

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3903855号

(P3903855)

(45) 発行日 平成19年4月11日(2007.4.11)

(24) 登録日 平成19年1月19日(2007.1.19)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 C 38/00 (2006.01)

C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z

C 2 2 C 38/38 (2006.01)

C 2 2 C 38/38

C 2 2 C 38/58 (2006.01)

C 2 2 C 38/58

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-174298 (P2002-174298)
 (22) 出願日 平成14年6月14日(2002.6.14)
 (65) 公開番号 特開2004-18921 (P2004-18921A)
 (43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)
 審査請求日 平成17年5月17日(2005.5.17)

(73) 特許権者 000001258
 J F E スチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100072051
 弁理士 杉村 興作
 (72) 発明者 宮崎 淳
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
 鉄株式会社 技術研究所内
 (72) 発明者 高尾 研治
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
 鉄株式会社 技術研究所内
 (72) 発明者 古君 修
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
 鉄株式会社 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、

C : 0.02% 以下、

Si : 0.1 % 以下、

Mn : 2.0 % 以下、

Cr : 12.0 ~ 16.0%、

Mo : 1.0 ~ 5.0 %、

W : 2.0 % 超、5.0 % 以下、

Nb : 5 (C + N) ~ 1.0 % および

N : 0.02% 以下

を含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項2】

請求項1において、MoおよびWの合計量が、質量%で

(Mo + W) 4.3 %

を満足することを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項3】

請求項1または2において、鋼がさらに、質量%で

10

20

Ti : 0.5 % 以下、

Zr : 0.5 % 以下および

V : 0.5 % 以下

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項 4】

請求項 1 , 2 または 3 において、鋼がさらに、質量 % で

Ni : 2.0 % 以下、

Cu : 1.0 % 以下、

Co : 1.0 % 以下および

Ca : 0.01% 以下

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量 % で

Al : 0.5 % 以下

を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量 % で

B : 0.01% 以下、

Mg : 0.01% 以下

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量 % で

REM : 0.1 % 以下

を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車やオートバイの排気管、触媒外筒材および火力発電プラントの排気ダクトあるいは燃料電池関連部材等の高温環境下で使用される部材に供して好適な、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

自動車の排気系環境で使用される、例えばエキゾーストマニホールド、排気パイプ、コンバーターケースおよびマフラー等に代表される排気系部材には、成形性と耐熱性に優れることが要求されている。現在、このような用途には、室温で軟質で成形性に優れ、高温耐力も比較的高い、NbとSiを添加したCr含有鋼、例えばType 429 (14Cr - 0.9Si - 0.4Nb 系) 鋼が多用されている。

しかしながら、このType 429鋼は、エンジン性能の向上により排ガス温度が現行温度より高い 900 程度まで上昇すると、高温耐力が不足するという問題があった。

【0003】

上記の問題に対し、NbとMoを添加して高温耐力を向上させたCr含有鋼、JIS G4305に規定される SUS 444 (19Cr - 0.2Nb - 1.8Mo) 鋼が開発されている。しかしながら、この SUS 444鋼は、伸びが低い、加工性が低いという問題があった。

【0004】

加工性を考慮して、排気系部材の高温部から低温部までの広い範囲にわたって適用可能な

10

20

30

40

50

素材として、高温強度、加工性および表面性状に優れたCr含有鋼が、特開2000 - 73147 号公報に開示されている。この素材は、C : 0.02mass%以下、Si : 0.10mass%以下、Cr : 3.0 ~ 20mass%およびNb : 0.2 ~ 1.0 mass%を含有するCr含有鋼であり、Siを0.10mass%以下に低減することにより、Fe₂Nbラーベス相の析出を抑制して室温降伏強さの上昇を抑制すると共に、優れた高温強度と加工性、さらには良好な表面性状を付与しようとするものである

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、最近では、エンジン性能のより一層の向上が追求され、これに伴い排ガス温度も一層高温になりつつあるが、従来材料では、900 から1000 のような高温における耐酸化性の面に問題を残していた。

