



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I667357 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：106141413

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 28 日

(51) Int. Cl. : C22C38/48 (2006.01)

B60K13/04 (2006.01)

(30) 優先權：2017/01/19 日本

2017-007842

(71) 申請人：日商日新製鋼股份有限公司 (日本) NISSHIN STEEL CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：岡義洋 OKA, YOSHIHIRO (JP)；藤村佳幸 FUJIMURA, YOSHITOMO (JP)；今川

一成 IMAKAWA, KAZUNARI (JP)

(74) 代理人：蔡清福；蔡駁理

(56) 參考文獻：

TW 201546297A

CN 101962740A

JP 2009-235555A

JP 2011-174122A

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：0 共 17 頁

(54) 名稱

鐵素體系不鏽鋼和汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼

(57) 摘要

本發明提供一種鐵素體系不鏽鋼，含有 0.03 質量%以下的 C、0.1~0.8 質量%的 Si、1.0 質量%以下的 Mn、0.04 質量%以下的 P、0.01 質量%以下的 S、0.5 質量%以下的 Ni、12.0~15.0 質量%的 Cr、0.03 質量%以下的 N、0.1~0.5 質量%的 Nb、0.8~1.5 質量%的 Cu、0.1 質量%以下的 Al，剩餘部分由 Fe 和不可避免的雜質構成，並且下述式(1)所示的  $\gamma_{\max}$  為 55 以下。 $\gamma_{\max}=420C-11.5Si+7Mn+23Ni-11.5Cr+470N+9Cu-52Al+189\dots(1)$ ，式中 C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu 和 Al 是指該元素的質量%。

SUS430J1L具有還可以在900°C下使用的優異的耐熱性。然而，由於SUS430J1L呈硬質，由此在加工性方面有可能難以應用。

【0005】因此，有人開發了如下所述的鐵素體系不鏽鋼。

【0006】專利文獻1提出了如下技術：以SUS429系鋼組成為基礎，通過不添加Nb來提高加工性，同時通過添加Cu來抑制熱疲勞特性的降低。然而，若長時間保持在Cu析出溫度範圍內，則Cu的析出物會聚集變得粗大，高溫強度的提高效果變小。因此，該鐵素體系不鏽鋼的熱疲勞特性有可能降低。

【0007】專利文獻2提出了如下技術：以SUS429系鋼組成為基礎，通過添加Nb及Cu來提高熱疲勞特性，同時通過提高 $\gamma_{\max}$ 而在板坯中殘留馬氏體，以提高板坯韌性。然而，由於該鐵素體系不鏽鋼的 $\gamma_{\max}$ 高，所以如焊接等加熱至高溫時會產生馬氏體相，熱疲勞特性有可能下降。

專利文獻

【0008】先前技術文獻

專利文獻1：日本特開2012-188748號公報

專利文獻2：日本特開2012-007195號公報

## 【發明內容】

【0009】技術問題

如上所述，對用於汽車排氣路徑部件等用途的鐵素體系不鏽鋼，可以通過各種成型法加工成複雜的形狀，要求能夠有助於擴大部件的設計自由度的優異的加工性。另外，對用於汽車排氣路徑部件等用途的鐵素體系不鏽鋼，即使在高溫下也需要具有優異的熱疲勞特性及氧化特性，因此並不希望耐熱性降低。然而，由上述專利文獻可知：現狀是還未獲得同時改善了優異的加工性和優異的耐熱性的鐵素體系不鏽鋼。

【0010】此外，作為提高加工性的方法，有作為一般方法的以實現低合金化為目的而減少Cr和Si的方法。然而，在該方法中，由於 $\gamma_{\max}$ 上升，所以在高溫下使用時容易產生馬氏體相，熱疲勞特性降低。另外，若減少Cr和Si，則高溫氧化特性也降低。

【0011】另外，作為一般的提高加工性的方法，有降低板坯的加熱溫度以增加熱軋時的應變的方法，但在這種情況下，已知表面品質下降。而且，其原因及對策還尚未確定。

解決問題的方案

【0012】本發明的目的在於：提供一種加工性及耐熱性優異、同時表面品質也良好的鐵素體系不鏽鋼及汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼。

