

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年11月19日(19.11.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/139420 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01) C22C 38/54 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058933
- (22) 国際出願日: 2009年5月13日(13.05.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-125838 2008年5月13日(13.05.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日本製鋼所 (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高澤 孝一 (TAKASAWA Kouichi). 和田 洋流 (WADA Yoru).

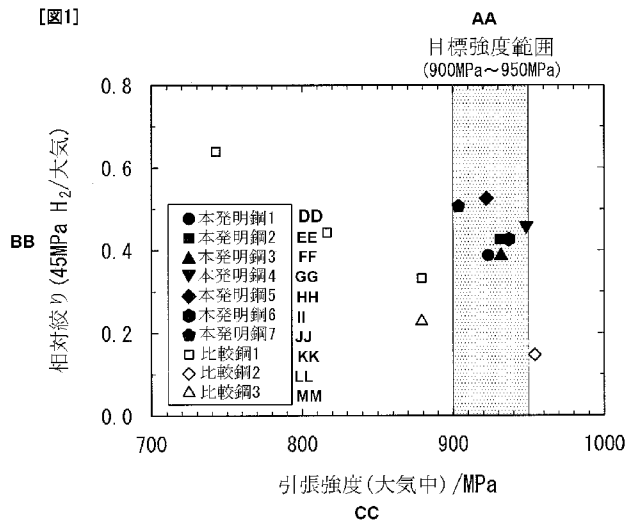
石垣 良次 (ISHIGAKI Ryoji). 田中 泰彦 (TANAKA Yasuhiko).

- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: HIGH-STRENGTH LOW-ALLOY STEEL WITH EXCELLENT ENVIRONMENTAL EMBRITTLEMENT RESISTANCE IN HIGH-PRESSURE HYDROGEN ENVIRONMENTS, AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: 耐高圧水素環境脆化特性に優れた高強度低合金鋼およびその製造方法



AA TARGET STRENGTH RANGE (900 MPa TO 950 MPa)
BB RELATIVE REDUCTION OF AREA (45 MPa H₂/ATMOSPHERE)
CC TENSILE STRENGTH (IN ATMOSPHERE)/MPa
DD INVENTION STEEL 1
EE INVENTION STEEL 2
FF INVENTION STEEL 3
GG INVENTION STEEL 4
HH INVENTION STEEL 5
II INVENTION STEEL 6
JJ INVENTION STEEL 7
KK COMPARISON STEEL 1
LL COMPARISON STEEL 2
MM COMPARISON STEEL 3

(57) Abstract: Disclosed is a high-strength low-alloy steel with excellent environmental embrittlement resistance in high-pressure hydrogen environments and that can be inexpensively realized. The high-strength low-alloy steel with excellent environmental embrittlement resistance in high-pressure hydrogen environments has a composition containing C: 0.10 to 0.20 % by mass, Si: 0.10 to 0.40 % by mass, Mn: 0.50 to 1.20 % by mass, Ni: 0.75 to 1.75 % by mass, Cr: 0.20 to 0.80 % by mass, Cu: 0.10 to 0.50 % by mass, Mo: 0.10 to 1.00 % by mass, V: 0.01 to 0.10 % by mass, B: 0.0005 to 0.005 % by mass, and N: 0.01 % by mass or less, and further containing one or two of Nb: 0.01 to 0.10 % by mass and Ti: 0.005 to 0.050 % by mass, with the remainder comprising Fe and unavoidable impurities.

(57) 要約: 本発明の課題は高圧水素環境下において高強度で優れた耐高圧水素環境脆化特性を有する低合金鋼を安価に提供することである。本発明は、C: 0.10~0.20質量%、Si: 0.10~0.40質量%、Mn: 0.50~1.20質量%、Ni: 0.75~1.75質量%、Cr: 0.20~0.80質量%、Cu: 0.10~0.50質量%、Mo: 0.10~1.00質量%、V: 0.01~0.10質量%、B: 0.0005~0.005質量%、N: 0.01質量%以下を含有し、さらに、Nb: 0.01~0.10質量%及びTi: 0.005~0.050質量%のうち1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる組成を有することを特徴とする耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼である。



(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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

耐高圧水素環境脆化特性に優れた高強度低合金鋼およびその製造方法

技術分野

[0001] この発明は、高圧水素貯蔵用蓄圧器などに使用され、焼入れ焼戻し処理（以下調質という）によって製造される高強度低合金鋼及びその製造に関するものである。

背景技術

[0002] 水素社会構築のための水素インフラ整備事業において、高圧水素を貯蔵、供給する水素スタンドの普及は重要である。高信頼性を有する水素スタンドの構成には高圧水素ガス蓄圧器の開発が必須であり、優れた蓄圧器用材料の開発が望まれている。ここで、金属材料、特に鉄鋼材料はコストやリサイクル性の観点から蓄圧器材料として有望である。

