工程では、サイジング温度が850~900である。

【0034】

50

より好ましくは、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法において、前記熱処理工程では、オーステナイト化温度を900～930にして、30～60min保温後に焼入れして、450～550で焼き戻し、保温時間を50～80minにして、最後に400～550で熱サイジングを行う。

【0035】

より低い焼戻温度を使用して、鋼材がより高い温度を獲得できるようにしたため、強韌性を向上したと共に、合金の添加コストをも大幅に減少した。

【0036】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管は、150ksi以上鋼級であり、超高強度と超高韌性を有する油井管の製造に用いられる。

10

【0037】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管で得られた150ksi鋼級油井管は、その降伏強度が1034～1241MPaであり、引張強度1103MPaであり、伸び率が20%～30%であり、0°横向シャルピー衝撃功が150ksi鋼級の降伏強度の10%以上(120J)であり、靱脆遷移温度が-70以下である。

【0038】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管で得られた155ksi鋼級油井管は、その降伏強度が1069～1276MPaであり、引張強度1138MPaであり、伸び率が20%～25%であり、0°横向シャルピー衝撃功が155ksi鋼級の降伏強度の10%以上(120J)であり、靱脆遷移温度が-60以下である。

20

【0039】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管は、Bを添加して鋼の焼入性を増加したため、普通鋼種に添加されたCrとMoなどの合金元素を代替したことによって油井管の合金添加コストを低下して、強度が高く、且つ韌性がよい。

【0040】

本発明の前記超高強度・超高韌性油井管の製造方法は、熱処理工程に対する制御で鋼材がより高い強度とより良い韌性を獲得できるようになった。過程操作が簡単になり、大規模の生産製造を実現しやすいため、良好な経済利益を有する。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】実施例A5中の超高強度・超高韌性油井管の金属組織を示した。

30

【図2】実施例A5中の超高強度・超高韌性油井管の析出相形態を示した。

【図3】比較例B1中の油井管の金属組織を示した。

【図4】比較例B2中の油井管の析出相形態を示した。

【図5】比較例B3中の油井管の析出相形態を示した。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、具体的な実施例に基づいて、本発明の前記超高強度・超高韌性油井管およびその製造方法をさらに説明する。だが、具体的な実施例および関係な説明は本発明の技術方案の不当限定になれない。

40

【0043】

実施例A1 - A5と比較例B1 - B4

下の工程の通りに、実施例A1 - A5と比較例B1 - B4の油井管を製造した。

【0044】

1) 精錬：実施例A1 - A5と比較例B1 - B4中の各化学元素の質量百分率の配合を表1のようにコントロールした。

【0045】

2) 連続鑄造：連続鑄造して管生地を形成して、溶鋼の過熱度を30未満にして、連続鑄造の引き上げ速度を1.8～2.2m/minにした。

【0046】

50

3) 穿孔：連続鑄造工程で得られた丸ビレットを1200～1240の環形炉内で均一的に加熱して、穿孔温度を1180～1240にした。

【0047】

4) 圧延：最終圧延温度を900～950にした。

5) サイジング：サイジング温度を850～900にした。

【0048】

6) 熱処理：オーステナイト化温度を900～930にして、30～60min保温後に焼入れして、450～550で焼戻して、保温時間を50～80minにして、最後に400～550で熱サイジングを行った。

【0049】

表1は、実施例A1～A5と比較例B1～B4中の各化学元素の質量百分率の配合を挙げた。

【0050】

【表1】

表1 (wt%、残部がFeおよび不可避免的不純物である)

連番	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Al	Ca	N	V	Ti-3.4N	Ti/B
A1	0.12	0.2	1.1	0.1	0.2	0.03	0.02	0.0015	0.01	0.0005	0.004	-	0.0064	20
A2	0.13	0.1	1.2	0.2	0.3	0.02	0.025	0.002	0.04	0.001	0.005	0.03	0.008	12.5
A3	0.14	0.3	1.3	0.3	0.4	0.03	0.04	0.003	0.05	0.005	0.006	0.05	0.0196	13
A4	0.16	0.4	1.4	0.4	0.5	0.03	0.04	0.004	0.03	0.003	0.007	0.07	0.0162	10
A5	0.18	0.25	1.6	0.2	0.4	0.04	0.05	0.005	0.02	0.002	0.008	0.1	0.0128	10
B1	<u>0.1</u>	0.26	<u>0.5</u>	<u>1</u>	0.2	0.04	0.02	0.005	0.023	0.002	0.008	0.05	<u>-0.0072</u>	<u>4</u>
B2	0.15	0.33	1.2	<u>0.5</u>	0.3	0.03	:	:	0.04	0.002	0.005	0.03	<u>-0.017</u>	
B3	<u>0.24</u>	0.2	<u>0.9</u>	<u>1</u>	<u>0.6</u>	0.02	0.02	0.004	0.04	0.001	0.006	0.05	<u>-0.0004</u>	<u>5</u>
B4	0.18	0.3	1.2	0.3	0.4	0.04	0.02	0.004	0.05	0.003	0.008	0.06	<u>-0.0072</u>	<u>5</u>

