(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1 月8 日 (08.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/004970 A1

(51) 国際特許分類:
C21D 8/10 (2006.01) *C22C 38/44* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/061617

(22) 国際出願日: 2008 年6 月26 日 (26.06.2008)

(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2007-173638 2007 年7 月2 日 (02.07.2007) JP
特願2008-010557 2008 年1 月21 日 (21.01.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 相良 雅之 (SAGARA, Masayuki) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 諏訪部 均 (SUWABE, Hitoshi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 天谷 尚 (AMAYA, Hisashi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 木村 繁充 (KIMURA, Shigemitsu) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 五十嵐 正晃 (IGARASHI, Masaaki) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 杉岡 幹二, 外(SUGIOKA, Kanji et al.); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目１７番２３号 杉岡特許事務所 Hyogo (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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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:
— 国際調査報告書

(54) **Title:** PROCESS FOR PRODUCTION OF HIGH ALLOY STEEL PIPE

(54) 発明の名称: 高合金管の製造方法

(57) **Abstract:** The invention provides a process for the production of a high alloy steel which permits pipe making by hot working and which exhibits satisfactory ductility in cold working conducted after pipe making for the purpose of attaining higher strength and is excellent in corrosion resistance. A process for the production of high alloy steel pipes by making a high alloy steel pipe stock having a chemical composition which contains by mass C: 0.03% or below, Si: 1.0% or below, Mn: 0.05 to 1.5%, P: 0.03% or below, S: 0.03% or below, Ni: more than 22% to 40%, Cr: 20 to 30%, Mo:0.01% to less than 4.0%, Cu: 0 to 4.0%, Al: 0.001 to 0.30%, N: more than 0.05% to 0.30%, and O: 0.010% or below with the balance consisting of Fe and impurities and in which the product of N content and O content satisfies the relationship (1) by hot working and then subjecting the pipe stock to cold working, characterized in that the final step of the cold working is conducted under such conditions that the reduction ratio (Rd) in terms reduction of sectional area satisfies the relationship (2), the pipe stock containing Ca, Mg and/or rare earth elements optionally: N Œ O ≦ 0.001 ...(1) 15 ≦ Rd(%) ≦ 370 Œ (C + N) ... (2) [wherein N, O andC represent their respective contents (% by mass) and Rd represents a reduction ratio (%) in terms of reduction of sectional area].

(57) 要約: 熱間加工による製管が可能であって、製管後にさらに高強度を得るために冷間加工を行う際に十分な延性を有するとともに耐食性にも優れる高合金の製造方法を提供する。質量%で、C:0.03%以下、Si:1.0%以下、Mn:0.05～1.5%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Ni:22%を超えて40%以下、Cr:20～30%、Mo:0.01%以上4.0%未満、Cu:0～4.0%、Al:0.001～0.30%、N:0.05%を超えて0.30%以下、O:0.010%以下を含有し、残部がFeおよび不純物であり、かつ、N含有量とO含有量の積が下記(1)式を満足する化学組成を有する高合金素管を熱間加工により形成した後、冷間加工によって高合金管を製造する方法であって、最終の冷間加工工程を断面減少率での加工度Rdが下記(2)式を満足する条件で冷間加工することを特徴とする高合金管の製造方法。Ca、Mgおよび希土類元素を含有してもよい。N×O≦0.001・・・(1) 15≦Rd(%)≦370×(C＋N)・・・(2) 但し、式中のN、O及びCはそれぞれの元素の含有量（質量%）を意味し、そして、Rdは断面減少率での加工度（%）を意味する。

