



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101688263 B

(45) 授权公告日 2011.06.15

(21) 申请号 200880022493.1

木村繁充 五十岚正晃

(22) 申请日 2008.06.26

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

(30) 优先权数据

173638/2007 2007.07.02 JP

010557/2008 2008.01.21 JP

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int. Cl.

C21D 8/10(2006.01)

C22C 38/00(2006.01)

C22C 38/44(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.12.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/061617 2008.06.26

(56) 对比文件

JP 平 3-297505 A, 1991.12.27, 权利要求 1
及说明书第 4 页右半栏第 2-4 行及第 10-13 行.

JP 昭 63-83248 A, 1988.04.13, 权利要求 2
及说明书摘要.

(87) PCT申请的公布数据

W02009/004970 JA 2009.01.08

审查员 高峰

(73) 专利权人 住友金属工业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 相良雅之 諏访部均 天谷尚

权利要求书 1 页 说明书 7 页

(54) 发明名称

高合金管的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及高合金管的制造方法,能够通过热加工来制管,并且在制管后为了获得更高强度而进行冷加工时具有充分的延展性且耐腐蚀性优异的高合金管的制造方法。该高合金管的制造方法,其是通过热加工形成如下的高合金管坯后,通过冷加工制造高合金管的方法,该高合金管坯的化学组成为以质量%计,含有 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:大于 22%且小于等于 40%、Cr:20~30%、Mo:大于等于 0.01%且小于 4.0%、Cu:0~4.0%、Al:0.001~0.30%、N:大于 0.05%且小于等于 0.30%、O:0.010%以下,剩余部分是 Fe 和杂质,并且,N 含量和 O 含量的积满足下述 (1) 式,其特征在于,在以截面缩小率表示的加工度 Rd 满足下述 (2) 式的条件下在最终的冷加工工序中进行冷加工。该高合金管坯也可以含有 Ca、Mg 和稀土元素。 $N \times O \leq 0.001 \dots (1)$; $15 \leq Rd(\%) \leq 370 \times (C+N) \dots (2)$,其中,式中的 N、O 和 C 分别表示元素的含量(质量%),而且,Rd 表示以截面缩小率表示的加工度(%)。

1. 一种高合金管的制造方法,其是通过热加工形成如下的高合金管坯后,通过冷加工制造高合金管的方法,该高合金管坯的化学组成为以质量%计,含有 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:大于22%且小于等于40%、Cr:20~30%、Mo:大于等于0.01%且小于4.0%、Cu:0.1~4.0%、Al:0.001~0.30%、N:大于0.05%且小于等于0.30%、O:0.010%以下,剩余部分是Fe和杂质,并且,N含量和O含量的积满足下述(1)式,其特征在于,在以截面缩小率表示的加工度Rd满足下述(2)式的条件下在最终的冷加工工序中进行冷加工,

$$N \times O \leq 0.001 \dots\dots (1)$$

$$15 \leq Rd(\%) \leq 370 \times (C+N) \dots\dots (2)$$

其中,式中的N、O和C分别表示元素的含量,以质量%计;而且,Rd表示以截面缩小率表示的加工度,以%表示。

2. 根据权利要求1所述的高合金管的制造方法,其特征在于,在高合金管坯的化学组成中,替换Fe的一部分,以质量%计,含有Ca:0.01%以下、Mg:0.01%以下和稀土元素:0.2%以下这3者中的1种或2种以上。

高合金管的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及常温延展性优异的高合金管的制造方法。更加详细地说,涉及一种能够通过热加工来制管,并且在制管后为了获得更高强度而进行冷加工时具有充分的延展性的高合金管的制造方法。