技術的な趨勢として、水素自動車の航続距離延伸のため貯蔵ガスの圧力は、より高圧化することが望まれており、水素スタンドの蓄圧器には35 MPa以上の高圧水素ガスを貯蔵することが考えられている。しかしながら、従来の炭素鋼や高強度低合金鋼においては高圧水素ガス環境下において水素環境脆化が生じるとされており、現在まででは35 MPa以上の高圧水素環境で利用できる鉄鋼材料はオーステナイト系ステンレス鋼にほぼ限定されている。オーステナイト系ステンレス鋼は一般的に低合金鋼よりも高価であり、また室温まで安定なオーステナイト相を有することから熱処理による強度調整ができない。そのため、より高圧の水素ガスを貯蔵するための蓄圧器材料として高強度低合金鋼が望まれている。

[0003] 従来このような要請に応えるため、高圧水素環境下における炭素鋼や低合金鋼、それより製造するシームレス鋼管、そしてその製造方法が提案されている（例えば特許文献1）。特許文献1で提案されている鋼は、構成成分のC a / S比を制御することにより鋼中の拡散性水素量を低減して耐高圧水素

環境脆化特性を改善しようとするものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2005-2386号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記提案技術は、電解水素チャージにより高圧水素環境を模擬した試験データに基づいており、間接的に水素環境脆化特性を評価したものに過ぎない。さらに実機の設計や製作に不可欠である機械的特性、特に水素環境脆化の影響を受けた状態での機械的特性に関してはデータが示されていない。

また、各種低合金鋼におけるこれまでの45MPa水素環境中引張試験の結果からは、溶接構造用高降伏点鋼板JIS G 3128 SHY685NSが大きな水素中絞りを示し、耐水素環境脆化特性に優れた材料であったが、大気中引張強度が現状の目標強度である900MPa～950MPaに至っていない。

[0006] 本発明は、上述した耐高圧水素環境脆化特性に優れた高強度鋼開発の現状を鑑み、45MPa水素環境における水素環境脆化特性を評価し、それに基づき大気中の引張強度が900～950MPaの範囲において優れた耐水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼およびその製造方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] この発明の構成においては、ASMESA517Fで提供される鋼種をベースとする試験材を用いて、45MPa水素雰囲気における引張特性の詳細な検討を実施した。その結果、目標強度範囲である900MPa～950MPaの大気中引張強度範囲において、従来の低合金鋼よりも45MPa水素雰囲気中での相対絞りの値が大きく、水素環境脆化感受性が小さい新規な合金

組成を見出し、本発明に至った。

[0008] すなわち、本発明の下記に示す耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼およびその製造方法に関する。

[1] C : 0.10~0.20質量%、Si : 0.10~0.40質量%、Mn : 0.50~1.20質量%、Ni : 0.75~1.75質量%、Cr : 0.20~0.80質量%、Cu : 0.10~0.50質量%、Mo : 0.10~1.00質量%、V : 0.01~0.10質量%、B : 0.0005~0.005質量%、N : 0.01質量%以下を含有し、さらに、Nb : 0.01~0.10質量%及びTi : 0.005~0.050質量%のうち1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる組成を有することを特徴とする耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。

[2] 調質後の大気中の引張強度が900MPa~950MPaであることを特徴とする上記[1]に記載の耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。

[3] JIS G 0552に規定された鋼のフェライト結晶粒度試験方法に基づく比較法により測定した、調質後の結晶粒度番号が8.4以上の粒度を有することを特徴とする上記[1]または[2]に記載の耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。

[4] C : 0.10~0.20質量%、Si : 0.10~0.40質量%、Mn : 0.50~1.20質量%、Ni : 0.75~1.75質量%、Cr : 0.20~0.80質量%、Cu : 0.10~0.50質量%、Mo : 0.10~1.00質量%、V : 0.01~0.10質量%、B : 0.0005~0.005質量%、N : 0.01質量%以下を含有し、さらに、Nb : 0.01~0.10質量%及びTi : 0.005~0.050質量%のうち1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる組成を有する合金鋼素材を、溶製して鋼塊とし、熱間加工後、1000℃~1100℃で焼ならし、880℃~900℃の温度範囲から焼入れを行い、その後560℃~580℃で焼戻しを行うことを特徴とする耐高圧水素環境脆化特性

を有する高強度低合金鋼の製造方法。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、主たる効果として、オーステナイト系ステンレス鋼よりも安価に高圧水素蓄圧器の製作が可能になる。また従来鋼よりも高強度であり、かつ水素環境脆化感受性が小さいため、設計圧力の高圧化ないしは設計肉厚の薄肉化を図ることができる。また従たる効果として、設計圧力の高圧化により水素充填量の増大が図れる。また容器の薄肉化により容器製造コストが低減できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 図1は、実施例における本発明鋼および比較鋼の大気中引張強度と相対絞り（45MPa水素中絞りと大気中絞りの比）の関係を示した図である。

[図2] 図2は、実施例における本発明鋼および比較鋼の大気中引張強度と絞りの関係を示した図である。

[図3] 図3は、実施例における本発明鋼および比較鋼の結晶粒度番号と相対絞りの関係を示した図である。

[図4] 図4は、実施例における本発明鋼および比較鋼の平均粒径と相対絞りの関係を示した図である。

[図5] 図5（a）および（b）は、実施例における本発明鋼6の、（c）は比較鋼1の、45MPa水素中引張試験片の破面をそれぞれ示した図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明における成分の限定範囲等について詳細に説明する。以下の成分含有量は、いずれも質量%で示されている。