WO 2009/004970 A1

明 細 書

高合金管の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、常温延性に優れた高合金管の製造方法に関する。さらに詳細には、熱間加工による製管が可能であるとともに、製管後にさらに高強度を得るために冷間加工を行う際に、十分な延性を有する高合金管の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 深井戸や過酷な腐食環境の油井やガス井(以下、単に「油井」と称する。)には、油井管として高Cr－高Ni合金からなる高合金管が使用されている。そして、従来よりも過酷な環境での使用を目的として、特に110～140ksiグレード(最低降伏強度が757.3～963.8MPa)と高強度であって、かつ耐食性を有する高強度高合金管が要求されている。さらに、高強度高合金管が油井管として曲げや引張りの力が加えられるような環境で使われる場合は座屈や破断等が発生するおそれがあるため、強度だけではなく高延性も要求されている。たとえば、ISO13680「Petroleum and natural gas industries -Corrosion-resistant alloy seamless tubes for use as casing, tubing and coupling stock - Technical delivery conditions」には、降伏強度が110ksi(757.3MPa)グレード、125ksi(860.5MPa)グレード、140ksi(963.8MPa)グレードでの伸びは、各々11%以上、10%以上、9%以上と規定されている。このように、より過酷な環境での使用を意図して、さらに高い伸びを有する高合金管が求められている。

[0003] さらに、製造面からは、高合金のビレットを用いて、ユジーンセジュルネ法などの押し出し製管法またはマンネスマン製管法などの熱間加工によって高合金管が製造される。この際、優れた熱間加工性も要求される。

[0004] 特許文献1と特許文献2には、連続鋳造で製造した高合金鋼鋳片を熱間圧延する際の粒界割れを防止するため、S量とO量をCa量やCe量との関係式で規定した範囲とすることで熱間加工性を改善したオーステナイト系ステンレス鋼が開示されている。しかし、高Cr－高Ni合金を最終の冷間加工で高強度とする際の延性改善を考慮した材料設計は検討されていない。

[0005] 一方、特許文献3～6には、高Cr－高Ni合金を熱間加工および溶体化処理後10～60％の肉厚減少率で冷間加工して高強度な高合金油井管を得る方法が開示されている。

[0006] さらに、特許文献7は、La、Al、Ca、Oのそれぞれを特定の関係で含有させて介在物の形状を制御することによって、硫化水素環境での耐食性に優れた冷間加工されるオーステナイト合金が開示されている。ここでの冷間加工は強度付加のため行うが、耐食性の観点で30％以下の肉厚減少加工を行うとしている。

[0007] また、特許文献8には、CuとMoの含有量を調整して硫化水素環境での耐SCC性を改善した高Cr－高Ni合金が開示されており、熱間加工後さらに加工度30％以下の冷間加工で強度を調整するのが好ましいと記載されている。

[0008] 特許文献1:特開昭59－182956号公報

特許文献2:特開昭60－149748号公報

特許文献3:特開昭58－6927号公報

特許文献4:特開昭58－9922号公報

特許文献5:特開昭58－11735号公報

特許文献6:米国特許4421571号明細書

特許文献7:特開昭63－274743号公報

特許文献8:特開平11－302801号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、高強度の材料では必然的に延性が低下するため、油井管のように曲げや引張り力が加えられるような環境で使われる場合は、座屈や破断等が発生するおそれがある。しかしながら、上記特許文献には、いずれも、延性改善についてはなんら示唆するところがない。

[0010] 本発明は、このような状況に鑑み、熱間加工による製管が可能であって、製管後にさらに高強度を得るために冷間加工を行った後でも十分な延性を有するとともに耐食性にも優れる高合金管の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、上記の課題を解決するために、熱間加工性と冷間加工後の延性に関して、種々の検討と実験を行った結果、次の(a)～(e)に示す知見を得た。

[0012] (a) 深井戸や過酷な腐食環境で油井に使用される高合金管には、耐食性が要求される。高合金管の基本的な化学組成を、(20～30%)Cr－(22～40%)Ni－(0．01～4%)Moとすると、耐食性の観点からはC含有量を下げる必要がある。

[0013] (b) C含有量を下げると、そのままでは強度が不足することになる。このため、Nを積極的に含有させて、Nによる固溶強化により強度向上を図るのが好ましい。