【0051】

表2は、実施例A1～A5と比較例B1～B4の各工程のパラメーターを挙げた。

【0052】

【表 2】

表 2

連 番	連続鋳造工程		穿孔工程		圧延 工程	サイ ジン グ工 程	熱処理工程				
	過熱 度 (°C)	連続鋳 造の引 き上げ 速度 (m/min)	炉内温 度(°C)	穿孔温 度(°C)			最終 圧延 温度 (°C)	サイ ジン グ温 度 (°C)	オー ステ ナイト 化温 度 (°C)	保温 時間 (分)	焼戻 温度 (°C)
A1	25	2	1220	1180	910	850	900	50	450	50	850
A2	10	2.2	1230	1210	900	860	930	30	480	60	860
A3	20	2.1	1240	1220	940	870	910	60	500	60	880
A4	30	1.8	1230	1190	950	880	920	60	520	80	890
A5	25	1.8	1200	1240	920	890	900	40	550	70	900
B1	20	1.9	1230	1210	920	900	900	40	500	70	870
B2	15	2.2	1240	1220	940	880	930	60	500	60	860
B3	20	1.9	1210	1230	950	870	910	40	500	60	890
B4	20	1.9	1220	1240	920	890	910	40	500	60	900

【 0 0 5 3 】

表 3 は、実施例 A 1 - A 5 と比較例 B 1 - B 4 中の油井管の力学性能を示した。

【 0 0 5 4 】

【表 3】

表 3

連番	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	伸び率 (%)	横向衝撃功、0°C (J)	靱脆遷移温度 (°C)
A1	1050	1090	25	142	-80
A2	1070	1110	23	136	-70
A3	1090	1140	24	138	-70
A4	1120	1160	23	131	-60
A5	1100	1150	23	128	-60
B1	940	1010	23	125	-60
B2	960	1040	26	110	-55
B3	1090	1160	25	57	-25
B4	1070	1110	21	75	-30

10

20

## 【0055】

表 3 から分かるように、前記各実施例 A 1 - A 5 中の油井管のいずれも、その降伏強度が 1050 MPa (150 ksi 鋼級以上の強度を達成した)、引張強度が 1090 MPa、0 ° 横向衝撃功が 128 J、伸び率が 23 %、靱脆遷移温度が -60 だった。つまり、実施例 A 1 - A 5 中の油井管のいずれも超高強度と超高靱性を有したため、深井、超深井を採掘する油井管を製造するのに適合である。反面、比較例 B 1 中の Mn と Cr が本発明の技術方案に限定された範囲を超えたことと、比較例 B 2 中で B と Ti を添加しなかったことと、比較例 B 3 中の C、Mn、Cr および Mo が本発明の技術方案に限定された範囲を超えたことと、比較例 B 4 中の Ti と N の元素が  $0 < (Ti - 3.4N) < 0.02\%$ 、 $Ti/B < 10$  の条件を満足しなかったことがあったため、比較例 B 1 - B 4 中の油井管の少なくとも 1 項の力学性能は高強度と高靱性の油井管の標準を達成しなかった。

30

## 【0056】

図 1 は、実施例 A 5 中の超高強度・超高靱性油井管の金属組織を示し、図 2 は、実施例 A 5 中の超高強度・超高靱性油井管の析出相形態を示した。

## 【0057】

図 1 が示した通りに、実施例 A 5 中の油井管の金属組織に成分偏析によって形成された帯状組織が発見されていない。図 2 が示した通りに、実施例 A 5 中の油井管の析出相の炭化物は細小であり、その分布が均一である。そうすると、実施例 A 5 中の超高強度・超高靱性油井管はその強度が 150 ksi 鋼級以上になり、その 0 ° 横向衝撃靱性が 120 J 以上になった。