[0012] C（炭素）：0.10～0.20%

Cは鋼の強度を向上させる有効な成分であり、溶接用鋼としての強度を確保するためその下限値を0.10%と定める。過剰の含有は鋼材の溶接性を著しく劣化させるため上限値を0.20%とする。望ましくは下限が0.14%、上限が0.16%である。

[0013] Si（ケイ素）：0.10～0.40%

S i は母材の強度確保、脱酸等に必要な成分であり、その効果を得るため下限値を0.10%とする。しかしながら過剰な含有は溶接部の靱性低下を引き起こすため上限を0.40%とする。望ましくは下限が0.18%、上限が0.32%である。

[0014] Mn (マンガン) : 0.50~1.20%

Mn は鋼の強化に有効な成分として、その下限を0.50%に定める。しかし過剰な含有は溶接部の靱性低下や割れ引き起こすので上限値を1.20%とする。望ましくは下限が0.80%、上限が0.84%である。

[0015] Cr (クロム) : 0.20~0.80%

Cr は鋼の強度を向上させるが、過剰な含有は溶接性を低下させるため下限を0.200%、上限を0.80%とする。望ましくは下限が0.47%、上限が0.57%である。

[0016] Ni (ニッケル) : 0.75~1.75%

Ni は鋼の強度や焼入性向上に有効な元素であるが、多すぎると水素環境脆化特性の低下を招くため、ここでは下限を0.75%、上限を1.75%とする。望ましくは下限が0.70%、上限が1.55%である。

[0017] Cu (銅) : 0.10~0.50%

Cu は鋼の強度を向上させるが、過剰な含有は溶接時の割れ感受性を高める。従って下限を0.10%、上限を0.50%とする。望ましくは、下限0.20%、上限0.40%であり、さらに望ましくは下限が0.31%、上限が0.33%である。

[0018] Mo (モリブデン) : 0.10~1.00%

Mo は鋼の強化に有効な元素であるが、過剰な含有は溶接性を損ない、またコスト高を招くので、下限を0.10%、上限を1.00%とする。望ましくは下限が0.45%、上限が0.55%である。

[0019] V (バナジウム) : 0.01~0.10%

V は鋼の強度を確保するために重要な元素であるが、多すぎると靱性に悪影響を及ぼすことから下限を0.01%、上限を0.10%とする。望まし

くは下限が0.04%、上限が0.06%である。

[0020] B（ホウ素）：0.0005～0.005%

Bは鋼の強化に有効であり、また焼入性の向上にも有効な元素あるため、その下限値を0.0005%とする。一方で過剰な含有は溶接性の低下をもたらすので、その上限値を0.005%とする。望ましくは、上限が0.002%である。

[0021] N（窒素）：0.01%以下

Nは0.01%を超えると固溶Nが増大し溶接部の靱性低下をもたらすため、その上限値を0.01%とする。

[0022] Nb（ニオブ）：0.01～0.10%

Ti（チタン）：0.005～0.050%

Nb、Tiは鋼の細粒化に有効な元素であるので、その1種または2種を含有させる。ただし、Nbでは0.01%未満、Tiでは0.005%未満では十分な作用を得られないため、Nbの下限を0.01%、Tiの下限を0.005%に定める。なお、一方の成分を下限量以上含んでいれば、他方の成分を下限未満で不純物として含むものであってもよい。一方、Nbを過剰に含有すると効果が飽和する上、鍛造性の低下を招くため、その上限を0.10%に定める。また、Tiを過剰に含有するとTiCの過剰析出による靱性の低下を招くため、その上限を0.05%に定める。望ましくはNbの下限が0.02%、上限が0.06%であり、Tiの下限が0.01%、上限が0.04%である。

[0023] 残部：Feおよび不可避免的不純物

本発明の高強度低合金鋼は、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる。不可避免的不純物としてはP、Sが挙げられる。

P（リン）：0.005%以下

Pは熱間加工性低下防止の面からその含有量は少ないほど望ましく、工業性を考慮して0.005%を上限とする。

S（硫黄）：0.002%以下

Sは熱間加工性低下および靱性低下を防止する面からその含有量は少ないほど望ましく、工業性を考慮して0.002%を上限とする。

[0024] 結晶粒度番号：8.4以上

JIS G 0552に規定された鋼のフェライト結晶粒度試験方法に基づく比較法により測定した、調質後の粒度が8.4以上であることが望ましい。該粒度が8.4以上であることにより、従来鋼に比して優れた耐水素環境脆化特性を発現させることができる。8.4未満であると、従来鋼と同程度かそれより小さい粒度にとどまり、耐水素環境脆化特性の向上が期待できない。

[0025] 引張強度：900～950 MPa

目標強度として調質後の大気中の引張強度を900 MPa以上とする。ただし、950 MPaを超えると水素環境脆化感受性が増大するため、上限を950 MPaとする。なお、この引張強度は室温における強度である。