【0013】在鐵素體系不鏽鋼中，為了提高加工性而減少Cr及Si時， $\gamma_{\max}$ 會上升，容易產生馬氏體相，因此熱疲勞特性下降。因此，在本發明中，探討了 $\gamma_{\max}$ 與馬氏體相的產生及熱疲勞特性的關係，結果發現了：當 $\gamma_{\max}$ 為55以下時，不會產生馬氏體相，對熱疲勞特性也沒有影響。

【0014】另外，為了提高加工性而在熱軋時降低板坯的加熱溫度時，表面品質會下降。因此，在本發明中，著眼於在降低板坯的加熱溫度時氧化皮的產生狀態，並進行了各種研究。其結果發現了：在板坯加熱時沒有均勻產生Fe主體的氧化皮而是局部產生，這是表面品質下降的原因之一。認為在局部產生Fe主體的氧化皮的情況下，由於Fe主體的氧化皮的薄的部分與熱軋機的輓接觸，而產生表面缺陷。因此，本發明人進行了深入研究，結果發現了：在降低熱軋時的板坯加熱溫度的情況下，Si及Cr對局部的氧化皮的產生有較大影響。而且還發現：通過規定Si及Cr的添加量，即使降低板坯的加熱溫度，也會均勻產生Fe主體的氧化皮，能夠提高熱軋時的表面品質。

【0034】如此操作而製得的本發明的鐵素體系不鏽鋼，即使降低板坯的加熱溫度，也會均勻產生Fe主體的氧化皮，熱軋時的表面品質良好。另外，該鐵素體系不鏽鋼的加工性及耐熱性也優異。因此，本發明的鐵素體系不鏽鋼適合於耐熱用、特別是汽車排氣路徑部件用。

#### 實施例

【0035】下面，通過實施例來更具體地說明本發明，但本發明並不受這些實施例的限定。

【0036】將具有表1的鋼組成的各種鐵素體系不鏽鋼在真空熔解爐中熔煉，鑄造成30kg的鋼錠。將鋼錠（板坯）進行1100°C×2小時的加熱，之後依次進行熱軋、退火、冷軋及加工退火，從而製造了板厚為1.5mm的冷軋退火板。另外，將鋼錠進行鍛造及退火，還製造了圓棒退火材料。表中，No.1～No.20是本發明鋼，而No.21～No.30是比較鋼。其中，No.21是相當於專利文獻1的鋼，而No.22是相當於專利文獻2的鋼。

