

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第3部門第4区分
 【発行日】平成22年2月4日(2010.2.4)

【公開番号】特開2009-127095(P2009-127095A)
 【公開日】平成21年6月11日(2009.6.11)
 【年通号数】公開・登録公報2009-023
 【出願番号】特願2007-304221(P2007-304221)
 【国際特許分類】

C 2 2 C 38/00 (2006.01)
 C 2 2 C 38/40 (2006.01)
 C 2 2 C 38/50 (2006.01)
 C 2 1 D 6/00 (2006.01)
 C 2 1 D 1/06 (2006.01)

【F I】

C 2 2 C 38/00 3 0 1 N
 C 2 2 C 38/40
 C 2 2 C 38/50
 C 2 1 D 6/00 P
 C 2 1 D 1/06 A

【手続補正書】

【提出日】平成21年12月11日(2009.12.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C：0.15～0.35%、Si：0.40～1.10%、Mn：0.50～1.50%、S：0.01～0.05%、Cr：1.20～2.60%、Al：0.010～0.050%およびN：0.010～0.025%を含有するとともに、C、Si、MnおよびCrの含有量が、下記の(1)～(3)式で表されるFn1～Fn3の値でそれぞれ、 $0.4 < Fn1 \leq 1.8$ 、 $Fn2 < 850$ および $Fn3 \leq 8$ を満たし、残部はFeおよび不純物からなり、不純物中のP、Cu、NiおよびVがそれぞれ、P：0.05%以下、Cu：0.10%以下、Ni：0.10%以下およびV：0.005%以下であることを特徴とする動力伝達部品用肌焼鋼。

$$Fn1 = Cr - 2 \times Si \cdots (1)$$

$$Fn2 = 959 - \frac{(203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)}{100} \cdots (2)$$

$$Fn3 = 7 \times Mn - 10 \times (Si + Cr - 1.8) \cdots (3)$$

ここで、(1)～(3)式中の元素記号は、その元素の質量%での含有量を表す。

【請求項2】

Feの一部に代えて、質量%で、Mo：0.40%以下を含有することを特徴とする請求項1に記載の動力伝達部品用肌焼鋼。

【請求項3】

Feの一部に代えて、質量%で、Ti：0.10%以下およびNb：0.10%以下のうちの1種または2種を含有することを特徴とする請求項1または2に記載の動力伝達部品用肌焼鋼。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

すなわち、表1に示す化学組成を有する鋼A～Uを50kg真空溶解炉によって溶解し、インゴットを作製した。表1には、式中の元素記号をその元素の質量%での含有量として、後述する $[Fn1 = Cr - 2 \times Si]$ 、 $[Fn2 = 959 - (203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)]$ および $[Fn3 = 7 \times Mn - 10 \times (Si + Cr - 1.8)]$ で表されるFn1～Fn3の値を併記した。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