[0026] 上記組成の合金鋼に対する調質条件として下記条件を示す。

焼ならし温度：1000℃～1100℃

鍛造時のひずみを除去するため、焼ならし温度を1000℃～1100℃に定める。

焼入れ温度：880～900℃

最適な結晶粒度を付与するため、焼入れ温度を880～900℃に定める。

焼戻し温度：560℃～580℃

最適な大気中室温引張強度を付与するため、焼戻し温度を560℃～580℃に定める。

[0027] 以下に、本発明の一実施形態を説明する。

本発明の組成に調整した合金鋼素材を溶製し、鋳塊を得る。該合金鋼素材の溶製方法は本発明としては特に限定をされるものではなく、常法により鋳塊を得ることができる。

該鋳塊は、常法により熱間加工（熱間圧延や熱間鍛造など）を行うことが

でき、本発明としては熱間加工における条件等が特に限定をされるものではない。

熱間加工後には、熱間加工材に対し、好適には焼ならしを行って組織の均一化を図る。該焼ならしは、例えば1100℃で2時間の加熱を行い、その後、炉冷することにより行うことができる。

[0028] さらに、調質として焼き入れ焼戻しの処理を行うことができる。

焼き入れは、例えば880～900℃に加熱し、急冷することにより行うことができる。焼き入れ後は、例えば、560℃～580℃で加熱する焼戻しを行うことができる。該焼戻しでは、焼戻し温度 T (K)と時間 t (hr)において、 $T (1.0 \log t + 2.0) \times 10^{-3}$ で表される焼戻しパラメータを、18.0～18.5の範囲で調整するのが望ましい。

本発明鋼は調質によって大気中の引張強度を900～950MPaに設定することができ、結晶粒度を、JIS G 0552 (鋼のフェライト結晶粒度試験方法)の比較法において、8.4以上の粒度番号とすることができる。該低合金高強度鋼は、45MPa水素雰囲気中でも優れた絞り、伸び特性を示す。

実施例

[0029] 以下に、本発明の実施例を詳細に説明する。

表1に示す組成(残部がその他不可避不純物)の供試材を真空誘導溶解炉により50kg丸型鋼塊に溶製し、熱間鍛造により35mm厚さとした。今回の試験では製造方法として熱間鍛造後の35mm厚さで調質した。なお、実施例No. 1、2におけるTi量、実施例No. 3、4におけるNb量は分析下限値以下($Ti < 0.0005\%$ 、 $Nb < 0.01\%$)である。

本発明鋼1～7における焼きならし温度は950℃とし、焼入温度は880℃～900℃とし、焼き戻しは580℃にて行った。焼き戻し温度 T (K)と時間 t (h)を調整し、 $T (1.0 \log t + 2.0) \times 10^{-3}$ にて表される焼戻しパラメータを17.3から18.7の範囲で変動させ、大気中の引張強度が900MPaから950MPaの範囲となるように調整した。

比較鋼 1 における焼入温度は 9 2 0 °C とし、焼き戻しは 6 0 0 °C にて行った。なお、焼き戻し時間は、1 1 時間 5 0 分、3 4 時間、9 7 時間 3 0 分として調整した。

比較鋼 2 における焼きならし温度は 1 2 0 0 °C とし、焼入温度は 9 5 0 °C とし、焼き戻しは 6 6 0 °C、6 時間にて行った。

比較鋼 3 における焼きならし温度は 9 0 0 °C とし、焼入温度は 8 4 0 °C とし、焼き戻しは 6 0 0 °C、3 5 時間にて行った。

[0030]

[表1]

供試材 No.	低合金鋼組成 (質量%)														備考 (合金名)		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	B	Cu	Nb	N	Ti		Al	Fe
本 発 明 鋼	1	0.15	0.26	0.84	<0.003	0.002	0.53	0.52	0.75	0.05	0.0011	0.31	0.031	0.0072	—	—	残
	2	0.14	0.25	0.84	<0.003	0.002	0.53	0.52	0.76	0.05	0.0011	0.31	0.054	0.0072	—	—	残
	3	0.14	0.25	0.84	<0.003	0.002	0.53	0.52	0.76	0.05	0.0011	0.32	—	0.0074	0.012	—	残
	4	0.15	0.25	0.84	<0.003	0.001	0.53	0.52	0.76	0.05	0.001	0.32	—	0.0076	0.032	—	残
	5	0.15	0.24	0.85	<0.003	0.002	0.53	0.53	0.75	0.05	0.0009	0.32	0.036	0.0069	0.014	—	残
	6	0.16	0.24	0.83	<0.003	0.002	0.53	0.51	1.02	0.05	0.0011	0.31	0.029	0.0069	0.013	—	残
	7	0.15	0.25	0.84	<0.003	0.002	0.53	0.52	1.52	0.05	0.0009	0.31	0.029	0.0070	0.013	—	残
比 較 鋼	1	0.15	0.23	0.97	0.006	<0.001	0.50	0.51	1.45	0.04	0.0009	0.23	—	—	—	—	残
	2	0.13	0.04	0.56	0.006	0.003	2.47	1.08	0.17	0.29	0.0007	0.07	0.024	—	0.01	0.01	残
	3	0.24	0.26	0.41	0.01	0.007	1.78	0.40	3.69	0.13	—	—	—	0.008	—	<0.005	残

