

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-100891

(P2010-100891A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 2 C 38/22 (2006.01) C 2 2 C 38/22

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2008-272974 (P2008-272974)	(71) 出願人	594208536
(22) 出願日	平成20年10月23日 (2008.10.23)		安彦 兼次
			宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号
		(74) 代理人	100080687
			弁理士 小川 順三
		(74) 代理人	100077126
			弁理士 中村 盛夫
		(72) 発明者	安彦 兼次
			宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号

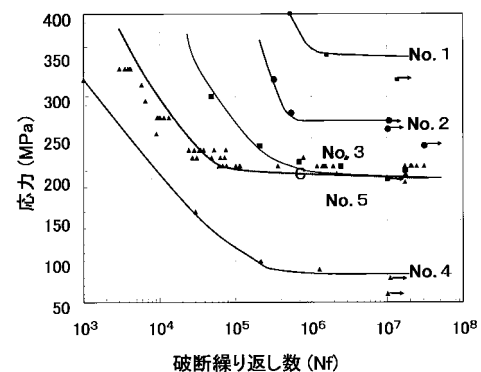
(54) 【発明の名称】耐疲労特性に優れる高純度鉄合金

(57) 【要約】

【課題】耐疲労特性に優れる高純度鉄合金を提供する。

【解決手段】C, N, SおよびOの合計量が100mass ppm以下であり、あるいはさらに、Cr:15~50mass%, Mo:10mass%以下およびW:10mass%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物の成分組成からなり、疲労試験における繰返し数が 10^7 の疲労限度比が0.6以上である高純度鉄合金。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C, N, S および O の合計量が 100 mass ppm 以下、残部が Fe および不可避免的不純物の成分組成からなり、疲労試験における繰返し数が 10^7 の疲労限度比が 0.6 以上である高純度鉄合金。

【請求項 2】

上記成分組成に加えてさらに、Cr: $15 \sim 50 \text{ mass \%}$ 、Mo: $10 \text{ mass \%}$ 以下および W: $10 \text{ mass \%}$ 以下のうちから選ばれる 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 に記載の高純度鉄合金。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐疲労特性に優れるフェライト系の高純度鉄合金に関するものである。ここで、本発明の上記高純度鉄合金には、極微量の C, N, S および O を含有する高純度鉄（純 Fe）も含むものとする。

【背景技術】

【0002】

金属材料は、その引張強さを超える応力を加えると破壊する。しかし、その応力が巨視的降伏応力以下であっても、それが繰返しされると疲労を起こし、ついには破断に至ることがある。何回の繰返し数で破壊するかは、その応力の大きさによる。繰返し応力を特定数加えたときに疲労しない最大応力を、その繰返し数における疲労強度または疲れ強度といい、また、疲労強度と繰返し数の関係を表した線図を S - N 線図といい、この線の下領域では疲労を起こさない。

20

【0003】

鋼の S - N 曲線は、右下がりの直線、即ち、繰返し数が多くなるほど、より小さな応力で疲労を起こすが、繰返し数が $10^6 \sim 10^7$ からは水平の直線となり、繰返し数がいくら多くなっても疲労を起こす応力は変わらなくなる。この水平の直線の応力は、疲労限度または疲れ限度と呼ばれる。そして、疲労限度未満の繰返し応力であれば、無限回数、応力を加えても疲労破壊を起こさない。したがって、鋼材は、通常、疲労限度未満の応力下で使用される。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、多くの鉄鋼材料の疲労限度は、引張強さの $40 \sim 60 \%$ 、即ち、（疲労限度 / 引張強さ）で表される「疲労限度比」が 0.4 ~ 0.6 の範囲にあるといわれている。ここで、降伏比（= 降伏応力 / 引張強さ）を 0.9 とすると、疲労限度は、降伏応力の $44 \sim 67 \%$ の範囲であることになる。これは、従来の鉄鋼材料は、降伏応力の約 $2/3$ 以下の応力下で使用されていることを意味する。したがって、上記疲労限度比を高めることができれば、低強度鋼でも使用可能範囲を拡大することができるので、その効果は計り知れないものがある。

40

【0005】

また、原子力発電プラントや火力発電プラント、各種輸送機器等の分野では、安全性に対する要求が極めて厳しいことから、使用される鉄鋼材料が耐疲労特性に優れていることが強く求められている。

【0006】

そこで、本発明の目的は、耐疲労特性に優れる鉄鋼材料、具体的には、疲労限度比（疲労限度 / 引張強さ）が 0.6 以上である耐疲労特性に優れる高純度鉄合金を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