すなわち、エンジン性能をより向上させるためには、排ガス温度の一層の上昇が避けられないが、排ガス温度が900 から1000 のような高温に上昇した場合には、現行材料ではいずれも異常酸化が生じて、実使用に耐え得ないという問題が生じたのである。

ここに、異常酸化とは、材料が高温の排ガスに曝された場合に、Fe酸化物が生成し、このFe酸化物は酸化速度が異常に速いことから、酸化が急激に進行し、素材がぼろぼろになる現象をいう。

【0006】

この発明は、上記の問題を有利に解決するもので、室温で高延性を維持し、良好な加工性を保持したままで、900 を超えるような高温における耐酸化性、すなわち耐高温酸化性を格段に向上させたフェライト系ステンレス鋼を提案することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手投】

さて、発明者らは、上記の目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、室温での軟質性を維持するには、Siを一定量以下に制限すること、そして耐高温酸化性の向上を図るには、Wの添加特にMoとWとを複合添加すること有効であるとの知見を得た。

この発明は、上記の知見に立脚するものである。

【0008】

すなわち、この発明の要旨構成は次のとおりである。

- 1 . 質量%で、
- C : 0.02%以下、
- Si : 0.1 %以下、
- Mn : 2.0 %以下、
- Cr : 12.0 ~ 16.0%、
- Mo : 1.0 ~ 5.0 %、
- W : 2.0 %超、5.0 %以下、
- Nb : 5 (C + N) ~ 1.0 %および
- N : 0.02%以下

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0009】

- 2 . 上記1において、MoおよびWの合計量が、質量%で (Mo + W) 4.3 %

を満足することを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0010】

- 3 . 上記1または2において、鋼がさらに、質量%で

- Ti : 0.5 %以下、
- Zr : 0.5 %以下および
- V : 0.5 %以下

10

20

30

40

50

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0011】

4. 上記1, 2または3において、鋼がさらに、質量%で

Ni: 2.0%以下、

Cu: 1.0%以下、

Co: 1.0%以下および

Ca: 0.01%以下

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

10

【0012】

5. 上記1~4のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量%で

Al: 0.5%以下

を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0013】

6. 上記1~5のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量%で

B: 0.01%以下、

Mg: 0.01%以下

のうちから選んだ少なくとも一種を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

20

【0014】

7. 上記1~6のいずれかにおいて、鋼がさらに、質量%で

REM: 0.1%以下

を含有する組成になることを特徴とする、室温で軟質かつ耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、この発明において、成分組成を上記の範囲に限定した理由について説明する。なお、成分に関する「%」表示は特に断らない限り質量%を意味するものとする。

30

C: 0.02%以下

Cは、韌性や加工性を劣化させるので、その混入は極力低減することが好ましい。この観点から、この発明ではC量を0.02%以下に限定した。より好ましくは0.008%以下である。

【0016】

Si: 0.1%以下

Siは、耐酸化性の向上に有効であるが、この発明ではWの添加によって耐高温酸化性の向上を図っているため、この面では特に必要はない。むしろ、Si量が多くなると、強度が増大して加工性の低下を招くので、この発明では0.1%以下で含有させるものとした。

【0017】

Mn: 2.0%以下

Mnは、脱酸剤として有効に寄与するが、過剰の添加はMnSを形成して耐食性を低下させるので、2.0%以下に限定した。より好ましくは1.0%以下である。なお、耐スケール剥離性の観点からは、Mn量は高いほど好ましくいので、この観点からは0.3%以上含有させることが好ましい。

40

【0018】

Cr: 12.0~16.0%

Crは、耐食性および耐酸化性を向上させる基本元素であるが、一方で室温での強度が増大して加工性を低下させる不利がある。この発明では、Wの添加によって耐高温酸化性の向上を図っているため、加工性の観点からCr量は16.0%以下で含有させるものとした。一方