[0014] (c) N含有量を大きくすると熱間加工性が低下し、熱間製管時に発生した疵が製品の疵につながる懸念がある。しかしながら、次の(1)式に示すとおり、N含有量とO含有量との積を所定値以下に規定することによって、熱間加工による製管が可能であることが分かった。

$$N \times O \leqq 0.001 \cdots\cdots (1)$$

但し、式中のN及びOはそれぞれの元素の含有量(質量%)を意味する。

[0015] なお、N含有量とO含有量との積の上限値は、好ましくは0．0007であり、さらに好ましくは0．0005である。

[0016] (d) 熱間加工によって形成された高合金素管は、その後の冷間加工により、さらに高強度化することになるが、高N材にすると、溶体化熱処理を施した素管で高強度を得ることができる。したがって、高合金素管を形成したのちに、冷間加工を行う際の加工度(断面減少率)をむやみに高めることなく、低加工度でも所望とする強度を確保できる。このように、高N材にすることによって、高加工度による常温延性(引張り試験での伸び量)の低下を回避することができる。

[0017] (e) 本発明者は、上述した知見に基づき、常温延性の優れた高合金管を得るために、溶体化熱処理後の最終の冷間加工での加工度とN含有量の関係を詳細に調べた。その結果、強度および常温延性(伸び)には合金成分および加工度が影響し、特定の合金元素の含有量を高めるほど、また冷間加工度を高めるほど、強度は上昇するが常温延性は低下することが判明した。したがって、目標とする高強度でかつ高い常温延性(伸び)を確保した高合金管を得るためには、Nの含有量を0．05%を超えて0．30%以下と規定した上で、強度への影響の大きいC含有量およびN含有量

の和である(C＋N)量と加工度に着目して、断面減少率での加工度Rd(%)が370×(C＋N)を超えないようにすればよいことを見出した。

[0018] また、目標強度を得るために必要な加工度は、断面減少率での加工度Rd(%)が15以上は必要であることを見出した。

[0019] すなわち、次の(2)式で表される加工度で冷間加工することで、高強度でかつ常温延性に優れた高合金管をえることができることを見出した。

15≦Rd(%)≦370×(C＋N)・・・・(2)

但し、式中のC及びNはそれぞれの元素の含有量(質量%)を意味し、そして、Rdは断面減少率での加工度(%)を意味する。

[0020] なお、好ましい上限は325×(C＋N)であり、さらに好ましい上限は280×(C＋N)である。

[0021] 本発明はこのような新たな知見のもとに完成したものであり、その要旨は次の(1)及び(2)に示すとおりである。以下、それぞれ、本発明(1)及び本発明(2)という。本発明(1)及び(2)を総称して、本発明ということがある。

[0022] (1) 質量%で、C:0.03%以下、Si:1.0%以下、Mn:0.05～1.5%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Ni:22%を超えて40%以下、Cr:20～30%、Mo:0.01%以上4.0%未満、Cu:0～4.0%、Al:0.001～0.30%、N:0.05%を超えて0.30%以下、O:0.010%以下を含有し、残部がFeおよび不純物であり、かつ、N含有量とO含有量の積が下記(1)式を満足する化学組成を有する高合金素管を熱間加工により形成した後、冷間加工によって高合金管を製造する方法であって、最終の冷間加工工程を断面減少率での加工度Rdが下記(2)式を満足する条件で冷間加工することを特徴とする高合金管の製造方法。

N×O≦0.001・・・・・・(1)

15≦Rd(%)≦370×(C＋N)・・・・(2)

但し、式中のN、O及びCはそれぞれの元素の含有量(質量%)を意味し、そして、Rdは断面減少率での加工度(%)を意味する。

[0023] (2) 高合金素管の化学組成が、Feの一部に代えて、質量%で、Ca:0.01%以下、Mg:0.01%以下および希土類元素:0.2%以下のうちの1種または2種以上を含

有することを特徴とする、上記(1)の高合金管の製造方法。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、熱間加工による製管が可能であって、製管後にさらに高強度を得るために冷間加工を行った後でも十分な延性を有するとともに耐食性にも優れる高合金管の製造方法を提供することができる。

発明を実施するための最良の形態

[0025] 次に、本発明に係る高合金管の製造方法において用いる高合金鋼の化学組成の限定理由について述べる。なお、各元素の含有量の「%」は「質量%」を表す。

[0026] C:0.03%以下

Cは、その含有量が0.03%を超えると結晶粒界にCr炭化物を形成し、粒界での応力腐食割れ感受性が増大する。このため、その上限を0.03%とした。好ましい上限は0.02%である。