背景技术

[0002] 在深井、过于苛刻的腐蚀环境的油井、气井(以下只称为“油井”。)中,作为油井管使用高 Cr-高 Ni 合金构成的高合金管。而且,为了在比以往更过于苛刻的环境下使用,特别要求 110 ~ 140ksi 等级(最低屈服强度 757.3 ~ 963.8MPa)的高强度且具有耐腐蚀性的高强度高合金管。而且,因为高强度高合金管作为油井管被使用在施加有弯曲、拉伸的力这样的环境下的情况下有时发生弯曲、断裂等,所以不仅要求具有强度,而且也要求具有高延展性。例如,在 ISO13680 “石油和天然气工业-用作套管、油管 and 接箍的防腐合金无缝钢管-交货技术条件”中,屈服强度为 110ksi (757.3MPa) 等级、125ksi (860.5MPa) 等级、140ksi (963.8MPa) 等级的延伸率分别被规定为 11% 以上、10% 以上、9% 以上。这样,要求一种能够使用于更加过于苛刻的环境下,具有更高的延伸率的高合金管。

[0003] 而且,从制造面上来考虑,使用高合金的钢坯,通过玻璃润滑剂高速挤压法等挤压制管法或曼内斯曼制管法等热加工来制造高合金管。此时,也要求优异的热加工性。

[0004] 在专利文献 1 和专利文献 2 中,公开了如下的奥氏体系不锈钢,即,为了防止在对通过连续铸造而制造的高合金钢铸坯进行热轧制时的粒界裂纹,通过使 S 量和 O 量为与 Ca 量、Ce 量的关系式所规定的范围内来改善热加工性。但是,考虑到改善通过最终的冷加工使高 Cr-高 Ni 合金为高强度时的延展性的材料设计仍没有被研究出。

[0005] 另一方面,在专利文献 3 ~ 6 中,公开了如下的方法,即,在对高 Cr-高 Ni 合金实施热加工和固溶处理后,通过以 10 ~ 60% 的壁厚缩小率进行冷加工,从而获得高强度的高合金油井管。

[0006] 而且,专利文献 7 公开了如下的经过冷加工的奥氏体合金,即,通过以特定的关系分别含有 La、Al、Ca、O 而控制夹杂物的形状,在硫化氢环境下的耐腐蚀性优异。在此的冷加工是为了增加强度而进行的,但是从耐腐蚀性的观点出发,进行 30% 以下的减少壁厚的加工。

[0007] 而且,在专利文献 8 中,公开有通过调整 Cu 和 Mo 的含量而改善了在硫化氢环境下的耐 SCC 性的高 Cr-高 Ni 合金,记载有优选在热加工后通过进一步进行加工度为 30% 以下的冷加工而调整强度。

[0008] 专利文献 1:日本特开昭 59-182956 号公报

[0009] 专利文献 2:日本特开昭 60-149748 号公报

[0010] 专利文献 3:日本特开昭 58-6927 号公报

[0011] 专利文献 4:日本特开昭 58-9922 号公报

[0012] 专利文献 5:日本特开昭 58-11735 号公报

[0013] 专利文献 6 : 美国专利 4421571 号说明书

[0014] 专利文献 7 : 日本特开昭 63-274743 号公报

[0015] 专利文献 8 : 日本特开平 11-302801 号公报

[0016] 可是, 高强度的材料必然延展性降低, 因此, 像油井管那样被使用在施加有弯曲、拉伸的力的环境的情况下, 有时会发 生弯曲、断裂等。可是, 在上述专利文献中均没有任何关于如何改善延展性的启发。

发明内容

[0017] 本发明是鉴于这样的状况而作出的, 其目的在于, 提供一种能够通过热加工来制管, 并且即使在制管后为了获得更高强度而进行冷加工后也具有充分的延展性且耐腐蚀性优异的高合金管的制造方法。

[0018] 本发明人为了解决上述的课题, 对热加工性和冷加工后的延展性进行了各种研究和实验, 其结果, 获得了如下的 (a) ~ (e) 所示的见解。

[0019] (a) 在深井和过于苛刻的腐蚀环境下被使用于油井的高合金管要求耐腐蚀性。若使高合金管的基本的化学组成为 $(20 \sim 30\%) \text{Cr} - (22 \sim 40\%) \text{Ni} - (0.01 \sim 4\%) \text{Mo}$, 则从耐腐蚀性的观点来看需要降低 C 含量。