表1

鋼組成(質量%)		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N	Nb	Cu	Al	其他	$\gamma_{max}(\neq 55)$
本發明例	1	0.008	0.12	0.32	0.027	0.001	0.10	14.49	0.019	0.31	1.01	0.023		45.7
	2	0.009	0.19	0.79	0.030	0.001	0.39	14.92	0.015	0.20	1.29	0.012		51.6
	3	0.019	0.65	0.30	0.029	0.001	0.11	13.98	0.009	0.16	1.39	0.010		49.5
	4	0.008	0.31	0.98	0.027	0.002	0.11	13.43	0.010	0.31	1.02	0.082		53.4
	5	0.007	0.41	0.40	0.028	0.002	0.45	13.99	0.018	0.38	0.82	0.027		53.9
	6	0.010	0.30	0.20	0.028	0.001	0.12	13.49	0.009	0.21	1.49	0.049		53.9
	7	0.004	0.49	0.59	0.029	0.002	0.19	14.04	0.022	0.34	1.19	0.028		51.7
	8	0.021	0.59	0.22	0.027	0.002	0.06	13.11	0.004	0.30	0.91	0.033		51.5
	9	0.009	0.30	0.31	0.027	0.001	0.11	13.48	0.009	0.31	1.01	0.029		50.6
	10	0.005	0.79	0.21	0.026	0.001	0.29	12.51	0.005	0.30	0.89	0.061		53.5
	11	0.004	0.69	0.15	0.031	0.001	0.08	12.09	0.005	0.44	0.95	0.069		53.0
	12	0.008	0.39	0.29	0.028	0.001	0.02	13.04	0.008	0.11	1.29	0.019		54.8
	13	0.019	0.21	0.49	0.027	0.002	0.11	13.98	0.009	0.48	0.98	0.023	V:0.05	51.4
	14	0.010	0.31	0.29	0.027	0.001	0.10	13.45	0.011	0.29	1.00	0.029	Ti:0.20	41.7
	15	0.008	0.30	0.30	0.026	0.002	0.10	13.59	0.008	0.28	1.01	0.022	Mo:0.41	43.8
	16	0.009	0.29	0.31	0.027	0.001	0.11	13.60	0.009	0.33	0.99	0.038	V:0.09, Ti:0.03	48.7
	17	0.009	0.31	0.29	0.028	0.002	0.11	13.93	0.009	0.30	1.00	0.025	Zr:0.41	45.3
	18	0.006	0.30	0.39	0.025	0.001	0.09	13.41	0.011	0.28	1.09	0.032	W:0.29, B:0.0009	52.0
	19	0.009	0.32	0.30	0.026	0.002	0.12	13.59	0.009	0.35	0.90	0.019	Co:0.19	49.0
	20	0.008	0.29	0.30	0.027	0.001	0.11	13.52	0.011	0.30	1.01	0.025	B:0.0025	51.1
比較例	21	0.005	0.50	0.50	0.027	0.001	0.06	14.00	0.007	0.00	1.20	0.041	Ti:0.15, V:0.05, B:0.0005	33.8
	22	0.015	0.41	0.79	0.029	0.001	0.10	12.91	0.015	0.26	0.99	0.019	V:0.03	64.9
	23	0.032	0.31	0.29	0.026	0.002	0.11	13.43	0.009	0.30	1.00	0.023		61.0
	24	0.008	0.30	0.30	0.028	0.001	0.10	13.54	0.011	0.08	1.01	0.031		50.2
	25	0.009	0.81	0.30	0.025	0.001	0.12	13.60	0.010	0.52	1.00	0.019		44.6
	26	0.007	0.30	0.30	0.027	0.001	0.11	13.69	0.032	0.30	1.00	0.105		54.3
	27	0.007	0.29	0.31	0.027	0.001	0.51	11.89	0.009	0.30	0.99	0.033		77.2
	28	0.007	0.30	0.29	0.028	0.001	0.10	15.08	0.009	0.29	0.71	0.032		28.3
	29	0.008	0.99	0.31	0.027	0.002	0.12	13.47	0.008	0.30	0.99	0.023		52.8
	30	0.006	0.31	1.01	0.028	0.001	0.09	13.68	0.007	0.31	1.51	0.036		54.8

下劃線表明編離了本發明所規定的範圍。

【0037】對降低板坯加熱溫度時的氧化皮的產生狀態的確認方法進行說明。

【0038】將鋼錠切成厚5mm×寬25mm×長35mm，用#120的研磨帶研磨其表面，使用重現了與熱軋加熱爐相同的氧量及水蒸氣量的電爐進行1000°C×2小時的爐內加熱，之後通過觀察截面，確認氧化皮的產生狀態。均勻產生Fe主體的氧化皮的狀態評價為良好(○：下同)，局部產生或者沒有產生Fe主體的氧化皮的狀態評價為不良(×：下同)。

【0039】對板厚為1.5mm的冷軋退火板進行高溫氧化試驗及加工性評價。

【0040】關於高溫氧化試驗，製作大小為25mm×35mm的試驗片，在大氣氣氛下使用電爐實施875°C×200小時的爐內加熱的連續氧化試驗，之後測定試驗片的重量。氧化增量的測定結果：與試驗前的重量相比，重量變化在5mg/cm<sup>2</sup>以下的試驗片評價為○、具有超過5mg/cm<sup>2</sup>的重量變化的試驗片評價為×。

【0041】關於加工性評價，通過常溫拉伸試驗進行評價。製作JIS13號B試驗片，測定軋製方向的斷裂伸長率。斷裂伸長率為35%以上的試驗片評價為○，而斷裂伸長率不足35%的試驗片評價為×。

【0042】由圓棒退火材料製作熱疲勞試驗片，供給熱疲勞試驗。這裡，熱疲勞試驗片使用將直徑為10mm的圓棒退火材料進行切削加工、並在基準點間中央部設置R=2.83mm的切口使直徑達到了7mm的圓棒試驗片（基準點間長度為15mm）。在熱疲勞試驗中，使用高頻加熱裝置，在最低溫度200°C、最高溫度750°C的範圍內以3°C/秒進行加熱冷卻，同時在最低及最高溫度下的保持時間分別設為30秒，以此作為1個迴圈。另外，在熱疲勞試驗中，約束率設為25%，進行試驗。以每個迴圈的最大應力較恆定時的值降低了25%的迴圈數作為熱疲勞壽命，熱疲勞壽命為1600個迴圈以上的試驗片評價為○、不足1600個迴圈的試驗片評價為×。