【表 1】

表 1

鋼	化学組成 (質量%)											残部: Feおよび不純物			
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	V	N	Fn1の値	Fn2の値	Fn3の値
A	0.20	0.25	0.81	0.010	0.020	0.01	0.01	1.10	0.20	0.025	0.001	0.0121	0.60	844	10.2
B	0.25	0.25	0.81	0.010	0.020	0.01	0.01	1.10	0.20	0.026	0.001	0.0133	0.60	833	10.2
C	0.29	0.25	0.81	0.010	0.020	0.01	0.01	1.10	0.20	0.025	0.001	0.0136	0.60	825	10.2
D	0.25	0.05	0.80	0.010	0.010	0.01	0.01	1.00	-	0.021	0.001	0.0177	0.90	834	13.1
E	0.25	0.30	0.80	0.020	0.023	0.01	0.01	1.10	-	0.031	0.001	0.0175	0.50	834	9.6
F	0.25	0.50	0.80	0.010	0.025	0.01	0.01	1.10	-	0.032	0.001	0.0183	0.10	834	7.6
G	0.25	0.80	0.80	0.020	0.026	0.01	0.01	1.10	-	0.035	0.001	0.0185	-0.50	834	4.6
H	0.15	1.00	0.80	0.010	0.030	0.01	0.01	1.10	-	0.030	0.001	0.0188	-0.90	856	2.6
I	0.30	0.50	0.50	0.010	0.021	0.01	0.01	1.10	-	0.035	0.001	0.0211	0.10	833	5.5
J	0.25	0.50	1.50	0.020	0.025	0.01	0.01	1.10	-	0.027	0.001	0.0215	0.10	813	12.5
K	0.25	0.50	0.80	0.010	0.021	0.20	0.01	1.10	-	0.035	0.001	0.0120	0.10	834	7.6
L	0.25	0.50	0.80	0.020	0.022	0.20	0.20	1.10	-	0.035	0.001	0.0125	0.10	834	7.6
M	0.25	0.50	0.80	0.010	0.025	0.01	0.01	1.50	-	0.028	0.001	0.0212	0.50	834	3.6
N	0.25	0.50	0.80	0.010	0.028	0.01	0.01	2.00	-	0.033	0.001	0.0238	1.00	834	-1.4
O	0.25	0.50	0.80	0.010	0.030	0.01	0.01	2.50	-	0.034	0.001	0.0225	1.50	834	-6.4
P	0.25	0.80	0.80	0.020	0.035	0.01	0.01	2.50	-	0.037	0.001	0.0223	0.90	834	-9.4
Q	0.25	0.50	0.80	0.010	0.033	0.01	0.01	1.00	0.40	0.035	0.001	0.0135	0.00	834	8.6
R	0.20	1.10	1.35	0.010	0.010	0.01	0.01	2.80	-	0.025	0.001	0.0130	0.60	828	-11.6
S	0.20	1.10	1.00	0.010	0.010	0.01	0.01	2.60	-	0.025	0.001	0.0130	0.40	838	-12.0
T	0.15	1.10	1.00	0.010	0.010	0.01	0.01	2.60	-	0.025	0.001	0.0130	0.40	850	-12.0
U	0.25	0.50	0.80	0.010	0.025	0.01	0.01	3.00	-	0.033	0.001	0.0135	2.00	834	-11.4
Fn1=Cr-2xSi															
Fn2=959-(203xC ^{0.5} +30xMn)															
Fn3=7xMn-10x(Si+Cr-1.8)															

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

そこで、AndrewsがJ. Iron Steel Inst.、203(1965)、p. 721で報告しているA₃点の式をベースに、Siの影響を定数項に取り込んで、表1の鋼について、 $[Fn2 = 959 - \underline{(203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)}]$ の値を計算した。なお、上記のFn2の式におけるCとMnはそれぞれ、母材に含まれる質量%でのCとMnの量である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

その結果、芯部のフェライトは、前述した $[959 - \underline{(203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)}]$ の値が856の鋼Hと850の鋼Tで認められ、 $[959 - \underline{(203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)}]$ の値が844の鋼Aでは認められなかったことから、芯部におけるフェライトの生成を抑制するためには、上記Fn2の値を850未満にすればよいことがわかった。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0066】

すなわち、質量%でのSiとCrの含有量の和である $[Si + Cr]$ の値が0.5～3.5の範囲では、図6に示すように、その値とともに粒界酸化層深さは浅くなり、粒界酸化層深さをyとすれば、

$$y = -10 \times (Si + Cr) + 19$$

の式で表すことができ、また、質量%でのMnの含有量が0.3～2.2%の範囲では、図7に示すように、その含有量とともに粒界酸化層深さは深くなり、粒界酸化層深さをyとすれば、

$$y = 7 \times Mn - 1$$

の式で表すことができることがわかった。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

(1) 質量%で、C: 0.15～0.35%、Si: 0.40～1.10%、Mn: 0.50～1.50%、S: 0.01～0.05%、Cr: 1.20～2.60%、Al: 0.010～0.050%およびN: 0.010～0.025%を含有するとともに、C、Si、MnおよびCrの含有量が、下記の(1)～(3)式で表されるFn1～Fn3の値でそれぞれ、 $0.4 < Fn1 \leq 1.8$ 、 $Fn2 < 850$ および $Fn3 \leq 8$ を満たし、残部はFeおよび不純物からなり、不純物中のP、Cu、NiおよびVがそれぞれ、P: 0.05%以下、Cu: 0.10%以下、Ni: 0.10%以下およびV: 0.005%以下であることを特徴とする動力伝達部品用肌焼鋼。