[0020] (b) 若直接降低 C 含量, 则会引起强度不足。因此, 优选积极地含有 N, 通过由 N 带来的固溶强化谋求强度提高。

[0021] (c) 若增大 N 含量, 则热加工性降低, 热制管时产生的缺陷可能会造成产品的缺陷。可是, 如下面的 (1) 式所示可知, 通过将 N 含量和 O 含量的积规定为规定值以下, 能由热加工制管。

[0022]
$$N \times O \leq 0.001 \dots \dots (1)$$

[0023] 其中, 式中的 N 和 O 分别表示元素的含量 (质量%)。

[0024] 另外, N 含量和 O 含量的积的上限值优选是 0.0007, 更优选是 0.0005。

[0025] (d) 由热加工所形成的高合金管坯通过之后的冷加工被进一步高强度化, 但是若为高 N 材料, 则实施有固溶热处理的 管坯能够获得高强度。因此, 在形成了高合金管坯之后, 不需过度地提高进行冷加工时的加工度 (截面缩小率), 即使低加工度也能确保希望的强度。这样, 通过设为高 N 材料, 能避免由高加工度造成的常温延展性 (拉伸试验中的延伸量) 的降低。

[0026] (e) 本发明人基于上述的见解, 为了获得常温延展性优异的高合金管, 详细地调查了固溶热处理后的最终的冷加工的加工度和 N 含量的关系。其结果判明, 合金成分和加工度影响强度和常温延展性 (延伸率), 越提高特定的合金元素的含量、或越提高冷加工度, 则强度越上升、常温延展性越降低。因此发现为了获得确保作为目标的高强度且高的常温延展性 (延伸率) 的高合金管, 在将 N 含量规定为大于 0.05% 且小于等于 0.30% 的基础上, 着眼于对强度影响大的 C 含量和 N 含量的和即 $(C+N)$ 的量 and 加工度, 以截面缩小率表示的加工度 $R_d(\%)$ 只要不大于 $370 \times (C+N)$ 即可。

[0027] 此外, 发现了为了获得目标强度而必要的加工度, 以截面缩小率表示的加工度 $R_d(\%)$ 需要为 15 以上。

[0028] 即, 发现了通过以下面的 (2) 式所表示的加工度进行冷加工, 能获得高强度且常

温延展性优异的高合金管。

[0029] $15 \leq \text{Rd}(\%) \leq 370 \times (\text{C}+\text{N}) \dots\dots (2)$

[0030] 其中,式中的 C 和 N 分别表示元素的含量(质量%),而且,Rd 表示以截面缩小率表示的加工度(%)。

[0031] 另外,优选上限是 $325 \times (\text{C}+\text{N})$,更优选上限是 $280 \times (\text{C}+\text{N})$ 。

[0032] 本发明是在这样的新的见解的基础上完成的,其要旨如下面的(1)和(2)所示。以下,分别说明本发明(1)和本发明(2)。有时将本发明(1)和(2)总称为本发明。

[0033] (1)一种高合金管的制造方法,其是通过热加工形成如下的高合金管坯后,通过冷加工制造高合金管的方法,该高合金管坯以质量%计,含有 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:大于22%且小于等于40%、Cr:20~30%、Mo:大于等于0.01%且小于4.0%、Cu:0.1~4.0%、Al:0.001~0.30%、N:大于0.05%且小于等于0.30%、O:0.010%以下,剩余部分是 Fe 和杂质,并且,具有 N 含量和 O 含量的积满足下述(1)式的化学组成,其特征在于,在以截面缩小率表示的加工度 Rd 满足下述(2)式的条件下在最终的冷加工工序中进行冷加工。