発明者らは、かねてから、フェライト系の純FeおよびFe-Cr系合金を高純度化したときの合金が有する各種特性の変化に着目し、研究を重ねてきた。その結果、純FeやFe-Cr系合金を、従来の不純物混入レベルを超えてさらに低減し、C, N, SおよびOの合計を100massppm以下に高純度化することにより、加工性や溶接性、耐食性等に優れるだけでなく、耐疲労特性にも優れる材料を得ることができることを知見し、本発明を完成させた。

【0008】

すなわち、本発明は、C, N, SおよびOの合計量が100massppm以下、残部がFeおよび不可避的不純物の成分組成からなり、疲労試験における繰返し数が 10^7 の疲労限度比が0.6以上である高純度鉄合金である。

10

【0009】

本発明の高純度鉄合金は、上記成分組成に加えて、Cr: 15~50mass%、Mo: 10mass%以下およびW: 10mass%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、疲労試験における繰返し数が 10^7 の疲労強度、即ち、疲労限度が引張強さの0.6倍以上である耐疲労特性に優れる鉄合金(鉄鋼材料)を提供することができる。したがって、本発明の鉄合金は、安全性の向上や鉄合金の使用分野の拡大に大いに寄与する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明に係る高純度鉄合金の成分組成を限定する理由について説明する。

(C+N+S+O): 100massppm以下

C, N, SおよびOは、鋼中に不純物として不可避的に混入してくる元素である。これらの元素は、他の元素と炭窒化物や硫化物、酸化物等を形成し、粒界や粒内に析出して、耐疲労特性を劣化させるだけでなく、加工性や溶接性、耐食性等の低下を引き起こす。特に、これらの元素の合計量が100massppmを超えると耐疲労特性の低下が顕著となるため、C, N, SおよびOは、合計で100massppm以下に制限する。好ましくは、50massppm以下、より好ましくは、30massppm以下である。

30

【0012】

なお、C, N, SおよびOは、合計で100massppm以下であることが必須であるが、個々の成分については、C: 20massppm以下、N: 20massppm以下、S: 10massppm以下およびO: 50massppm以下であることが好ましく、さらには、C: 10massppm以下、N: 10massppm以下、S: 5massppm以下およびO: 30massppm以下であることがより好ましい。

【0013】

本発明の高純度鉄合金は、上記C, N, SおよびO以外の成分として、Cr, WおよびMoのうちから選ばれる1種または2種以上を下記範囲で含有することができる。

40

Cr: 15~50mass%

Crは、本発明の高純度鉄合金においては、強度と耐食性を確保するために添加する元素であり、斯かる効果を発現させるためには、15mass%以上添加することが好ましい。Cr含有量が15mass%未満では、強度や耐食性の向上効果が十分に得られない。一方、Crの含有量が50mass%を超えると、上記効果が飽和すると共に、靱性も低下するようになる。より好ましくは、20~40mass%の範囲である。

【0014】

W: 10mass%以下

Wは、合金強度を高めるのに有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。しかし、10mass%を超えて添加した場合には、靱性の低下を招く。よって、Wは、10mass%以下添加するのが好ましい。より好ましくは1~6mass%の範囲であ

50

る。

【0015】

Mo : 10 mass % 以下

Mo は、合金強度を高めるのに有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。しかし、10 mass % を超えて添加した場合には、靱性の低下を招く。よって、Mo は、10 mass % 以下添加するのが好ましい。より好ましくは 2 ~ 6 mass % の範囲である。

【0016】

本発明の高純度鉄合金は、上記成分以外の残部は、Fe および不可避的不純物である。しかし、上記以外の成分は、本発明の作用効果を害さない範囲であれば含有することができる、例えば、Si : 0.015 mass % 以下、Mn : 0.01 mass % 以下、P : 0.01 mass % 以下、Al : 0.05 mass % 以下、Ni : 0.60 mass % 以下の範囲で含有してもよい。

10

また、Nb および Ti は、C, N と炭窒化物を形成したり、S と硫化物等を形成したりして析出し、高温強度を高める元素であり、Nb : 1 mass % 以下、Ti : 1 mass % 以下の範囲で必要に応じて添加することができる。なお、これらの元素を同時添加する場合には、合計で 1.5 mass % 以下に制限するのが好ましい。

また、B は、粒界の強度を高める元素であり、必要に応じて 0.0050 mass % 以下の範囲で含有することができる。

その他の不可避的不純物としては、Cu, Pb, As, Sn, Zn, Zr 等があるが、これらの元素は合計で 0.01 mass % 以下に制限することが好ましい。