[0027] Si:1.0%以下

Siは、合金の脱酸剤として有効な元素であり、必要に応じて含有させることができる。しかしながら、その含有量が1.0%を超えると熱間加工性が低下するため、Si含有量は1.0%以下とした。好ましくは0.5%以下である。

[0028] Mn:0.05～1.5%

Mnは、上記のSiと同様に、合金の脱酸剤として有効な元素であり、その効果は0.05%以上の含有量で得られる。しかし、その含有量が1.5%を超えると熱間加工性が低下する。このため、Mn含有量は0.05～1.5%とした。好ましい範囲は、0.5～0.75%である。

[0029] P:0.03%以下

Pは、不純物として含有されるが、その含有量が0.03%を超えると硫化水素環境での応力腐食割れ感受性が増大する。このため、その上限を0.03%以下とした。好ましい上限は0.025%である。

[0030] S:0.03%以下

Sは、上記のPと同様に、不純物として含有されるが、その含有量が0.03%を超えると熱間加工性が著しく低下する。このため、その上限値を0.03%とした。好ましい

上限は0．005％である。

[0031] Ni：22％を超えて40％以下

Niは、耐硫化水素腐食性を向上させる作用がある。しかし、その含有量が22％以下では、合金の外表面にNi硫化物皮膜が十分に生成しないので、Niを含有させる効果が得られない。一方、40％を超えて含有させてもその効果は飽和し、合金の価格上昇を招いて経済性を損なうことになる。したがって、Ni含有量は22％を超えて40％以下とした。好ましい範囲は25～37％であり、27％以上35％未満がさらに好ましい。

[0032] Cr：20～30％

Crは、Niとの共存下で耐応力腐食割れ性に代表される耐硫化水素腐食性を向上させるのに有効な成分である。しかし、その含有量が20％未満ではその効果が得られない。一方、その含有量が30％を超えるとその効果は飽和し、熱間加工性の観点からも好ましくない。したがってCr含有量は20～30％とした。好ましい範囲は22～28％である。

[0033] Mo：0．01％以上4．0％未満

Moは、Ni及びCrとの共存下において、耐応力腐食割れ性を改善させる作用を有する。しかし、その含有量が0．01％未満ではその効果が十分でない。一方、その含有量が4．0％以上ではその効果は飽和し、過度の含有は熱間加工性を低下させる。このため、Mo含有量は0．01％以上4．0％未満とした。好ましい範囲は0．05以上3．4％未満、さらに好ましい範囲は0．1～3．0％である。なお、より優れた耐応力腐食割れ性を得るには下限を1．5％とするのが好ましい。さらに好ましい下限は2．0％である。

[0034] Cu：0～4．0％（無添加も含む）

Cuは、硫化水素環境下での耐硫化水素腐食性を著しく向上させる作用があり、必要に応じて含有させることができる。この効果を得たい場合には、0．1％以上含有させるのが好ましい。しかし、含有量が4．0％を超えるとその効果は飽和し、逆に熱間加工性が低下する。このため、Cuを含有させる場合には、4．0％を上限とした。Cu含有量の好ましい範囲は0．2～3．5％である。より好ましくは0．5～2．0％である。

[0035] Al:0．001～0．30％

Alは、合金の脱酸剤として有効な元素である。熱間加工性に有害なSiやMnの酸化物を生成させないために、酸素固定のために0．001％以上必要である。しかし、その含有量が0．30％を超えると熱間加工性が低下する。このため、Al含有量は0．001～0．30％とした。好ましい範囲は0．01～0．20％である。0．01～0．10％がさらに好ましい。