[0034] $\text{N} \times \text{O} \leq 0.001 \dots\dots (1)$

[0035] $15 \leq \text{Rd}(\%) \leq 370 \times (\text{C}+\text{N}) \dots\dots (2)$

[0036] 其中,式中的 N、O 和 C 分别表示元素的含量(质量%),而且,Rd 表示以截面缩小率表示的加工度(%)。

[0037] (2)上述(1)的高合金管的制造方法,其特征在于,在高合金管坯的化学组成中,替换 Fe 的一部分,以质量%计,含有 Ca:0.01%以下、Mg:0.01%以下和稀土元素:0.2%以下这3者中的1种或2种以上。

[0038] 采用本发明,提供一种能够通过热加工来制管,并且即使在制管后为了获得更高强度而进行冷加工后也具有充分的延展性且耐腐蚀性优异的高合金管的制造方法。

[0039] 具体实施方式

[0040] 接着,说明在本发明的高合金管的制造方法中所使用的高合金钢的化学组成的限定理由。另外,各元素的含量的“%”表示“质量%”。

[0041] C:0.03%以下

[0042] 若 C 的含量大于 0.03%,则在结晶粒界形成 Cr 炭化物,粒界的应力腐蚀裂纹敏感性增大。因此,使其上限是 0.03%。优选上限是 0.02%。

[0043] Si:1.0%以下

[0044] Si 是作为合金的脱氧剂有效的元素,能根据需要含有。可是,若其含量大于 1.0%,则热加工性降低,所以 Si 含量是 1.0%以下。优选是 0.5%以下。

[0045] Mn:0.05~1.5%

[0046] Mn 与上述的 Si 相同,是作为合金的脱氧剂有效的元素,其效果能够在含量为 0.05%以上获得。但是,若其含量大于 1.5%,则热加工性降低。因此,Mn 含量是 0.05~1.5%。优选范围是 0.5~0.75%。

[0047] P:0.03%以下

[0048] P 是被作为杂质而含有的,但是若其含量大于 0.03%,则在硫化氢环境下的应力腐蚀裂纹敏感性增大。因此,其上限是 0.03%以下。优选上限是 0.025%。

[0049] S :0.03%以下

[0050] S 与上述的 P 相同,是被作为杂质而含有的,但是若其含量大于 0.03%,则热加工性显著降低。因此,其上限是 0.03%。优选上限是 0.005%。

[0051] Ni :大于 22%且小于等于 40%

[0052] Ni 具有提高耐硫化氢腐蚀性的作用。但是,若其含量为 22%以下,则因为在合金的外表面无法充分地生成 Ni 硫化物保护膜,所以无法获得含有 Ni 的效果。另一方面,即使含有大于 40%,其效果也会饱和,造成合金的价格上升,从而损害经济性。因此, Ni 含量为大于 22%且小于等于 40%。优选范围是 25 ~ 37%,更优选是 27%以上且小于 35%。

[0053] Cr :20 ~ 30%

[0054] Cr 是在与 Ni 共存的条件下对提高以耐应力腐蚀裂纹性为代表的耐硫化氢腐蚀性有效的成分。但是,若其含量小于 20%,则无法获得其效果。另一方面,若其含量大于 30%,则其效果饱和,从热加工性的观点来看也是不好的。因此, Cr 含量是 20 ~ 30%。优选范围是 22 ~ 28%。

[0055] Mo :大于等于 0.01%且小于 4.0%

[0056] Mo 在与 Ni 和 Cr 共存的条件下具有改善耐应力腐蚀裂纹性的作用。但是,若其含量小于 0.01%,则其效果不充分。另一方面,若其含量为 4.0%以上,则其效果饱和,过度的含有使热加工性降低。因此, Mo 含量是大于等于 0.01%且小于 4.0%。优选范围是 0.05%以上且小于 3.4%,更优选范围是 0.1 ~ 3.0%。另外,为了获得更加优异的耐应力腐蚀裂纹性,优选下限为 1.5%。更优选下限是 2.0%。