表2

評價試驗結果

	氧化皮的產生狀態	高溫氧化特性 ( $\leq 5\text{mg/cm}^2$ )	伸長率 ( $\geq 35\%$ )	熱疲勞特性 ( $\geq 1600$ 個迴圈)
1	○	○(0.9mg/cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1750 個迴圈)
2	○	○(0.5mg/cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1740 個迴圈)
3	○	○(0.5mg/cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1720 個迴圈)
4	○	○(0.5mg/cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1780 個迴圈)
5	○	○(0.5mg/cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1650 個迴圈)

6	○	○(1.0mg / cm <sup>2</sup> )	○(37%)	○(1780 個迴圈)
7	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1800 個迴圈)
8	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1710 個迴圈)
9	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	○(1750 個迴圈)
10	○	○(0.6mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1700 個迴圈)
11	○	○(1.2mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1760 個迴圈)
12	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	○(1660 個迴圈)
13	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1850 個迴圈)
14	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	○(1800 個迴圈)
15	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1820 個迴圈)
16	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(37%)	○(1780 個迴圈)
17	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1800 個迴圈)
18	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1790 個迴圈)
19	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	○(1770 個迴圈)
20	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	○(1750 個迴圈)
21	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	×(1540 個迴圈)
22	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(36%)	×(1520 個迴圈)
23	○	○(1.3mg / cm <sup>2</sup> )	×(34%)	×(1510 個迴圈)
24	○	○(0.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(38%)	×(1550 個迴圈)
25	×	○(0.4mg / cm <sup>2</sup> )	×(33%)	○(1880 個迴圈)
26	○	○(1.3mg / cm <sup>2</sup> )	×(33%)	○(1750 個迴圈)
27	○	×(7.5mg / cm <sup>2</sup> )	○(37%)	×(1450 個迴圈)
28	×	○(0.4mg / cm <sup>2</sup> )	×(34%)	×(1470 個迴圈)
29	○	×(6.8mg / cm <sup>2</sup> )	○(39%)	○(1760 個迴圈)
30	○	×(6.4mg / cm <sup>2</sup> )	×(34%)	○(1840 個迴圈)

【0043】如表2所示：本發明例的鐵素體系不鏽鋼在氧化皮的產生狀態、高溫氧化特性、加工性及熱疲勞特性方面均優異。

【0044】相對於此，不含Nb的比較例21、Nb低於下限值的比較例24及Cu低於下限值的比較例28的鐵素體系不鏽鋼的高溫強度不充分，因此熱疲勞特性下降。而且，比較例28的鐵素體系不鏽鋼由於Cr含量過剩，所以加工性下降，同時在1000°C×2小時的加熱時不均勻地產生了Fe主體的氧化皮。

【0045】比較例22及23的鐵素體系不鏽鋼由於 $\gamma_{\max}$ 超過上限值，所以容易產生馬氏體相，熱疲勞特性下降。而且，比較例23的鐵素體系不鏽鋼由於C的含量多，所以加工性也不充分。

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 鐵素體系不鏽鋼和汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼

### 【技術領域】

【0001】本發明涉及一種鐵素體系不鏽鋼和汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼。

### 【先前技術】

【0002】與奧氏體系不鏽鋼相比，鐵素體系不鏽鋼的熱膨脹係數小、熱疲勞特性及高溫氧化特性優異，因此被用於熱變形成為問題的耐熱用途。作為其代表性的用途，可以列舉排氣歧管、前管、催化劑載體外筒、中心管、消音器、尾管等汽車排氣路徑部件。

【0003】最近，汽車發動機爲了提高排氣氣體淨化效率及功率，處於提高排氣氣體溫度的趨勢，對排氣歧管、前管、催化劑載體外筒等靠近發動機的部件特別要求高耐熱性（高溫強度、耐高溫氧化性）。另外，近年來，排氣路徑部件的形狀有複雜化的趨勢。特別是，排氣歧管及催化劑載體外筒通過機壓成型、伺服衝壓成型、旋壓加工、液壓成型等各種方法成型成複雜的形狀。當形狀變得複雜時，發動機的啓動及停止所伴隨的熱變形集中在一處，容易發生熱疲勞破壞，同時局部的材料溫度上升，還容易發生異常氧化。因此，在謀求改善成型性方面，不能犧牲耐熱性。