20

【0017】

上記成分組成を満たす本発明の高純度鉄合金は、繰返し数が 10^7 における疲労強度（疲労限度）が引張強さの 0.6 倍以上、即ち、疲労限度比が 0.6 以上という優れた耐疲労特性を有するものとなる。特に、C, N, S および O の合計含有量をさらに低減した場合には、疲労限度比が 0.7 以上、あるいは、0.8 以上とすることも可能であり、さらには、C, N, S および O の合計含有量を 20 mass ppm 以下の超高純度にした場合には、疲労限度比が 0.9 以上という降伏応力にほぼ匹敵する疲労限度を有する極めて優れた耐疲労特性を有するものとなる。

【実施例】

30

【0018】

表 1 に示した、C, N, S および O の含有量が異なる 4 種類の 20 mass % Cr - 3 mass % Mo - 2 mass % W - Fe 合金を溶製し、熱間圧延し、大気雰囲気中で $950 \times 30 \text{ min}$ の溶体化処理を施した後、これらの熱延材から圧延方向を引張方向とする JIS Z 2201 に規定された 4 号引張試験片と、図 1 に示した形状の疲労試験片を作製し、引張試験および高サイクル (30 Hz) の回転曲げ疲労試験に供した。なお、参考例として、市販の SUS 316L から、上記と同じ疲労試験片を作製し、同様の試験に供した。

引張試験は、JIS Z 2241 に準拠して行い、降伏応力 Y_S 、引張強さ T_S および伸び E_L を測定した。

40

また、回転曲げ疲労試験は、振幅応力 60 ~ 400 MPa で、繰返し数 10^7 の疲労強度（疲労限度）を測定し、下記式から、疲労限度比を求めた。

疲労限度比 = (繰返し数 10^7 の疲労強度 / 引張強さ)

【0019】

【表 1】

合金 No.	化 学 成 分 (mass%)														備 考
	C	N	S	O	Cr	Mo	W	P	Al	Si	Mn	Ni	Fe	C+N+S+O	
1	0.0003	0.0003	0.0001	0.0006	20.05	2.97	1.92	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	—	Bal.	0.0013	発明例
2	0.0010	0.0010	0.0002	0.0019	20.17	3.03	2.03	0.0010	0.037	0.002	0.001	—	Bal.	0.0041	発明例
3	0.0010	0.0008	0.0006	0.0024	19.83	2.94	1.90	0.0030	0.026	0.011	0.003	—	Bal.	0.0048	発明例
4	0.0120	0.0053	0.0090	0.0029	19.77	3.01	2.00	0.013	0.057	0.27	0.10	—	Bal.	0.0292	比較例
5	0.016	—	0.023	—	16.82	2.42	—	0.033	—	0.40	1.40	13.07	Bal.	—	参考例

【0020】

上記引張試験の結果を表 2 に、また、疲労試験の結果を S - N 線図として図 2 に、また

10

20

30

40

50

、図 2 から求められる繰返し数 10^7 の疲労強度と、疲労限度比を表 2 に示した。これらの結果から、本発明に適合する高純度鉄合金（No. 1 ～ 3）は、繰返し数が 10^7 における疲労限度比が 0.6 以上であり、耐疲労特性に優れていることがわかる。特に、C, N, S および O の合計量を 20 mass ppm 以下の高純度にした No. 1 の合金では、従来材料では実現不可能であった降伏応力に匹敵する疲労限度を有することがわかる。

【 0 0 2 1 】

【表 2】

合金 No.	機 械 的 特 性						備 考
	降伏応力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	10^7 の疲労強度 (MPa)	疲労限度比	対降伏応力比	
1	340	368	35	350	0.95	1.03	発明例
2	373	394	30	280	0.71	0.45	発明例
3	325	335	24	205	0.61	0.63	発明例
4	450	570	20	90	0.16	0.20	比較例
5	340	670	52	210	0.31	0.62	参考例

*：疲労限度比＝（ 10^7 の疲労強度／引張強さ）、対降伏応力比＝（ 10^7 の疲労強度／降伏応力）

【産業上の利用可能性】

【 0 0 2 2 】

本発明の鉄合金は、原子力発電プラントや火力発電プラント、各種輸送機器の分野に用いて有益であるが、その他の一般産業分野にも好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】本発明の疲労試験片の形状を示す図である。

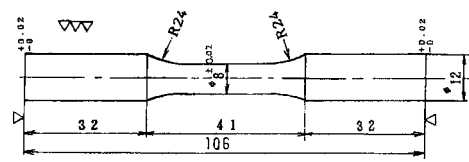
【図 2】高サイクル疲労試験結果を示すグラフである。

10

20

30

【 図 1 】



【 図 2 】