[0057] Cu :0 ~ 4.0% (也可以不添加)

[0058] Cu 具有显著提高在硫化氢环境下的耐硫化氢腐蚀性的作用,能根据需要而含有。在想获得该效果的情况下,优选含有 0.1%以上。但是,若含量大于 4.0%,则其效果饱和,相反地热加工性降低。因此,在含有 Cu 的情况下,4.0%为上限。 Cu 含量优选范围是 0.2 ~ 3.5%。更加优选是 0.5 ~ 2.0%。

[0059] Al :0.001 ~ 0.30%

[0060] Al 是作为合金的脱氧剂有效的元素。为了不生成对热加工性有害的 Si、Mn 的氧化物,为了固定氧,需要为 0.001%以上。但是,若其含量大于 0.30%,则热加工性降低。因此, Al 含量为 0.001 ~ 0.30%。优选范围是 0.01 ~ 0.20%。更优选 0.01 ~ 0.10%。

[0061] N :大于 0.05%且小于等于 0.30%

[0062] N 是本发明中重要的元素。本发明的高合金从耐腐蚀性的观点来看需要降低 C 含量。因此,积极地含有 N,不使耐腐蚀性变差地通过固溶强化来谋求高强度化。此外,以高 N 材料实施有固溶热处理的管坯能够获得高强度。因此,不需过度地提高进行进一步冷加工时的加工度(截面缩小率),即使低加工度也能确保希望的强度,因此,能抑制由高加工度造成的延展性降低。为了获得其效果,需要含有大于 0.05%。另一方面,若大于 0.30%,则热加工性降低。因此, N 含量为大于 0.05%且小于等于 0.30%。优选范围是 0.06 ~ 0.22%。

[0063] O :0.010%以下

[0064] O 作为杂质而被含有,但是若其含量大于 0.010%,则热加工性变差。因此, O 含量为 0.010%以下。

[0065] $N \times O : 0.001$ 以下

[0066] 在本发明中, N 的含量为大于 0.05% 且小于等于 0.30% 地大量含有, 因此, 热加工性容易变差。因此, 需要使 N 含量(%) 和 O 含量(%) 的积为 0.001 以下。

[0067] 本发明的高合金钢除了上述的合金元素之外, 还可以进一步含有 Ca、Mg 和稀土元素(REM) 这 3 者中的 1 种或 2 种以上。也可以含有 Ca、Mg 和稀土元素(REM) 的理由和此时的含量如下所述。

[0068] Ca : 0.01% 以下、Mg : 0.01% 以下和稀土元素 : 0.2% 以下这 3 者中的 1 种或 2 种以上

[0069] 能够根据需要含有这些成分。若含有这些成分则具有提高热加工性的效果。可是, 若 Ca 或 Mg 大于 0.01%, 或者 REM 中的任一种元素大于 0.2%, 则生成粗大的氧化物, 相反地造成热加工性的降低。因此, 在含有的情况下, 使它们的上限为, Ca 和 Mg 为 0.01%, 而且 REM 为 0.2%。另外, 为了确实地显示该热加工性的提高效果, 优选含有 Ca 和 Mg 为 0.0005% 以上, 而且 REM 为 0.001% 以上。另外, 所谓 REM 是指镧系元素的 15 种元素加上 Y 和 Sc 的共 17 种元素。

[0070] 本发明的高合金管含有上述的必要元素或更进一步含有上述的任意元素, 剩余部分由 Fe 和杂质构成, 能利用通常商业生产所使用的制造设备和制造方法来制造。例如, 能利用电炉、Ar-O₂ 混合气体底吹脱碳炉(AOD 炉) 和真空脱碳炉(VOD 炉) 等熔炼合金。被熔炼的熔融金属既可以铸造成钢锭(ingot), 也可以通过连续铸造法铸造成棒状的钢坯(billet) 等。能够使用这些钢坯, 通过玻璃润滑剂高速挤压法等挤压制管法或曼内斯曼制管法等热加工来制造高合金管。而且, 能够使热加工后的管在固溶热处理后通过冷轧、冷拔等冷加工成为具有希望强度的产品管。