【0004】作為耐熱性高的鐵素體系不鏽鋼，已知有SUH409L及SUS430J1L。SUH409L的加工性良好，在排氣路徑部件中也大量使用。然而，若考慮其耐熱性水準，則較佳不在材料溫度超過800°C的用途中使用。另一方面，

【0015】即，本發明涉及一種鐵素體系不鏽鋼，其含有0.03質量%以下的C、0.1~0.8質量%的Si、1.0質量%以下的Mn、0.04質量%以下的P、0.01質量%以下的S、0.5質量%以下的Ni、12.0~15.0質量%的Cr、0.03質量%以下的N、0.1~0.5質量%的Nb、0.8~1.5質量%的Cu、0.1質量%以下的Al，剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且下述式(1)所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下。

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \dots (1)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu和Al是指該元素的質量%。

【0016】另外，本發明還涉及一種汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼，其含有0.03質量%以下的C、0.1~0.8質量%的Si、1.0質量%以下的Mn、0.04質量%以下的P、0.01質量%以下的S、0.5質量%以下的Ni、12.0~15.0質量%的Cr、0.03質量%以下的N、0.1~0.5質量%的Nb、0.8~1.5質量%的Cu、0.1質量%以下的Al，剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且下述式(1)所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下。

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \dots (1)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu和Al是指該元素的質量%。

發明效果

【0017】根據本發明，可以提供一種加工性及耐熱性優異、同時表面品質也良好的鐵素體系不鏽鋼及汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼。

#### 【實施方式】

【0018】本發明的鐵素體系不鏽鋼含有C、Si、Mn、P、S、Ni、Cr、N、Nb、Cu和Al，剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成。另外，該鐵素體系不

鑄鋼可以還含有選自Ti、Mo、V、Zr、W、Co和B中的一種以上作為任意成分。

【0019】這裡，在本說明書中，對於未規定下限的元素的含量，顯示其含量可以達到不可避免的雜質水準。

【0020】下面，對各元素的限定理由進行說明。

【0021】C和N通常被視為是對提高蠕變強度等高溫強度有效的元素。然而，若過剩含有C和N，則容易產生馬氏體相，熱疲勞特性、氧化特性及加工性會下降。在添加Nb作為將C和N以碳氮化物的形式作為固定元素的鋼組成中，需要添加符合C和N濃度的量的Nb，因此鐵素體系不鏽鋼的成本上升。另一方面，若謀求大幅減少C和N，則製鋼的負擔過大，導致成本增加。由於這些理由，在本發明中，C和N均規定在0.03質量%以下。此外，考慮到氧化特性及加工性，希望C和N均在0.015質量%以下。

【0022】Si和Cr均對高溫氧化特性及加工性有較大影響。Si和Cr的添加量越多，則高溫氧化特性變得越好，但加工性下降。另外，在高溫氧化特性變得良好的反面，在降低熱軋時的板坯加熱溫度的情況下，沒有均勻產生Fe主體的氧化皮而是局部產生，因此表面品質下降。為了賦予表面品質，也需要嚴格規定Si和Cr的添加範圍。因此，為了兼具加工性、耐高溫氧化特性及熱軋時的表面品質，Si規定為0.1~0.8質量%、較佳0.2~0.6質量%。另外，出於同樣的理由，Cr規定為12.0~15.0質量%。

【0023】Mn雖然是改善鐵素體系不鏽鋼的高溫氧化特性、特別是皮膜剝離性的合金元素，但若過剩添加Mn，則會使加工性劣化。另外，由於Mn是奧氏體相穩定化元素，因此在Cr的添加量少的鋼種中過剩添加Mn時，容易產生馬氏體相，導致熱疲勞特性及加工性劣化。因此，Mn規定為1.0質量%以下、較佳0.8質量%以下。

【0024】由於P和S會對耐高溫氧化性及熱軋板的韌性產生不良影響，所以較佳盡可能減少P和S。因此，P規定為0.04質量%以下，S規定為0.01質量%以下。

【0025】Ni是對改善低溫韌性有效的元素。然而，由於Ni是奧氏體相穩定化元素，因此在Cr含量少的鋼種中過剩添加Ni時，和Mn一樣會產生馬氏體相，使熱疲勞特性及加工性下降。另外，由於Ni的價格高，所以也應該避免過剩添加Ni。因此，Ni含量規定在0.5質量%以下。對Ni含量的下限沒有特別限定，但較佳超過0質量%，更佳為0.01質量%以上。