[0036] N:0．05％を超えて0．30％以下

Nは本発明では重要な元素である。本発明の高合金は、耐食性の観点からC含有量を下げる必要がある。そのため、Nを積極的に含有させて、耐食性を劣化させることなく、固溶強化により高強度化を図る。また、高N材では溶体化熱処理を施した素管で高強度を得ることができる。そのため、さらに冷間加工を行う際の加工度（断面減少率）をむやみに高めることなく低加工度でも所望とする強度を確保できるため、高加工度による延性低下を抑制することができる。その効果を得るには0．05％を超えての含有が必要である。一方、0．30％を超えると熱間加工性が低下する。そのため、N含有量は0．05％を超えて0．30％以下とした。好ましい範囲は0．06～0．22％である。

[0037] O:0．010％以下

Oは不純物として含有されるが、その含有量が0．010％を超えると熱間加工性を劣化させる。そのため、O含有量は0．010％以下とした。

[0038] N×O:0．001以下

本発明ではNの含有量を0．05％を超えて0．30％以下と多量に含有させるため、熱間加工性が劣化し易い。そのため、N含有量（％）とO含有量（％）の積を0．001以下にする必要がある。

[0039] 本発明に係る高合金鋼は、上記の合金元素の他に、さらにCa、Mgおよび希土類元素（REM）のうちの1種または2種以上を含有してもよい。これらの元素の含有させてもよい理由とそのときの含有量は、次の通りである。

[0040] Ca:0．01％以下、Mg:0．01％以下および希土類元素:0．2％以下の1種または2種以上

これらの成分は、必要に応じて含有させることができる。含有させれば、熱間加工性を向上させる効果がある。しかしながら、CaおよびMgについてはいずれも0．01％を超えると、そして、REMについてはいずれも0．2％を超えると、粗大な酸化物が生成し、かえって熱間加工性の低下を招く。したがって、含有させる場合、それらの上限は、CaおよびMgについては0．01％、そして、REMについては0．2％とする。なお、この熱間加工性の向上効果を確実に発現させるためには、CaおよびMgについては0．0005％以上、そして、REMについては0．001％以上、含有させるのが好ましい。なお、REMとは、ランタノイドの15元素にYおよびScを合わせた17元素を意味する。

[0041] 本発明の高合金管は、上記の必須元素あるいはさらに上記の任意元素を含有し、残部がFeおよび不純物からなるものであり、通常商業的な生産に用いられている製造設備および製造方法によって製造することができる。例えば、合金の溶製は、電気炉、Ar－O_2混合ガス底吹き脱炭炉（AOD炉）や真空脱炭炉（VOD炉）などを利用することができる。溶製された溶湯は、インゴットに鋳造してもよいし、連続鋳造法で棒状のビレットなどに鋳造してもよい。これらのビレットを用いて、ユジーンセジュルネ法などの押し出し製管法またはマンネスマン製管法などの熱間加工によって高合金管を製造することができる。そして、熱間加工後の管は、溶体化熱処理後、冷間圧延や冷間引抜などの冷間加工により所望の強度を有する製品管とすることができる。

実施例 1

[0042] 表1に示す化学組成を有する合金を、電気炉で溶解し、目標の化学組成にほぼ成分調整した後、AOD炉を用いて脱炭および脱硫処理を行う方法で溶製した。得られた溶湯は、重さ1500kg、直径500mmのインゴットに鋳造した。

[0043] [表1]