[0071] 实施例 1

[0072] 用电炉熔融具有表 1 所示的化学组成的合金, 对成分进行大致调整而调整成目标的化学组成后, 使用 AOD 炉通过脱碳和脱硫处理的方法来进行熔炼。将获得的熔融金属铸造成重量为 1500kg、直径为 500mm 的钢锭。

[0073] 表 1

[0074]

试验 No.	化学组成											(质量%, 剩余部分: Fe和杂质)					370x (C+N)	NkO	Rd (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	热缩径 率 (%)	等级	区 别
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	N	O	Ca												
1	0.020	0.23	0.59	0.020	0.0003	30.15	24.51	2.77	0.77	0.038	0.0797	0.0050	0.0020	36.9	0.00040	21.7	794.3	858.0	23.4	73	110ksi				
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	30.08	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	0.0787	0.0041	0.0020	36.9	0.00033	23.1	803.1	856.1	25.5	68					
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	0.0789	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					
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					
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					
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					
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					

发明例

[0075] 对表1所示的化学组成的各钢锭实施了以下的处理。首先,将钢锭加热到1250℃,以1200℃进行热锻造从而成形直径为150mm的棒状。

[0076] 为了从这个成形材来评价热加工性,按照 JIS G0567,采集了平行部直径为 10mm、平行部长度为 100mm 的圆棒状样本。然后,将样本加热到 900℃ 并保持 10 分钟,实施应变速度 0.3% /min 的高温拉伸试验,求得了缩径率。其结果也一并表示在表 1 中。

[0077] 而且,将上述的成形材切断为长度 1000mm,从而获得了挤压制管用钢坯。接着,用该钢坯通过玻璃润滑剂高速挤压法的热挤压制管法成形为冷加工用管坯。

[0078] 对所获得的冷加工用管坯进行软化热处理后,在拉拔加工的过程中进行 1 次或多次拉拔,之后,在 1100℃ 保持 0.5 小时后,在水冷的条件下实施了固溶热处理。之后,进一步利用使用了顶头和模的拉拔法实施最终的冷加工,获得了具有作为目标的管的强度等级的高合金管。

[0079] 表 2 表示各试验 No 的最终冷加工前后的尺寸和冷加工度(截面缩小率)、以及管的目标强度等级(最低屈服强度)。

[0080] 表 2

[0081]

试验 No.	最终冷加工前的尺寸 (外径×壁厚) (mm)	最终冷加工后的尺寸 (外径×壁厚) (mm)	以截面缩小率表示的冷加工度 Rd (%)	管的目标强度等级 (最低屈服强度)	区别
1	194.0×10.85	178.5×9.19	21.7	757.3MPa(110ksi)	本发明例
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)	比较例
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)	

[0082] 从所获得的高合金管采集弧状的拉伸样本进行拉伸试验,求得了屈服强度(0.2%耐力)YS、断裂强度 TS 和延伸率 EL。其结果也一并表示于表 1。

[0083] 本发明例的试验 No. 1 ~ 26 的管具有目标强度等级,也具有比 ISO 所规定的最低延伸率的值足够高的延伸率。而且,高温拉伸试验中的缩径率也是足够高的值,热加工性也优异。

[0084] 另一方面,因为比较例的试验 No. 27 和 28 的管不满足(2)式,所以强度高但延伸率不够。此外,因为比较例的试验 No. 29 的管不满足(1)式,所以热加工性差。

[0085] 产业上的可利用性

[0086] 采用本发明,能够通过热加工来制管,并且能够制造在制管后为了获得更高强度而进行冷加工时具有充分的延展性且耐腐蚀性优异的高合金管。