本發明鋼

比較鋼

[0031] 調質後、試験材を J I S Z 2 2 0 1 で規定された 1 4 号平滑引張試験片に加工した。水素中引張試験は高圧水素環境疲労試験機を用い、4 5 M P a 水素環境下で行った。引張試験は常温、ストローク速度 0. 0 0 1 5 m m / s の条件で行った。結晶粒度は J I S G 0 5 5 2 に規定された比較法に基づき測定した。

[0032] 図 1 に、本発明鋼 1 ～ 7 と比較鋼 1 ～ 3 の大気中引張強度と相対絞り（4 5 M P a 水素中絞りと大気中絞りの比）の関係を示す。本発明鋼の相対絞りは、目標強度範囲である 9 0 0 M P a ～ 9 5 0 M P a において他鋼種と比較しても大きな相対絞りを示した。これは、本発明鋼が比較鋼よりも強度が高く、かつ水素環境脆化感受性に優れることを示している。

[0033] 図 2 に、本発明鋼 1 ～ 7 と比較鋼 1 ～ 3 の大気中引張強度と絞りの関係を示す。本発明鋼は絞りの絶対値においても従来鋼よりも大きい値を示した。

図 3 に本発明鋼 1 ～ 7 と比較鋼 1 の粒度番号と相対絞りの関係、図 4 に本発明鋼 1 ～ 7 と比較鋼 1 の平均粒径と相対絞りの関係を示す。本発明鋼は比較鋼 1 と比べて粒径がほぼ同等か小さく、相対絞りが大きい。N b および T i 添加による細粒化の効果が表れたものと考えられる。

図 5（a）および（b）に本発明鋼 6 における 4 5 M P a 水素中引張試験片の破面を走査型電子顕微鏡（S E M）で観察した図を示す。比較のため図 5（c）に比較鋼 1 の 4 5 M P a 水素中引張試験後の破面観察図も示す。比較鋼 1 では破面全体において擬へき開破面がみられるのに対し、本発明鋼 6 では直径 1 μ m 以下の微細なディンプルが観察され、4 5 M P a 水素環境下においても延性的な破壊挙動であったと考えられる。

[0034] 以上、本発明について上記実施形態および実施例に基づいて説明を行ったが、本発明は上記実施形態および実施例の説明に限定をされるものではなく、当然に本発明の範囲を逸脱しない限りは適宜の変更が可能である。

[0035] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。本出願は 2 0 0 8 年 5 月 1 3 日出願の日本特許

出願（特願２００８－１２５８３８）、に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

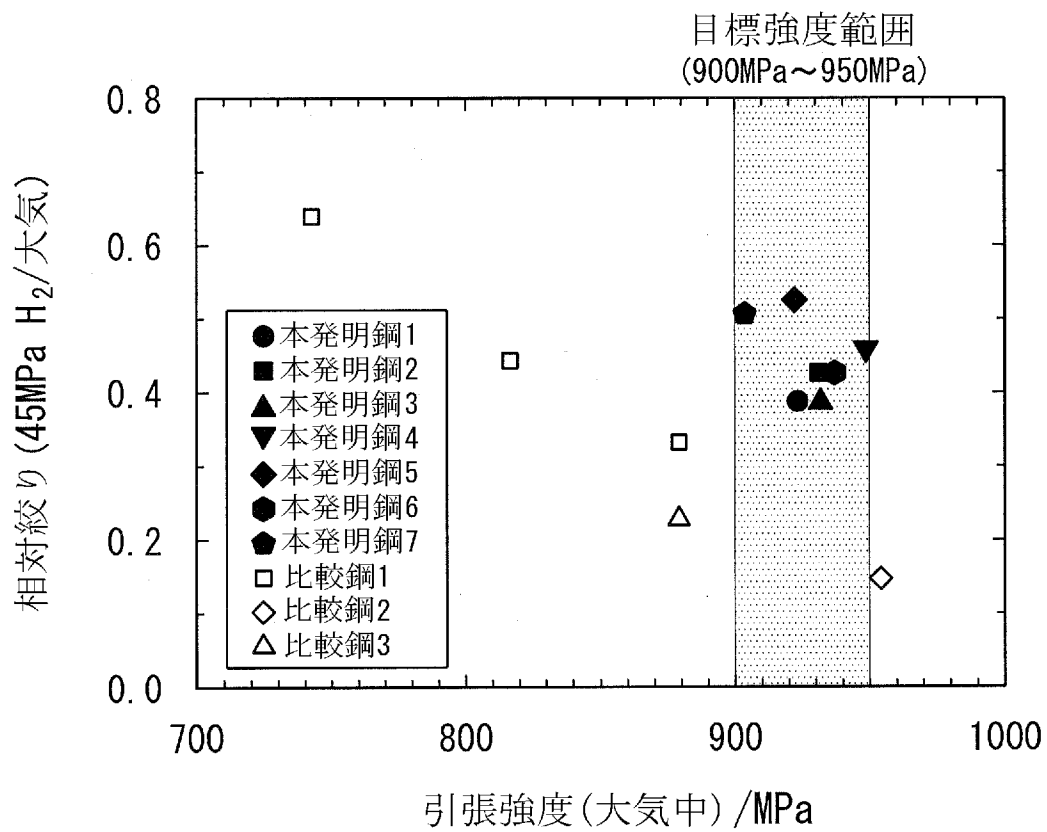
- [0036] 以上説明したように、本発明によれば、主たる効果として、オーステナイト系ステンレス鋼よりも安価に高圧水素蓄圧器の製作が可能になる。また従来鋼よりも高強度であり、かつ水素環境脆化感受性が小さいため、設計圧力の高圧化ないしは設計肉厚の薄肉化を図ることができる。また従たる効果として、設計圧力の高圧化により水素充填量の増大が図れる。また容器の薄肉化により容器製造コストが低減できる。