表1

試験	化学組成（質量%、残部:Fe及び不純物）													370x	NxO	Rd	YS	TS	EL	熱間絞	ｸﾞﾚｰﾄﾞ	区
No	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	N	O	Ca	(C+N)		(%)	(MPa)	(MPa)		り率(%)		別
1	0.020	0.23	0.59	0.020	0.0003	30.15	24.51	2.77	0.77	0.036	0.0797	0.0050	0.0020	36.9	0.00040	21.7	794.3	858.0	23.4	73		
2	0.020	0.31	0.59	0.021	0.0002	30.13	24.71	2.77	0.80	0.037	0.0828	0.0050	0.0018	38.0	0.00041	23.4	825.7	886.5	22.9	70		
3	0.020	0.24	0.59	0.021	0.0003	30.16	24.77	2.78	0.81	0.037	0.0797	0.0050	0.0019	36.9	0.00040	23.4	829.6	884.5	22.4	68		
4	0.020	0.32	0.61	0.020	0.0002	30.35	24.84	2.83	0.74	0.033	0.0820	0.0050	0.0016	37.7	0.00041	23.4	843.3	893.3	22.0	69		
5	0.020	0.19	0.61	0.021	0.0004	30.10	24.56	2.77	0.78	0.036	0.0835	0.0050	0.0017	38.3	0.00042	23.4	840.4	897.2	21.1	69		
6	0.019	0.32	0.60	0.022	0.0002	30.06	24.57	2.75	0.81	0.038	0.0845	0.0050	0.0030	38.3	0.00042	23.4	845.3	891.4	21.1	80		
7	0.020	0.24	0.59	0.023	0.0003	30.33	24.72	2.76	0.76	0.034	0.0803	0.0048	0.0032	37.1	0.00039	23.4	849.2	897.2	20.3	79		
8	0.018	0.30	0.59	0.021	0.0003	30.17	24.71	2.79	0.81	0.037	0.0849	0.0045	0.0022	38.1	0.00038	23.1	811.9	863.9	25.3	72		
9	0.020	0.23	0.59	0.020	0.0003	30.15	24.51	2.77	0.77	0.036	0.0797	0.0041	0.0020	36.9	0.00033	23.1	803.1	856.1	25.5	68	110ksi	
10	0.019	0.30	0.59	0.023	0.0003	30.15	24.52	2.77	0.77	0.036	0.0789	0.0038	0.0032	36.2	0.00030	23.1	824.7	874.7	23.9	79		
11	0.019	0.23	0.58	0.021	0.0003	30.13	24.51	2.77	0.78	0.031	0.0801	0.0037	0.0015	36.7	0.00030	23.1	831.5	881.6	23.4	71		
12	0.021	0.26	0.59	0.021	0.0004	30.31	24.83	2.79	0.77	0.030	0.0871	0.0042	0.0019	40.0	0.00037	23.1	839.4	883.5	24.0	74		
13	0.018	0.25	0.60	0.021	0.0003	30.15	24.92	2.86	—	0.042	0.0798	0.0035	0.0020	36.2	0.00028	23.1	826.6	877.6	25.5	79		
14	0.019	0.23	0.59	0.020	0.0005	30.55	24.81	2.89	0.82	0.040	0.0827	0.0041	0.0017	37.6	0.00034	21.9	840.4	880.6	18.0	71		
15	0.020	0.24	0.58	0.021	0.0005	30.41	24.93	2.84	0.82	0.041	0.0790	0.0044	0.0022	36.6	0.00035	21.9	841.4	870.8	18.2	75		
16	0.020	0.29	0.58	0.019	0.0002	30.26	24.69	2.75	0.72	0.037	0.0827	0.0038	0.0020	38.0	0.00031	21.9	833.5	868.8	18.6	72		
17	0.018	0.21	0.59	0.023	0.0005	30.26	24.79	2.84	0.80	0.033	0.0802	0.0049	–	36.3	0.00039	21.9	847.2	892.3	17.4	66		
18	0.019	0.29	0.59	0.006	0.0007	25.18	24.87	0.37	2.96	0.09	0.0838	0.0025	0.0011	38.0	0.00021	23.4	783.2	830.7	21.0	66		
19	0.019	0.28	0.58	0.006	0.0004	24.80	24.51	0.32	2.84	0.08	0.0799	0.0023	0.0012	36.6	0.00018	28.3	823.2	861.8	20.1	65		
20	0.021	0.19	0.58	0.021	0.0002	30.29	24.87	2.78	0.78	0.040	0.0808	0.0048	0.0017	37.7	0.00039	32.5	884.5	945.3	16.8	73		
21	0.022	0.24	0.60	0.020	0.0002	30.27	24.82	2.76	0.76	0.042	0.0794	0.0042	0.0020	37.5	0.00033	32.5	906.1	958.0	16.3	71		
22	0.018	0.23	0.59	0.022	0.0005	30.37	24.94	2.86	0.80	0.039	0.0850	0.0049	0.0022	38.1	0.00042	32.5	876.7	950.2	16.3	70	125ksi	
23	0.020	0.22	0.58	0.021	0.0005	30.49	24.67	2.87	0.76	0.044	0.0817	0.0043	0.0017	37.6	0.00035	32.5	918.8	971.8	14.8	69		
24	0.019	0.22	0.60	0.021	0.0003	30.23	24.68	2.83	0.77	0.033	0.0856	0.0032	0.0019	38.7	0.00027	32.5	884.5	962.0	16.7	75		
25	0.021	0.19	0.58	0.021	0.0002	30.29	24.87	2.78	0.78	0.040	0.0808	0.0036	0.0017	37.7	0.00029	32.5	902.2	954.1	16.0	74		
26	0.012	0.24	0.57	0.023	0.0002	30.71	25.26	2.83	0.78	0.132	0.1960	0.0031	0.0027	77.0	0.00061	28.0	1025.4	1075.7	20.5	65	140ksi	
27	0.019	0.25	0.57	0.023	0.0004	30.16	24.88	2.87	0.79	0.041	0.0810	0.0047	0.0023	37.0	0.00038	40.0	1032.6	1083.6	8.0	70	—	比
28	0.020	0.26	0.58	0.020	0.0003	30.25	24.67	2.84	0.80	0.037	0.0540	0.0043	0.0026	27.4	0.00023	28.0	803.3	856.1	11.0	80	—	較
29	0.020	0.25	0.60	0.021	0.0004	30.35	25.13	2.81	0.80	0.039	0.1330	0.0150	0.0012	56.6	0.00200	21.7	956.9	1008.1	19.0	30	—	例