50

、Cr量が12.0%を下回ると、Wが添加されていても耐食性の低下が著しいので、その下限をは12.0%とした。より好ましくは14.0~16.0%の範囲である。

【0019】

Mo: 1.0 ~ 5.0 %

Moは、高温強度のみならず、耐酸化性および耐食性の向上に有効に寄与するので、この発明では1.0%以上含有させるものとした。しかしながら、含有量があまりに多くなると室温での強度が増大して加工性が低下するので、5.0%を上限とした。より好ましくは1.8~2.5%の範囲である。

【0020】

W: 2.0%超、5.0%以下

Wは、この発明において特に重要な元素である。すなわち、上記したMoを添加したフェライト系ステンレス鋼に、Wを複合含有させることによって、耐高温酸化性の著しい向上を図ることができる。また、高温強度の向上にも有効に寄与する。しかしながら、W量が2.0%以下ではその添加効果に乏しく、一方5.0%を超えて多量に含有させるとコストの上昇を招くので、Wは2.0%超、5.0%以下の範囲で含有させるものとした。より好ましくは3.0~3.5%の範囲である。

10

【0021】

図1に、14%Cr - 0.05%Si - 0.5%Nb - 1.8%Mo鋼をベースに、Wを種々の割合で添加した時の耐高温酸化性について調べた結果を示す。

耐高温酸化性試験は、950の大気雰囲気中に100時間保持し、この試験後の試験片の重量変化で評価した。試験後の重量変化が10 mg/cm²以下であれば耐高温酸化性に優れているといえる。

20

同図に示したとおり、Wを2.0%超含有させることによって、耐高温酸化性は格段に向上する。

【0022】

(Mo+W) 4.3 %

上述したとおり、MoとWとを複合含有させることによって、耐高温酸化性の著しい向上を図ることができる。そのためには、これら元素の合計量は4.3%以上とすることが好ましい。より好ましくは4.7%以上である。

【0023】

Nb: 5(C+N) ~ 1.0 %

Nbは、高温強度の改善に有効な元素であり、この効果を発揮させるためには、CおよびN量との兼ね合いで5(C+N)以上含有させる必要がある。しかしながら、あまりに多量の添加は、室温での強度が増大して加工性が低下するので、1.0%を上限とした。より好ましくは0.4~0.7%の範囲である。

30

【0024】

N: 0.02%以下

Nも、Cと同様、靱性や加工性を劣化させるので、その混入は極力低減することが好ましい。この観点から、この発明ではN量を0.02%以下に限定した。より好ましくは0.008%以下である。

40

【0025】

以上、基本成分について説明したが、この発明ではその他にも、以下に述べる元素を適宜含有させることができる。

Ti: 0.5%以下、Zr: 0.5%以下およびV: 0.5%以下のうちから選んだ少なくとも一種Ti, ZrおよびVはいずれも、CやNを固定して耐粒界腐食性を向上させる作用があり、この観点からはそれぞれ0.02%以上含有させることが好ましい。しかしながら、含有量が0.5%を超えると、鋼材の脆化を招くので、それぞれ0.5%以下で含有させるものとした。なお、これらの元素は、高温強度の向上にも有効であるので、前記したWおよび後述するCuを合わせた(W+Ti+Zr+V+Cu)量は、3%超で含有させることが好適である。

【0026】

50

Ni : 2.0 % 以下、Cu : 1.0 % 以下、Co : 1.0 % 以下およびCa : 0.01% 以下のうちから選んだ少なくとも一種

Ni, Cu, CoおよびCaはいずれも、靱性の改善に有用な元素であり、それぞれNi : 2.0 % 以下、Cu : 1.0 % 以下、Co : 1.0 % 以下、Ca : 0.01% 以下で含有させるものとした。特にCaは、Tiが含有された場合、連続鋳造時のノズル詰まりの防止にも有効に寄与する。なお、これらの元素の効果を十分に発揮させるためには、それぞれNi : 0.5 % 以上、Cu : 0.05% 以上、Co : 0.03% 以上、Ca : 0.0005% 以上の範囲で含有させることが好ましい。