40

## 【0058】

図 3 は、比較例 B 1 中の油井管の金属組織を示した。

比較例 B 1 中の C と Mn との含有量がより低いため、鋼の焼入性が低くなってしまった。図 3 が示した通りに、比較例 B 1 の金属組織により多いフェライト組織が存在しているため、熱処理後の油井管の強度が不足であり、0 ° 横向衝撃功も高くない。そうすると

50

、超高強度・超高韌性油井管に加工することに適応できない。

【0059】

図4は、比較例B2中の油井管の析出相形態を示し、図5は、比較例B3中の油井管の析出相形態を示した。

【0060】

管生地 of 凝結過程中で枝晶偏析によって圧延後の管体に大量な偏析帯が存在しているため、図4のように、比較例B2の偏析帯にC、Mn、CrおよびMoなどの合金元素が富集され、局部に合金成分の分布が不均一であるため、偏析帯に形成された炭化物は多く且つ粗大である。

【0061】

図5が示した通りに、比較例B3中のC、Cr、Moなどの合金元素は本発明の技術方案に限定された範囲を超えたため、熱処理後の油井管の偏析は酷くなった。偏析が酷くなった場合、油井管の韌性が不足になり、鋼の韌性指標が低下された。

【0062】

注意すべきことは、前記挙げられたものが本発明の具体的な実施例だけである。本発明は前記の実施例に限定されなくて、多い類似な変化例がある。当分野の当業者が本発明の公開内容から直接的に得られた変化例、或いは連想できた変化例も本発明の保護範囲に属される。