[0044] 表1に示した化学組成の各インゴットに対して、以下の処理を施した。まず、インゴットを1250℃に加熱し、1200℃で熱間鍛造して直径150mmの棒状に成形した。

[0045] この成形材から熱間加工性を評価するため、JIS G0567に準じて、平行部径10mm、平行部長さ100mmの丸棒状試験片を採取した。そして、試験片を900℃に加熱して10分間保持し、歪み速度0．3%／minの高温引張試験を実施し、絞り率を求めた。その結果も合わせて表1に示す。

[0046] さらに、上記の成形材を長さ1000mmに切断して押し出し製管用ビレットを得た。次に、このビレットを用いてユジーンセジュルネ法による熱間押出製管法で冷間加工用素管に成形した。

[0047] 得られた冷間加工用素管を軟化熱処理後、引抜加工する途中抽伸を1回または複数回行った後、1100℃で0．5時間保持した後水冷する条件で溶体化熱処理を施した。その後、さらに、プラグとダイスを用いた引抜法による最終の冷間加工を施し、目標とする管の強度レベルを有する高合金管を得た。

[0048] 表2に、各試験No毎の最終の冷間加工前後での寸法と冷間加工度（断面減少率）、および管の目標強度レベル（最低降伏強度）を示す。

[0049] [表2]

表2

試験No	最終冷間加工前の寸法（外径×肉厚）（mm）	最終冷間加工後の寸法（外径×肉厚）（mm）	断面減少率での冷間加工度Rd（%）	管の目標強度レベル（最低降伏強度）	区別
1	194.0×10.85	178.5×9.19	21.7	757.3MPa（110ksi）	本発明例
2－7	194.0×11.10	178.5×9.19	23.4	同上	
8－13	194.0×12.48	178.5×10.36	23.1	同上	
14－17	97.0×7.66	89.3×6.45	21.9	同上	
18	194.0×11.00	178.5×9.10	23.4	同上	
19	194.0×11.80	178.5×9.10	28.3	同上	
20－25	85.0×10.08	73.0×7.82	32.5	860.5MPa（125ksi）	
26	194.0×11.87	178.5×9.19	28.0	963.8MPa（140ksi）	
27	97.0×10.26	89.3×6.45	40.0	963.8MPa（140ksi）	比較例
28	85.0×9.36	73.0×7.82	28.0	757.3MPa（110ksi）	
29	194.0×10.85	178.5×9.19	21.7	963.8MPa（140ksi）	

[0050] 得られた高合金管から、弧状の引張試験片を採取して引張試験を行い降伏強度（0．2%耐力）YS、破断強度TSおよび伸びElを求めた。その結果も合わせて表1に示す。

