

(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2009-228024

(P2009-228024A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int. Cl.		F 1		テーマコード (参考)	
C 2 2 C	19/07	(2006.01)	C 2 2 C	19/07	H
C 2 2 F	1/10	(2006.01)	C 2 2 F	1/10	J
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 0 2
			C 2 2 F	1/00	6 8 2
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2008-72104 (P2008-72104)	(71) 出願人	000003713
(22) 出願日	平成20年3月19日 (2008.3.19)		大同特殊鋼株式会社
			愛知県名古屋市東区東桜一丁目1番10号
		(71) 出願人	000005326
			本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(71) 出願人	504157024
			国立大学法人東北大学
			宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
		(74) 代理人	100110227
			弁理士 島山 文夫
		(74) 代理人	100123537
			弁理士 小林 かおる
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 C o 基合金

(57) 【要約】

【課題】 高温強度が高く、かつ、熱間加工性に優れた C o 基合金を提供すること。

【解決手段】 $0.1 \leq Cr \leq 20.0 \text{ mass } \%$ 、 $1.0 \leq Al \leq 6.0 \text{ mass } \%$ 、 $3.0 \leq W \leq 26.0 \text{ mass } \%$ 、 $Ni \leq 50.0 \text{ mass } \%$ を含み、残部が C o 及び不可避免的不純物からなり、 $5.0 \leq Cr + Al \leq 20.0 \text{ mass } \%$ を満たし、 A_7B_6 で表される μ 相と A_2B で表されるラーベス相からなる第2相の体積率が 10% 以下である C o 基合金。C o 基合金は、溶解・鑄造後に、 $1000 \sim 1250^\circ\text{C}$ で 10 時間以上の均質化熱処理を施すことにより得られるものが好ましい。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

$0.1 \leq Cr \leq 20.0 \text{ mass } \%$ 、

$1.0 \leq Al \leq 6.0 \text{ mass } \%$ 、

$3.0 \leq W \leq 26.0 \text{ mass } \%$ 、

$Ni \leq 50.0 \text{ mass } \%$ 、

を含み、残部が Co 及び不可避免的不純物からなり、

$5.0 \leq Cr + Al \leq 20.0 \text{ mass } \%$

を満たし、

A_7B_6 で表される μ 相と A_2B で表されるラーベス相からなる第 2 相の体積率が 10% 以下である Co 基合金。 10

【請求項 2】

$0.010 \leq C \leq 0.20 \text{ mass } \%$

をさらに含み、

$0.010 \leq Ta \leq 7.5 \text{ mass } \%$ 、

$0.010 \leq Nb \leq 4.0 \text{ mass } \%$ 、

$0.010 \leq Ti \leq 2.0 \text{ mass } \%$ 、及び、

$0.010 \leq Zr \leq 0.050 \text{ mass } \%$ 、

のいずれか 1 種以上をさらに含み、

$Ta + 1.8Nb + 3.7Ti + 2.0Zr \leq 8.0 \text{ mass } \%$ 20

を満たす請求項 1 に記載の Co 基合金。

【請求項 3】

$0.0001 \leq S \leq 0.0060 \text{ mass } \%$

をさらに含み、

$0.0001 \leq Ca \leq 0.15 \text{ mass } \%$ 、

$0.0001 \leq Mg \leq 0.10 \text{ mass } \%$ 、

$0.0001 \leq Ce \leq 0.10 \text{ mass } \%$ 、及び、

$0.0001 \leq Mn \leq 0.40 \text{ mass } \%$ 、

のいずれか 1 種以上をさらに含む請求項 1 又は 2 に記載の Co 基合金。 30

【請求項 4】

$0.0001 \leq B \leq 0.05 \text{ mass } \%$

をさらに含む請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の Co 基合金。

【請求項 5】

$Fe \leq 5.0 \text{ mass } \%$

をさらに含む請求項 1 から 4 までのいずれかに記載の Co 基合金。

【請求項 6】

時効処理によって析出させた、 $Co_3(Al, W)$ 型の $L1_2$ 型金属間化合物からなる γ' 相を含む請求項 1 から 5 までのいずれかに記載の Co 基合金。

【請求項 7】

溶解・鋳造後に、 1000°C 以上 1250°C 以下の温度で 10 時間以上の均質化熱処理を行うことにより得られる請求項 1 から 6 までのいずれかに記載の Co 基合金。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービン部材、飛行機用エンジン部材、化学プラント部材、自動車エンジン部材、高温炉部材などの高温環境下で高強度が要求される各種部材に好適な Co 基合金に関する。