【0026】Nb將C和N以碳氮化物的形式固定，固定有碳氮化物的剩餘的固溶Nb表現出提高高溫強度的作用。然而，若添加過剩量的Nb，則加工性下降。因此，Nb含量規定為0.1~0.5質量%、較佳0.2~0.4質量%。

【0027】Cu是提高高溫強度的元素。為了獲得必要的高溫強度，Cu含量需要在0.8質量%以上。然而，隨著Cu含量的增加，加工性及耐高溫氧化特性會下降。因此，Cu含量規定為0.8~1.5質量%、較佳0.9~1.3質量%。

【0028】Al在製鋼時是作為脫酸劑來添加的，其還表現出改善耐高溫氧化性的作用。然而，Al的過剩添加會使表面性狀下降，對加工性產生不良影響。因此，希望Al含量越少越好，規定為0.1質量%以下、較佳0.05質量%以下。

【0029】Ti是將鋼中的固溶C和N以碳氮化物的形式固定以提高延展性及加工性的元素。另外，Ti抑制Cr碳化物的晶間析出，還可期待改善耐蝕性的效果。然而，若添加過剩量的Ti，則因產生TiN而導致鋼材的表面性狀劣化，對焊接性及低溫韌性產生不良影響。因此，根據需要，Ti可以按照0.20質量%以下、較佳0.1質量%以下進行添加。

【0030】Mo、V、Zr、W和Co是通過固溶強化或析出強化使高溫強度及耐熱疲勞特性提高的元素。然而，過剩量的添加會使鋼材過度硬化，因此，根據需要，Mo、Zr、W和Co各自可以按照0.5質量%以下進行添加，而V按照0.1質量%以下進行添加。

【0031】B是提高鋼的二次加工性、抑制多段成型時的開裂的元素。然而，若過剩添加B，則製造性及焊接性會劣化。因此，根據需要，B可以按照0.01質量%以下進行添加。

【0032】式(1)和式(2)顯示 $\gamma_{\max}$ ， $\gamma_{\max}$ 是奧氏體相產生指標。若 $\gamma_{\max}$ 太高，則容易產生馬氏體相，但若存在馬氏體相，則耐熱疲勞特性會下降。因此，為了不產生馬氏體相，規定 $\gamma_{\max}$ 為55以下。此外，式(1)表示不含有任意成分的Mo或Ti時的 $\gamma_{\max}$ ，而式(2)表示包含含有任意成分的Mo或Ti時的 $\gamma_{\max}$ 。

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \cdots (1)$$

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 12Mo - 49Ti - 52Al + 189 \cdots (2)$$

這裡，在式(1)及式(2)中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu、Al、Mo和Ti是指該元素的質量%。

【0033】本發明的鐵素體系不鏽鋼的製造方法沒有特別限制，只要通過依次進行下述工序來製造即可：將按照規定方法鑄造的板坯在1000~1250°C下加熱1~3小時的工序；按照規定方法進行熱軋的工序；在900~1100°C的溫度下退火的工序；進行酸洗，再按照規定方法進行冷軋的工序；以及在900~1100°C的溫度下退火，再進行酸洗的工序。

【0046】比較例27的鐵素體系不鏽鋼由於Ni含量及 $\gamma_{\max}$ 超過上限值，所以熱疲勞特性下降，同時由於Cr含量少，所以高溫氧化特性也不充分。

【0047】比較例25的鐵素體系不鏽鋼由於Si的含量多，所以在 $1000^{\circ}\text{C}\times 2$ 小時的加熱時沒有均勻產生Fe主體的氧化皮，另外由於Si及Nb的含量多，所以加工性也下降。

【0048】比較例26的鐵素體系不鏽鋼由於N及Al過剩，所以加工性下降。

【0049】比較例29的鐵素體系不鏽鋼由於Si含量少，所以高溫氧化特性降低。

【0050】比較例30的鐵素體系不鏽鋼由於Mn及Cu的含量過剩，所以高溫氧化特性和加工性均下降。

【0051】如上所述，在比較例的鐵素體系不鏽鋼中，氧化皮的產生狀態、高溫氧化特性、加工性及熱疲勞特性中均有一項不充分。

【0052】本申請主張於2017年1月19日提出的日本國專利申請第2017-7842號的優先權，這些日本國專利申請的全體內容均引用到本申請中。

#### 產業實用性

【0053】本發明所涉及的鐵素體系不鏽鋼的表面品質、高溫氧化特性、加工性及熱疲勞特性均優異，適用於排氣歧管、前管、中心管、催化轉換器外筒等以汽車為代表的各種內燃機構的排氣流路部件。