【0027】

Al : 0.5 % 以下

Alは、脱酸剤として有用であり、そのためには0.01% 以上含有させることが好ましい。また、Alは、溶接部の表面に緻密なスケールを形成して、溶接中に酸素や窒素の吸収を防止し、溶接部の靱性向上にも有効に寄与する。この目的のためには0.02% 以上含有させることが好ましい。しかしながら、含有量が 0.5% を超えるとその効果は飽和に達するので、この発明では 0.5% 以下で含有させるものとした。

10

【0028】

B : 0.01% 以下、Mg : 0.01% 以下のうちから選んだ少なくとも一種

BおよびMgいずれも、2次加工脆性の改善に有効に寄与するが、含有量が0.01% を超えると室温での強度が増して延性の低下を招くので、それぞれ0.01% 以下で含有させるものとした。より好ましくは B : 0.0003% 以上、Mg : 0.0003% 以上である。

【0029】

REM : 0.1 % 以下

REM は、耐酸化性の向上に有効に寄与するので 0.1% 以下で含有させるものとした。より好ましくは 0.002% 以上である。なお、この発明において REMとは、ランタノイド系元素およびYを意味する。

20

【0030】

次に、この発明鋼の好適製造方法について説明する。この発明鋼の製造条件はとくに限定されるものではなく、Cr含有鋼の一般的な製造方法を好適に利用できる。

例えば、上記した適正組成範囲に調整した溶鋼を、転炉、電気炉等の溶製炉、さらには取鍋精錬、真空精錬等の精錬を利用して溶製したのち、連続鋳造法または造塊 - 分塊法でスラブとしたのち、熱間圧延、熱延板焼鈍、酸洗、冷間圧延、仕上げ焼鈍、酸洗の各工程を順次に経て、冷延焼鈍板板とするのが好ましい。また、冷間圧延は、1回または中間焼鈍を含む2回以上の冷間圧延としてもよい。冷間圧延、仕上げ焼鈍、酸洗の工程は繰り返し打ってもよい。なお、場合によっては熱延板焼鈍は省略してもよい。さらに、光沢性が要求される場合には、スキンプス等を施すことが有利である。

30

【0031】

【実施例】

表1に示す成分組成になる50kg鋼塊を作製し、これらの鋼塊を1100 に加熱後、熱間圧延により5mm厚の熱延板とした。ついで、これらの熱延板に対し、熱延板焼鈍(焼鈍温度: 1000) - 酸洗 - 冷間圧延(冷延圧下率: 60%) - 仕上げ焼鈍(焼鈍温度: 1000) - 酸洗を順次施して、2mm厚の冷延焼鈍板とした。

40

かくして得られた冷延焼鈍板の加工性および耐高温酸化性について調べた結果を、表2に示す。

【0032】

なお、各特性は次のようにして評価した。

(1) 加工性

各冷延焼鈍板から、圧延方向を引張り方向とする JIS 13 号 B 引張試験片を各2本ずつ採取し、JIS G 0567の規定に準拠して、室温での引張り試験を行い、2本の試験片の伸び値の平均を求めた。なお、この伸び値が34% 以上であれば加工性に優れているといえる。

(2) 耐高温酸化性

50

各冷延焼鈍板から、試験片（2 mm厚 × 20mm幅 × 30mm長さ）を各2本ずつ採取し、これらの試験片を、950 の大気雰囲気中に100時間保持した。試験前後における各試験片の重量を測定し、試験前後の重量変化を算出して、2本の平均値を求めた。この重量変化が小さいほど耐高温酸化性に優れていることを表す。そして、重量変化が 10 mg/cm^2 以下であれば耐高温酸化性に優れているといえる。