$$Fn1 = Cr - 2 \times Si \cdots (1)、$$

$$Fn2 = 959 - \underline{(203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)} \cdots (2)、$$

$$Fn3 = 7 \times Mn - 10 \times (Si + Cr - 1.8) \cdots (3)。$$

ここで、(1)～(3)式中の元素記号は、その元素の質量%での含有量を表す。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

Fn2の値：850未満

C、SiおよびMnの含有量は鋼のA₃点に影響を与える。A₃点が上昇すると浸炭処理時に芯部にフェライト相が生成するため、焼入れ後も芯部がフェライトとマルテンサイトの二相組織となり、低サイクル曲げ疲労強度が劣化する。本発明は、A₃点を上昇させるものの焼戻し軟化抵抗を高める効果を有するSiを積極的に活用するので、A₃点の制御のためには、CおよびMnの含有量を制御する必要がある。そして、前記の(2)式で表されるFn2の値が850以上の場合には、芯部にフェライトが生成して低サイクル曲げ疲労強度が低下する。このため、前記の(2)式、つまり $[Fn2 = 959 - (203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)]$ で表されるFn2の値が、 $Fn2 < 850$ を満たすこととした。なお、Fn2の値は $Fn2 \geq 840$ とすることが望ましい。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0109

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0109】

【表 3】

表 3

鋼	化学組成											Feおよび不純物					
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	Nb	V	N	Fn1の値	Fn2の値	Fn3の値
1	0.25	0.40	0.60	0.010	0.020	0.01	0.01	1.30	0.20	0.025	-	-	0.003	0.0130	0.50	840	5.2
2	0.25	1.00	1.40	0.020	0.025	0.01	0.01	2.50	-	0.035	-	-	0.003	0.0144	0.50	816	-7.2
3	0.25	0.80	0.80	0.010	0.020	0.01	0.01	2.10	-	0.027	-	-	0.001	0.0126	0.50	834	-5.4
4	0.27	0.60	0.80	0.010	0.030	0.01	0.01	2.50	-	0.030	-	0.035	0.001	0.0150	1.30	830	-7.4
5	0.30	0.50	1.00	0.010	0.020	0.01	0.01	1.50	-	0.028	0.05	-	0.001	0.0146	0.50	818	5.0
6	0.26	0.49	0.60	0.010	0.020	0.04	0.01	2.00	-	0.025	-	-	0.001	0.0125	1.02	837	-2.7
7	0.25	0.50	0.80	0.010	0.020	0.01	0.04	1.80	-	0.027	-	-	0.001	0.0125	0.80	834	0.6
8	0.20	0.48	1.20	0.010	0.020	0.01	0.01	2.00	-	0.026	-	-	0.001	0.0126	1.04	832	1.6
9	0.20	*0.35	1.00	0.012	0.016	0.01	0.01	*1.10	0.20	0.024	-	-	0.003	0.0135	0.40	838	* 10.5
10	*0.13	0.40	1.00	0.015	0.015	0.01	0.01	1.20	0.20	0.035	-	-	0.003	0.0135	0.40	* 856	* 9.0
11	*0.40	0.45	1.10	0.015	0.030	0.01	0.01	1.40	0.20	0.030	-	-	0.003	0.0144	0.50	798	7.2
12	0.25	*1.50	0.75	0.010	0.020	0.01	0.01	1.20	-	0.033	-	-	0.003	0.0155	-1.80	835	-3.8
13	0.28	*0.25	0.85	0.013	0.016	0.01	0.01	1.20	-	0.026	-	-	0.003	0.0130	0.70	826	9.5
14	0.20	1.00	*0.40	0.013	0.015	0.01	0.01	2.40	-	0.025	-	-	0.001	0.0136	0.40	* 856	-13.2
15	0.26	0.50	0.90	0.020	0.025	0.01	0.01	*2.90	-	0.025	-	-	0.001	0.0165	1.90	828	-9.7
16	0.23	0.50	0.85	0.013	0.015	0.01	0.01	*0.50	-	0.026	-	-	0.001	0.0126	*-0.50	836	* 14.0
17	0.26	0.65	0.80	0.015	0.025	*0.20	0.01	1.40	-	0.035	-	-	0.001	0.0134	0.10	831	3.1
18	0.26	0.51	0.60	0.010	0.020	0.01	0.01	1.50	-	0.033	-	-	*0.010	0.0120	0.48	837	2.1
19	0.26	0.80	0.60	0.010	0.020	0.01	0.01	1.80	-	0.026	-	-	0.001	0.0125	0.20	837	-3.8
20	0.15	0.80	0.80	0.010	0.015	0.01	0.01	2.00	-	0.025	-	-	0.001	0.0130	0.40	* 856	-4.4
21	0.23	0.40	1.50	0.012	0.016	0.01	0.01	1.20	-	0.025	-	-	0.003	0.0126	0.40	817	* 12.5
22	0.25	0.50	0.80	0.010	0.020	0.01	*0.20	1.80	-	0.027	-	-	0.003	0.0125	0.80	834	0.6
Fn1=Cr-2xSi																	
Fn2=959-(203xC ^{0.5} +30xMn)																	
Fn3=7xMn-10x(Si+Cr-1.8)																	