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 鐵素體系不鏽鋼和汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼

## 【中文】

本發明提供一種鐵素體系不鏽鋼，含有0.03質量%以下的C、0.1~0.8質量%的Si、1.0質量%以下的Mn、0.04質量%以下的P、0.01質量%以下的S、0.5質量%以下的Ni、12.0~15.0質量%的Cr、0.03質量%以下的N、0.1~0.5質量%的Nb、0.8~1.5質量%的Cu、0.1質量%以下的Al，剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且下述式(1)所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下。 $\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \dots (1)$ ，式中C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu和Al是指該元素的質量%。

**【發明申請專利範圍】**

**【第1項】**一種鐵素體系不鏽鋼，由如下成分組成：

C：0.03質量%以下、

Si：0.1~0.8質量%、

Mn：1.0質量%以下、

P：0.04質量%以下、

S：0.01質量%以下、

Ni：0.5質量%以下、

Cr：12.0~15.0質量%、

N：0.03質量%以下、

Nb：0.1~0.5質量%、

Cu：0.8~1.5質量%、

Al：0.1質量%以下、

剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且下述式（1）所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下，

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \cdots (1)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu和Al是指該元素的質量%。

**【第2項】**一種鐵素體系不鏽鋼，其中，含有如下成分：

C：0.03質量%以下、

Si：0.1~0.8質量%、

Mn：1.0質量%以下、

P：0.04質量%以下、

S：0.01質量%以下、

Ni：0.5質量%以下、

Cr：12.0～15.0質量%、

N：0.015質量%以下、

Nb：0.1～0.5質量%、

Cu：0.8～1.5質量%、

Al：0.1質量%以下、以及選自如下成分中的一種以上：

Ti：0.20質量%以下、

Mo：0.5質量%以下、

V：0.1質量%以下、

Zr：0.5質量%以下、

W：0.5質量%以下、

Co：0.5質量%以下、

B：0.01質量%以下、

剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且，下述式(2)所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下，

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 12Mo - 49Ti - 52Al + 189 \dots (2)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu、Mo、Ti和Al是指該元素的質量%。

【第3項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的鐵素體系不鏽鋼，其中，該鐵素體系不鏽鋼作為耐熱用。

【第4項】一種汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼，由如下成分組成：

C：0.03質量%以下、

Si：0.1～0.8質量%、

Mn：1.0質量%以下、

P：0.04質量%以下、

S：0.01質量%以下、

Ni：0.5質量%以下、

Cr：12.0～15.0質量%、

N：0.03質量%以下、

Nb：0.1～0.5質量%、

Cu：0.8～1.5質量%、

Al：0.1質量%以下、

剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且下述式（1）所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下、

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 52Al + 189 \cdots (1)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu和Al是指該元素的質量%。

【第5項】一種汽車排氣路徑部件用鐵素體系不鏽鋼，其中，含有如下成分：

C：0.03質量%以下、

Si：0.1～0.8質量%、

Mn：1.0質量%以下、

P：0.04質量%以下、

S：0.01質量%以下、

Ni：0.5質量%以下、

Cr：12.0～15.0質量%、

N：0.015質量%以下、

Nb：0.1～0.5質量%、

Cu：0.8～1.5質量%、

Al：0.1質量%以下、以及選自如下成分中的一種以上：

Ti：0.20質量%以下、

Mo：0.5質量%以下、

V：0.1質量%以下、

Zr：0.5質量%以下、

W：0.5質量%以下、

Co：0.5質量%以下、

B：0.01質量%以下、

剩餘部分由Fe和不可避免的雜質構成，並且，下述式(2)所示的 $\gamma_{\max}$ 為55以下，

$$\gamma_{\max} = 420C - 11.5Si + 7Mn + 23Ni - 11.5Cr + 470N + 9Cu - 12Mo - 49Ti - 52Al + 189 \dots (2)$$

式中，C、Si、Mn、Ni、Cr、N、Cu、Mo、Ti和Al是指該元素的質量%。