【0033】

【表1】

NO.	成 分 組 成 (mass%)											備 考
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Mo+W	Nb	N	そ の 他		
1	0.006	0.07	0.35	14.9	1.90	1.63	3.53	0.48	0.005	—		比較例
2	0.002	0.05	0.35	14.9	1.94	2.14	4.08	0.41	0.004	—		発明例
3	0.002	0.08	0.35	14.8	1.80	2.64	4.44	0.43	0.003	—		〃
4	0.003	0.05	0.36	14.1	2.11	3.55	5.66	0.41	0.004	—		〃
5	0.007	0.05	0.38	14.9	1.90	3.05	4.95	0.51	0.004	—		〃
6	0.004	0.09	0.35	14.6	1.91	3.07	4.98	0.52	0.006	Ti : 0.15, Ca : 0.003		〃
7	0.005	0.04	0.34	14.6	2.21	2.91	5.12	0.49	0.003	Zr : 0.12, Co : 0.09		〃
8	0.006	0.05	0.36	14.1	2.20	2.80	5.00	0.48	0.003	V : 0.14, Cu : 0.15		〃
9	0.008	0.06	0.34	12.1	2.91	3.11	6.02	0.52	0.007	Ni : 1.5, Cu : 0.12		〃
10	0.003	0.07	0.40	13.5	1.91	2.57	4.48	0.49	0.005	Al : 0.25		〃
11	0.004	0.09	0.33	12.4	1.81	2.95	4.76	0.53	0.004	B : 0.0008		〃
12	0.008	0.07	0.33	15.9	1.50	3.33	4.83	0.55	0.004	Mg : 0.0019		〃
13	0.004	0.08	0.85	15.8	2.00	2.31	4.31	0.50	0.004	REM : 0.054		〃
14	0.005	0.93	0.41	14.9	1.90	3.11	5.01	0.53	0.007	—		比較例
15	0.008	0.61	0.41	19.3	2.30	—	—	0.61	0.009	—		従来例 (SUS444)

【 0 0 3 4 】

【 表 2 】

No.	耐高温酸化性 (mg/cm ²)	加工性 (%)	備 考
1	17 *	37	比較例
2	8	37	発明例
3	6	35	〃
4	2	34	〃
5	4	34	〃
6	4	34	〃
7	2	35	〃
8	4	36	〃
9	6	34	〃
10	2	35	〃
11	5	35	〃
12	5	36	〃
13	2	36	〃
14	3	31	比較例
15	3	30	従来例

* 異常酸化

【0035】

表2から明らかなように、この発明に従う鋼板はいずれも、加工性はいうまでもなく、優れた耐高温酸化性が得られている。

【0036】

【発明の効果】

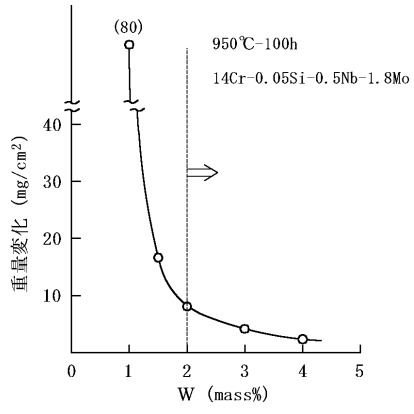
かくして、この発明によれば、室温での加工性を損なうことなしに、耐高温酸化性に優れたフェライト系ステンレス鋼を得ることができる。

従って、この発明によれば、エンジン性能の向上により、排ガス温度が900を超えようような用途においても、それに耐え得る排気系部材を安定して供給することができる。また、燃料電池関連部材のような高い加工性と耐酸化性が要求される用途にも有利に適合する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 14%Cr - 0.05%Si - 0.5%Nb - 1.8%Mo鋼をベースに、Wを種々の割合で添加した時の耐高温酸化性について調べた結果を示したグラフである。

【 図 1 】



フロントページの続き

審査官 佐藤 陽一

(56)参考文献 特開平09 - 118961 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C22C 38/00-38/60