請求の範囲

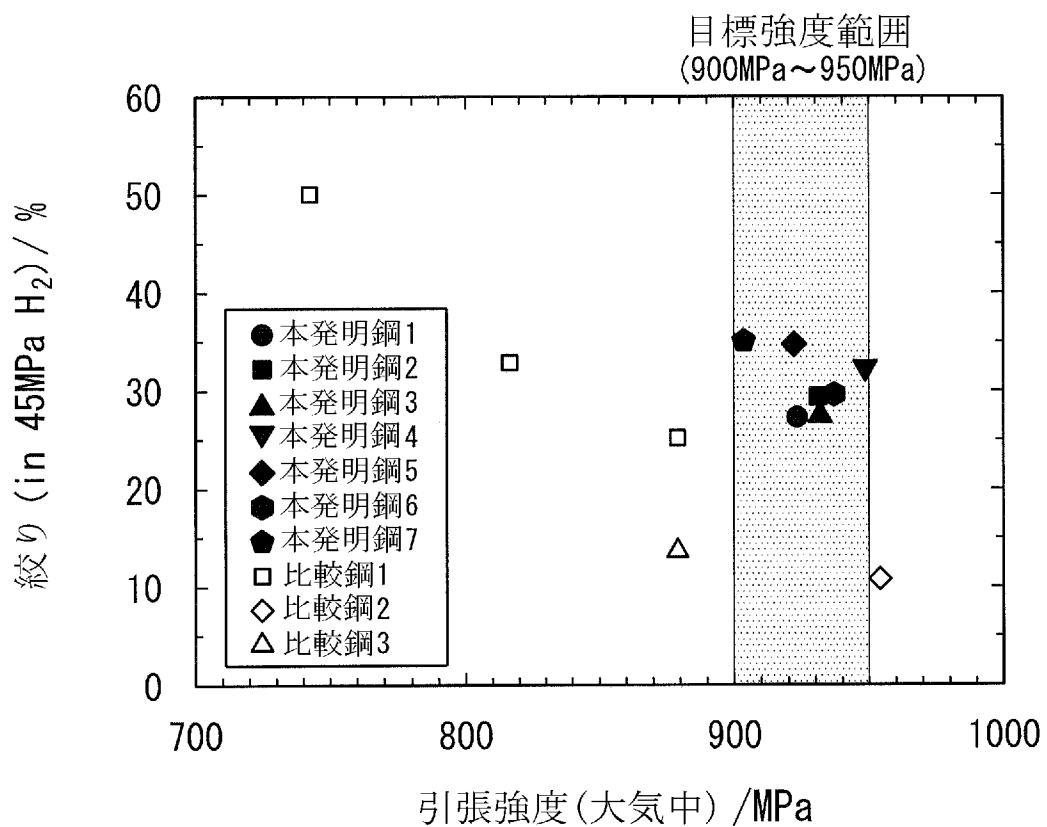
- [請求項1] C : 0.10 ~ 0.20 質量%、Si : 0.10 ~ 0.40 質量%、Mn : 0.50 ~ 1.20 質量%、Ni : 0.75 ~ 1.75 質量%、Cr : 0.20 ~ 0.80 質量%、Cu : 0.10 ~ 0.50 質量%、Mo : 0.10 ~ 1.00 質量%、V : 0.01 ~ 0.10 質量%、B : 0.0005 ~ 0.005 質量%、N : 0.01 質量%以下を含有し、さらに、Nb : 0.01 ~ 0.10 質量%及びTi : 0.005 ~ 0.050 質量%のうち1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる組成を有することを特徴とする耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。
- [請求項2] 調質後の大気中の引張強度が900MPa ~ 950MPaであることを特徴とする請求項1記載の耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。
- [請求項3] JIS G 0552に規定された鋼のフェライト結晶粒度試験方法に基づく比較法により測定した、調質後の結晶粒度番号が8.4以上の粒度を有することを特徴とする請求項1または2に記載の耐高圧水素環境脆化特性を有する高強度低合金鋼。
- [請求項4] C : 0.10 ~ 0.20 質量%、Si : 0.10 ~ 0.40 質量%、Mn : 0.50 ~ 1.20 質量%、Ni : 0.75 ~ 1.75 質量%、Cr : 0.20 ~ 0.80 質量%、Cu : 0.10 ~ 0.50 質量%、Mo : 0.10 ~ 1.00 質量%、V : 0.01 ~ 0.10 質量%、B : 0.0005 ~ 0.005 質量%、N : 0.01 質量%以下を含有し、さらに、Nb : 0.01 ~ 0.10 質量%及びTi : 0.005 ~ 0.050 質量%のうち1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる組成を有する合金鋼素材を、溶製して鋼塊とし、熱間加工後、1000℃ ~ 1100℃で焼ならし、880℃ ~ 900℃の温度範囲から焼入れを行い、その後560℃ ~ 580℃で焼戻しを行うことを特徴とする耐高圧水素環境脆化特性を有