【背景技術】

【0002】

高温環境下で使用される超合金には、Ni 基合金、Co 基合金、Fe 基合金などが知ら 50

れている。Ni基合金は、 $L1_2$ 構造の γ' 相($Ni_3(Al, Ti)$)で析出強化されたものであり、温度上昇に伴い強度も高くなる逆温度依存性を示す。また、耐熱性、耐食性、耐酸化性、耐クリープ性などの高温特性にも優れている。そのため、Ni基合金は、高温環境下で高強度が要求される各種の用途に用いられる。しかしながら、Ni基合金は、被削性、熱間加工性に劣るという問題がある。

一方、特に耐食性、延性が必要な高温用途では、Ni基合金よりもCo基合金が用いられている。しかしながら、従来のCo基合金は、Ni基合金に比べて高温強度が低く、熱間加工性にも劣るという問題がある。

【0003】

そこでこの問題を解決するために、従来から種々の提案がなされている。

例えば、特許文献1には、質量比でAl:0.1~10%、W:3.0~45%、残部が不可避免の不純物を除きCoからなり、 $Co_3(Al, W)$ の $L1_2$ 型金属間化合物が析出したCo基合金が開示されている。

同文献には、マトリックス中に $Co_3(Al, W)$ を均一微細に析出させることによって、高温強度が向上する点、及び、所定の組成に調整することによって熱間加工も可能になる点が記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、Cr:26~30質量%、Mo:6~12質量%、C:0.3質量%以下、残部がCoからなり、水焼き入れ後の熱処理で単相組織になっている生体適合性Co基合金が開示されている。

同文献には、所定の組成を有するCo基合金に所定の熱処理を施すことによって、延性が向上する点が記載されている。

【0005】

【特許文献1】国際公開WO2007/032293号

【特許文献2】特開2004-269994号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

強化相(γ' 相)として $Co_3(Al, W)$ を析出させたCo基合金は、Ni基合金と同等以上の高温強度特性を示す。しかしながら、Al及びWを含むCo基合金は、熱処理条件によっては加工に有害な第2相が析出し、熱間加工性を著しく低下させる場合がある。特に、鍛造用合金では熱間加工性が重要な特性となり、強度とのバランスが必須である。

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、高温強度が高く、かつ、熱間加工性に優れたCo基合金を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために本発明に係るCo基合金は、

0.1 ≤ Cr ≤ 20.0 mass %、

1.0 ≤ Al ≤ 6.0 mass %、

3.0 ≤ W ≤ 26.0 mass %、

Ni ≤ 50.0 mass %、

を含み、残部がCo及び不可避免の不純物からなり、

5.0 ≤ Cr + Al ≤ 20.0 mass %

を満たし、

A_7B_6 で表される μ 相と A_2B で表されるラーベス相からなる第2相の体積率が10%以下であることを要旨とする。

【発明の効果】

【0009】

Al及びWを含むCo基合金は、熱間加工性に有害な第2相が生成しやすい。特に、過

10

20

30

40

50

剰のWを添加すると、粒内及び粒界に第2相が生成し、熱間加工性を著しく低下させる。

これに対し、Al量及びW量を所定の範囲にすると同時に、所定の条件下で均質化熱処理を施すと、熱間加工性に有害な第2相の少ないCo基合金が得られる。また、熱間加工後に所定の条件下で時効処理すると、Co₃(Al、W)型の強化相が析出し、Ni基合金と同等以上の高温強度を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に、本発明の一実施の形態について詳細に説明する。

[1. Co基合金]

[1. 1 成分元素]

本発明に係るCo基合金は、以下のような元素を含み、残部がCo及び不可避免の不純物からなる。添加元素の種類、その成分範囲、及び、その限定理由は、以下の通りである。

【0011】

(1) $0.1 \leq Cr \leq 20.0 \text{ mass } \%$ 。

Crは、耐酸化性を改善し、熱間加工性の向上を目的に添加する。そのためには、Cr含有量は、 $0.1 \text{ mass } \%$ 以上が好ましい。Cr含有量は、さらに好ましくは、 $2.0 \text{ mass } \%$ 以上、さらに好ましくは、 $4.0 \text{ mass } \%$ 以上である。

一方、過剰な添加は、融点低下の原因となり、加工性を低下させる。従って、Cr含有量は、 $20.0 \text{ mass } \%$ 以下が好ましい。Cr含有量は、さらに好ましくは、 $18.0 \text{ mass } \%$ 以下である。

なお、Cr含有量は、Al含有量との合計が後述する範囲内であるのが好ましい。

【0012】

(2) $1.0 \leq Al \leq 6.0 \text{ mass } \%$ 。

Alは、Co₃(Al、W)型のL1₂型金属間化合物安定化元素であり、準安定相であるL1₂型金属間化合物相(γ'相)を安定相として析出させるために必要な元素である。このような効果を得るためには、Al含有量は、 $1.0 \text{ mass } \%$ 以上が好ましい。