10

【図1】

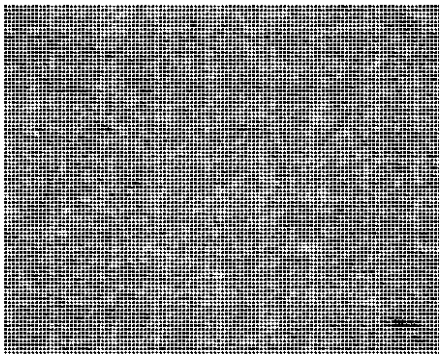


图1

【図2】

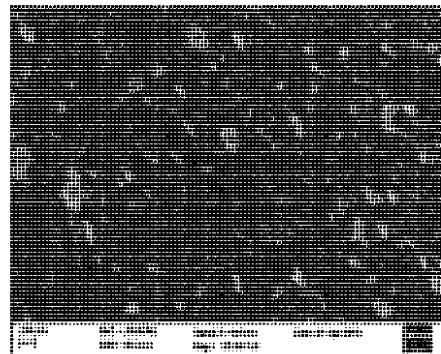


图2

【 图 3 】

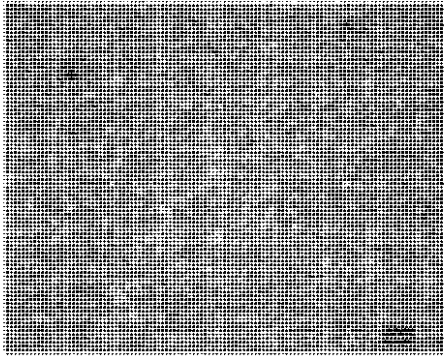


图3

【 图 4 】

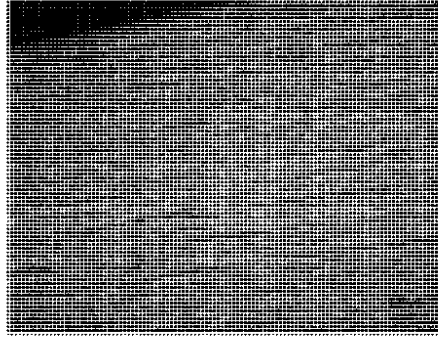


图4

【 图 5 】

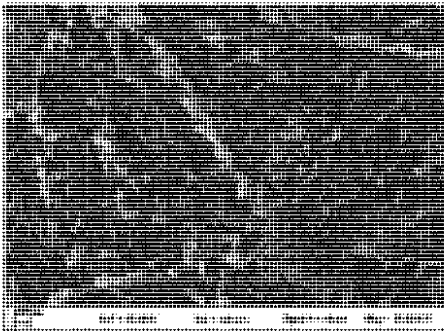


图 5

## 【 国际调查报告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/CN2015/070978
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C22C 38/38 (2006.01) i; C22C 38/32 (2006.01) i; C21D 8/10 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
C22C 38; C21D 8		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
DWPI, SIPOABS, VEN, CN-PAT, CNKI; Si, Silicon, Silicium, Silicone, Mn, Manganese, Manganous, Manganum, Mangan, Ti, Titanium, Titanic, Cr, chromium, Chrome, Chrom, Mo, Molybdenum, Nb, Niobium, Niob, N, Nitrogen, Azote, Ca, calcium, B, boron, boracium, casing		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104046910 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO LTD) 17 September 2014 (17.09.2014) claims 1-11	1-11
A	CN 101413088 A (UNIV TIANJIN COMM) 22 April 2009 (22.04.2009) the whole document	1-11
A	CN 101845586 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO LTD) 29 September 2010 (29.09.2010) the whole document	1-11
A	CN 101586450 A (TIANJIN PIPE GROUP CORP.) 25 November 2009 (25.11.2009) the whole document	1-11
A	CN 101864542 A (SHANGHAI MEISHAN IRON & STEEL CO LTD et al.) 20 October 2010 (20.10.2010) the whole document	1-11
A	JP 2001172739 A (SUMITOMO METAL IND) 26 June 2001 (26.06.2001) the whole document	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 03 April 2015	Date of mailing of the international search report 24 April 2015	
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer DANG, Xing Telephone No. (86-10) 62084417	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/CN2015/070978

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000063940 A (SUMITOMO METAL IND) 29 February 2000 (29.02.2000) the whole document	1-11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2015/070978

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104046910 A	17 September 2014	None	
CN 101413088 A	22 April 2009	CN 101413088 B	23 March 2011
CN 101845586 A	29 September 2010	None	
CN 101586450 A	25 November 2009	None	
CN 101864542 A	20 October 2010	CN 101864542 B	28 September 2011
JP 2001172739 A	26 June 2001	JP 3543708 B2	21 July 2004
JP 2000063940 A	29 February 2000	None	

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2015/070978
A. 主题的分类 C22C 38/38(2006.01)i; C22C 38/32(2006.01)i; C21D 8/10(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C22C 38; C21D 8 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) DWPI, SIPOABS, VEN, CN-PAT, CNKI:硅, 锰, 铬, 钼, 铌, 钛, 氮, 钙, 硼, 套管, Si, Silicon, Silicium, Silicone, Mn, Manganese, Manganous, Manganum, Mangan, Ti, Titanium, Titanic, Cr, chromium, Chrome, Chrom, Mo, Molybdenum, Nb, Niobium, Niob, N, Nitrogen, Azote, Ca, calcium, B, boron, boracium, casing,		
C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104046910 A (宝山钢铁股份有限公司) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17) 权利要求1-11	1-11
A	CN 101413088 A (天津商业大学) 2009年 4月 22日 (2009 - 04 - 22) 全文	1-11
A	CN 101845586 A (宝山钢铁股份有限公司) 2010年 9月 29日 (2010 - 09 - 29) 全文	1-11
A	CN 101586450 A (天津钢管集团股份有限公司) 2009年 11月 25日 (2009 - 11 - 25) 全文	1-11
A	CN 101864542 A (上海梅山钢铁股份有限公司 等) 2010年 10月 20日 (2010 - 10 - 20) 全文	1-11
A	JP 2001172739 A (SUMITOMO METAL IND) 2001年 6月 26日 (2001 - 06 - 26) 全文	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2015年 4月 3日		国际检索报告邮寄日期 2015年 4月 24日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 党兴 电话号码 (86-10)62084417

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告

国际申请号  
PCT/CN2015/070978

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2000063940 A (SUMITOMO METAL IND) 2000年 2月 29日 (2000 - 02 - 29) 全文	1-11

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/070978

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104046910	A	2014年 9月 17日	无	
CN	101413088	A	2009年 4月 22日	CN 101413088	B 2011年 3月 23日
CN	101845586	A	2010年 9月 29日	无	
CN	101586450	A	2009年 11月 25日	无	
CN	101864542	A	2010年 10月 20日	CN 101864542	B 2011年 9月 28日
JP	2001172739	A	2001年 6月 26日	JP 3543708	B2 2004年 7月 21日
JP	2000063940	A	2000年 2月 29日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>B 2 2 D 11/20 (2006.01)</b>		B 2 2 D 11/00		G
		B 2 2 D 11/20		A

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

F ターム(参考) 4E004 MC05 NB04  
 4K032 AA01 AA02 AA05 AA08 AA11 AA16 AA19 AA21 AA22 AA27  
 AA29 AA31 AA35 AA36 BA03 CA03 CC04 CF01 CF03  
 4K042 AA06 BA01 BA02 CA02 CA03 CA06 CA08 CA09 CA12 CA13  
 DA01 DA02 DC02 DC03