する高強度低合金鋼の製造方法。

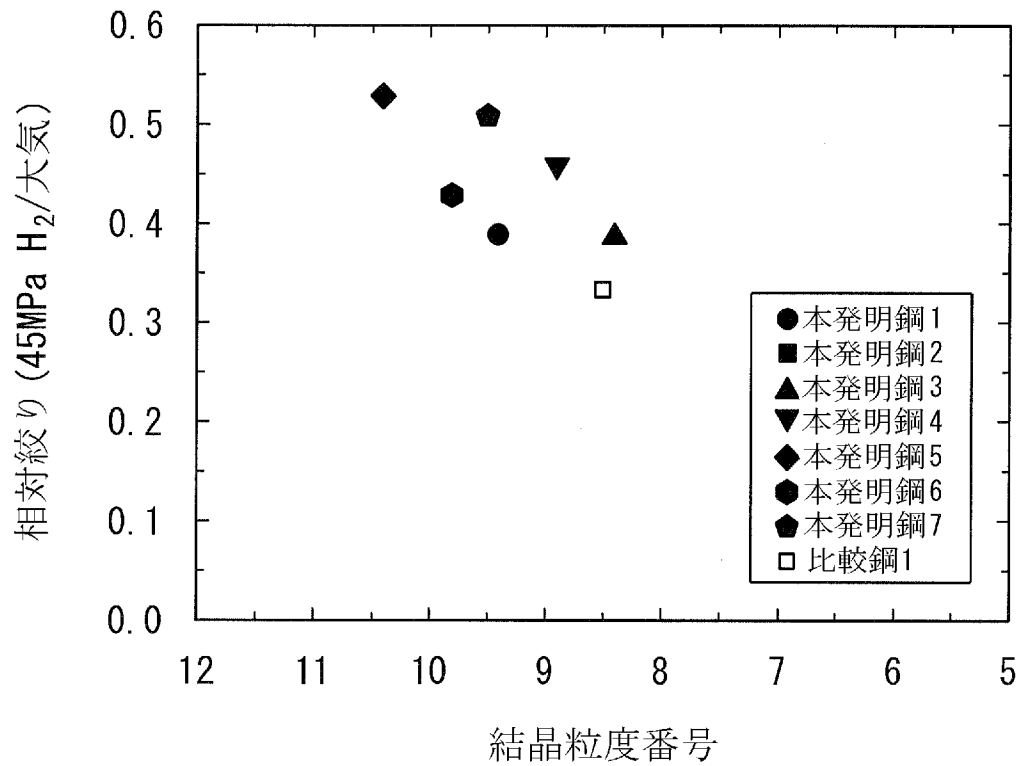
[図1]



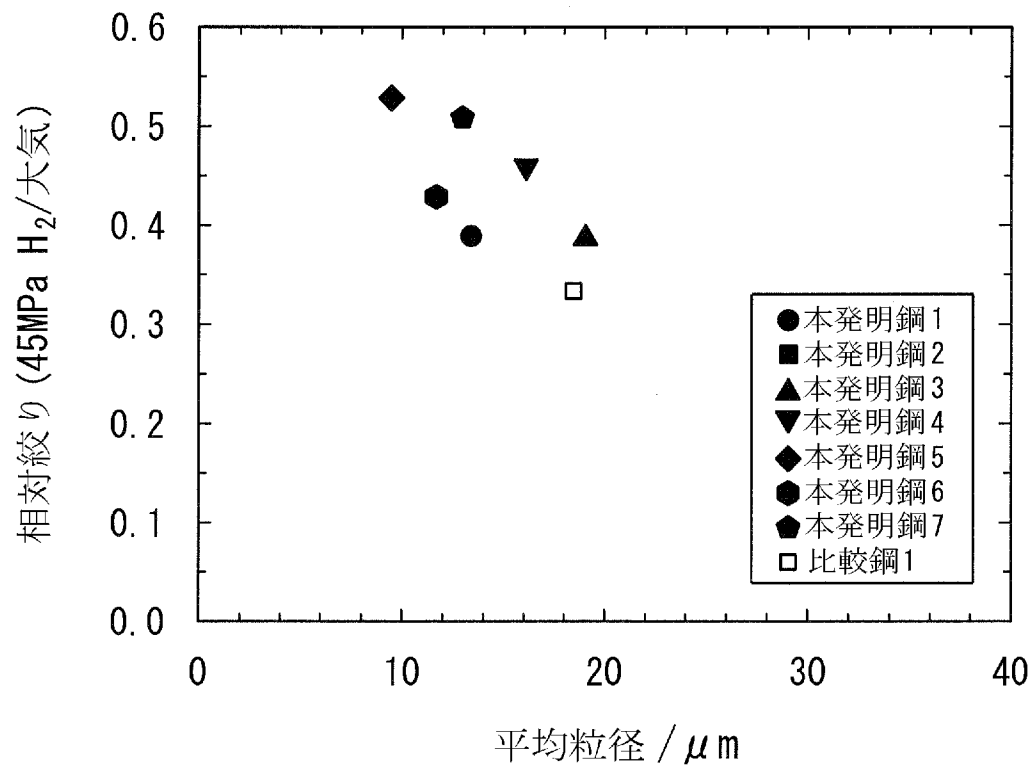
[図2]