*印は本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0130】

試験番号10の場合、鋼10のC含有量が本発明で規定する範囲を下回り、Fn2の値、つまり $[959 - (203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)]$ の値が本発明で規定する範囲を超えることから芯部にフェライトが生じ、加えて、Fn3の値、つまり $[7 \times Mn - 10 \times (Si + Cr - 1.8)]$ の値が、本発明で規定する範囲を上回って、粒界酸化層深さが $22 \mu m$ と深くなったため、低サイクル曲げ疲労強度が劣化し、 $880 MPa$ と低く、 $1000 MPa$ 以上という目標に達していない。さらに、Fn1の値、つまり $[Cr - 2 \times Si]$ の値も本発明で規定する範囲を下回るため浸炭性が劣化して $0.3 mm$ 位置硬さが 680 と低くなって、面圧疲労形態がスポーリングとなり、二円筒転がり疲労寿命についても 1.1×10^6 と短く、 2.0×10^7 回に達していない。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0134

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0134】

試験番号14の場合、鋼14のMn含有量が本発明で規定する範囲を下回ることに加え、Fn2の値、つまり $[959 - (203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)]$ の値が本発明で規定する範囲を超えることから、芯部にフェライトが生成し、このため低サイクル曲げ疲労強度が劣化し、 $900 MPa$ と低く、 $1000 MPa$ 以上という目標に達していない。また、鋼14のFn1の値、つまり $[Cr - 2 \times Si]$ の値が本発明で規定する範囲を下回るため、 $0.3 mm$ 位置硬さが 690 に低下し、面圧疲労形態がスポーリングとなり、二円筒転がり疲労寿命についても 9.5×10^6 と短く、 2.0×10^7 回に達していない。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0140

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0140】

試験番号20の場合、鋼20のFn2の値、つまり $[959 - (203 \times C^{0.5} + 30 \times Mn)]$ の値が本発明で規定する範囲を超えることから芯部にフェライトが生成し、このため低サイクル曲げ疲労強度が劣化し、 $890 MPa$ と低く、 $1000 MPa$ 以上という目標に達していない。また、鋼20のFn1の値、つまり $[Cr - 2 \times Si]$ の値が本発明で規定する範囲を下回るため、 $0.3 mm$ 位置硬さが 690 と低くなって、面圧疲労形態がスポーリングとなり、二円筒転がり疲労寿命は 9.4×10^6 と短く、 2.0×10^7 回に達していない。