[0051] 本発明例に係る試験No.1～26の管は目標とする強度レベルを有しており、ISOで規定される最低伸び値よりも十分高い伸びも有している。さらに、高温引張試験での絞り率も十分高い値であり、熱間加工性にも優れている。

[0052] 一方、比較例に係る試験No.27及び28の管は(2)式を満足しないため、強度は高いが伸びが十分でない。また、比較例に係る試験No.29の管は(1)式を満足しないため、熱間加工性に劣る。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明によれば、熱間加工による製管が可能であって、製管後にさらに高強度を得るために冷間加工を行う際に十分な延性を有するとともに耐食性にも優れる高合金管を製造することができる。

請求の範囲

[1] 質量%で、C:0.03%以下、Si:1.0%以下、Mn:0.05～1.5%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Ni:22%を超えて40%以下、Cr:20～30%、Mo:0.01%以上4.0%未満、Cu:0～4.0%、Al:0.001～0.30%、N:0.05%を超えて0.30%以下、O:0.010%以下を含有し、残部がFeおよび不純物であり、かつ、N含有量とO含有量の積が下記(1)式を満足する化学組成を有する高合金素管を熱間加工により形成した後、冷間加工によって高合金管を製造する方法であって、最終の冷間加工工程を断面減少率での加工度Rdが下記(2)式を満足する条件で冷間加工することを特徴とする高合金管の製造方法。

$N \times O \leqq 0.001$ ・・・・・・(1)

$15 \leqq Rd(\%) \leqq 370 \times (C+N)$ ・・・・(2)

但し、式中のN、O及びCはそれぞれの元素の含有量(質量%)を意味し、そして、Rdは断面減少率での加工度(%)を意味する。

[2] 高合金素管の化学組成が、Feの一部に代えて、質量%で、Ca:0.01%以下、Mg:0.01%以下および希土類元素:0.2%以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする、請求項1に記載の高合金管の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/061617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C21D8/10(2006.01)i, *C22C38/00*(2006.01)i, *C22C38/44*(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)
C21D8/10, C22C38/00, C22C38/44

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 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-83248 A (NKK Corp.), 13 April, 1988 (13.04.88), Full text (Family: none)	1,2
Y	JP 3-297505 A (Nippon Steel Corp.), 27 December, 1991 (27.12.91), Claims; page 2, upper left column, line 1 to lower right column, line 12; page 4, upper right column, lines 10 to 12; page 4, lower left column, lines 7 to 9 (Family: none)	1,2

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 August, 2008 (20.08.08)	02 September, 2008 (02.09.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/061617

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 58-6928 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 14 January, 1983 (14.01.83), Claims & DE 3224865 A & FR 2508930 A & GB 2104100 A & SE 8204121 & SE 8901647 A & US 4421571 A1	1,2
A	WO 2006/003953 A1 (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 January, 2006 (12.01.06), Full text & CA 2572156 A & CN 1977060 A & EP 1777314 A1 & US 2007/0175547 A1	1,2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０６１６１７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C21D8/10(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/44(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C21D8/10, C22C38/00, C22C38/44

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８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）

WPI

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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 63-83248 A（日本鋼管株式会社）1988.04.13,全文（ファミリーなし）	1,2
Y	JP 3-297505 A（新日本製鐵株式会社）1991.12.27,特許請求の範囲,第２頁左上欄第１行-右下欄第12行,第４頁右上欄第10-12行,第４頁左下欄第7-9行（ファミリーなし）	1,2

☑　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 ２０．０８．２００８	国際調査報告の発送日 ０２．０９．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　４Ｋ　３５５７ 鈴木　葉子 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 58-6928 A（住友金属工業株式会社）1983.01.14,特許請求の範囲 & DE 3224865 A & FR 2508930 A & GB 2104100 A & SE 8204121 & SE 8901647 A & US 4421571 A1	1,2
A	WO 2006/003953 A1（住友金属工業株式会社）2006.01.12,全文 & CA 2572156 A & CN 1977060 A & EP 1777314 A1 & US 2007/0175547 A1	1,2