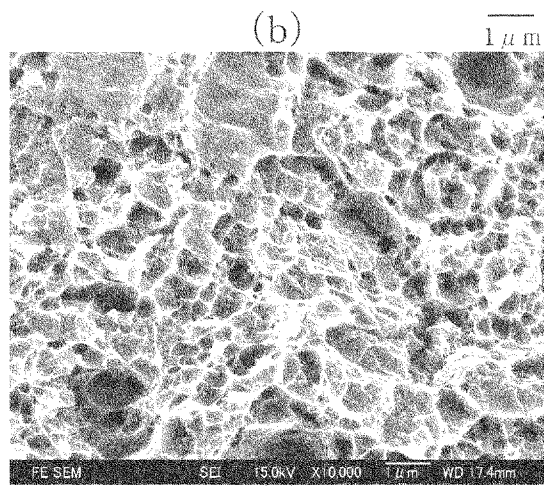
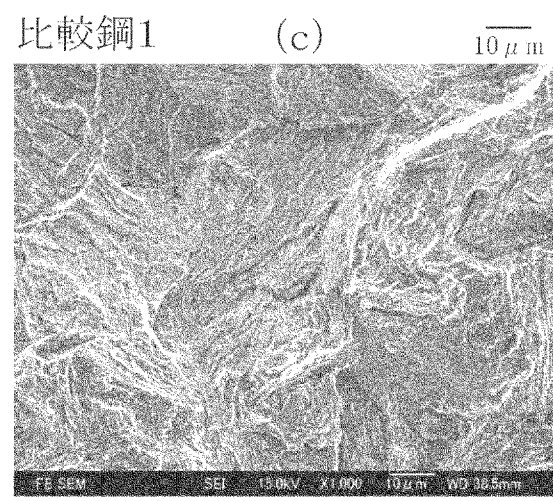
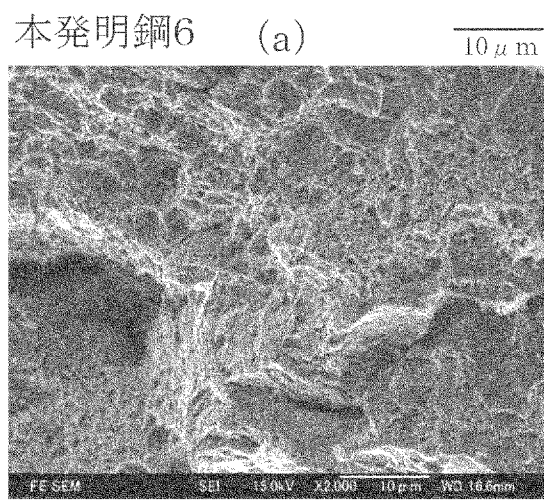
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058933

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D6/00(2006.01)i, C21D8/02(2006.01)i, C22C38/54(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C1/00-49/14, C21D6/00, C21D8/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2007-63608 A (JFE Steel Corp.), 15 March, 2007 (15.03.07), Claims; table 1 (Family: none)	1 2-4
X A	JP 5-51694 A (NKK Corp.), 02 March, 1993 (02.03.93), Claims; table 1 (Family: none)	1 2-4
X A	JP 2-213411 A (Kawasaki Steel Corp.), 24 August, 1990 (24.08.90), Claims; table 2 (Family: none)	1 2-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
06 August, 2009 (06.08.09)

Date of mailing of the international search report
18 August, 2009 (18.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058933

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 2002-327235 A (Nippon Steel Corp.), 15 November, 2002 (15.11.02), Full text (Family: none)	1-4
P,A	JP 2009-46737 A (The Japan Steel Works, Ltd.), 05 March, 2009 (05.03.09), Full text & WO 2009/025314 A1	1-4
P,A	JP 2009-74122 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 09 April, 2009 (09.04.09), Full text & WO 2009/038160 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D6/00(2006.01)i, C21D8/02(2006.01)i, C22C38/54(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C1/00-49/14, C21D6/00, C21D8/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2007-63608 A（J F E スチール株式会社）2007. 03. 15, 特許請求の範囲、【表 1】（ファミリーなし）	1 2 - 4
X A	JP 5-51694 A（日本鋼管株式会社）1993. 03. 02, 特許請求の範囲、【表 1】（ファミリーなし）	1 2 - 4
X A	JP 2-213411 A（川崎製鉄株式会社）1990. 08. 24, 特許請求の範囲、第 2 表（ファミリーなし）	1 2 - 4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

河野 一夫

4 K

9 8 3 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-327235 A (新日本製鐵株式会社) 2002. 11. 15, 全文 (ファミリーなし)	1 - 4
P, A	JP 2009-46737 A (株式会社日本製鋼所) 2009. 03. 05, 全文 & WO 2009/025314 A1	1 - 4
P, A	JP 2009-74122 A (住友金属工業株式会社) 2009. 04. 09, 全文 & WO 2009/038160 A1	1 - 4