一方、Al含有量が過剰になると、融点が低下し、加工性を低下させる。従って、Al含有量は、 $6.0 \text{ mass } \%$ 以下が好ましい。

なお、「Co₃(Al、W)型のL1₂型金属間化合物相(γ'相)」とは、Co、Al及びWのみからなるγ'相だけでなく、Coサイト及び／又は(Al、W)サイトの一部が他の元素により置換されたものも含まれる。

【0013】

(3) $3.0 \leq W \leq 26.0 \text{ mass } \%$ 。

Wは、Co₃(Al、W)型のL1₂型金属間化合物安定化元素であり、高温強度特性の向上において有効である。このような効果を得るためには、W含有量は、 $3.0 \text{ mass } \%$ 以上が好ましい。W含有量は、さらに好ましくは、 $10.0 \text{ mass } \%$ 以上、さらに好ましくは、 $14.0 \text{ mass } \%$ 以上である。

一方、W含有量が過剰になると、粒内及び粒界に有害な第2相を形成し、熱間加工性を低下させる。従って、W含有量は、 $26.0 \text{ mass } \%$ 以下が好ましい。

【0014】

(4) $Ni \leq 50.0 \text{ mass } \%$ 。

Niは、Coサイトを置換し、(Co、Ni)₃(Al、W)型のL1₂型金属間化合物を生成する。また、Niは、母相(γ相)及び強化相(γ'相)に均等に分散し、強度向上にも効果があるので、必要に応じて添加することができる。強度向上の点から、Ni含有量は、好ましくは、 $1.0 \text{ mass } \%$ 以上、さらに好ましくは、 $5.0 \text{ mass } \%$ 以上である。

一方、Ni含有量が過剰になると、融点が低下し、加工性を低下させる。従って、Ni含有量は、 $50.0 \text{ mass } \%$ 以下が好ましい。強度向上の点から、Ni含有量は、さらに好ましくは、 $45.0 \text{ mass } \%$ 以下である。

【0015】

10

20

30

40

50

[1.2 Cr+Al量]

Alは、 γ' 相を析出させるために、ある一定量以上が必要である。Alは耐酸化性改善にも効果があるので、母相の耐酸化性確保のためにCrと複合添加すると、 Al_2O_3 及び Cr_2O_3 の緻密な酸化スケール層が形成され、酸化の進行を抑制することができる。材料の酸化は、その進行によって粒界酸化を発生し、粒界破断を発生させるため、熱間加工性を低下させる。過剰の添加は、融点低下による高温強度、熱間加工性の低下をもたらすため、Cr含有量とAl含有量の合計量が、ある一定の範囲にあれば良い。

すなわち、耐酸化性を改善し、高い熱間加工性を得るためには、Cr+Al量は、5.0mass%以上が好ましい。

一方、Cr+Al量が過剰になると、融点が低下し、加工性を低下させる。従って、Cr+Al量は、20.0mass%以下が好ましい。

10

【0016】

[1.3 第2相]

第2相とは、 A_7B_6 で表される μ 相と、 A_2B で表されるラーベス相からなる。これらは、いずれも、加工性を低下させる原因となる。溶解・鑄造後のCo基合金には、一般に、これらの第2相が含まれる。成分元素の含有量が適切でないと、熱処理を行っても第2相が残り、加工性を低下させる。一方、成分元素の含有量が適切であれば、後述する均質化熱処理によって第2相の量を低減することができる。

熱間加工性を向上させるためには、第2相の含有量は、少ないほどよい。実用上十分な加工性を得るためには、第2相の体積率は、10%以下が好ましい。

20

【0017】

なお、「 A_7B_6 化合物(μ 相)」とは、 Co_7W_6 由来の化合物であり、Aサイト(Coサイト)がNi、Cr、Al、Fe等により、また、Bサイト(Wサイト)がTa、Nb、Ti、Zr等により、それぞれ置換された化合物も含まれる。

また、「 A_2B 化合物(ラーベス相)」とは、 Co_2Ta 、 Co_2Nb 、又は、 Co_2Ti 由来の化合物であり、Aサイト(Coサイト)がNi、Cr、Fe等により、また、Bサイト(Ta、Nb、Tiサイト)がTa、Nb、Ti、W、Zr等により、それぞれ置換された化合物も含まれる。

さらに、「第2相の体積率」とは、視野面積(倍率:100倍)に占める第2相の面積の割合をいう。

30

【0018】

[1.4 その他の元素]

本発明に係るCo基合金は、上述した元素に加えて、さらに以下のような元素を含んでも良い。付加的な添加元素の種類、その成分範囲、及び、その限定理由は、以下の通りである。

【0019】

(6) $0.010 \leq C \leq 0.20 \text{ mass } \%$ 。

Cは、炭化物を析出させ、粒界強化に有効である。また、粒界が強化されることによって、熱間加工性及び高温強度を向上させる。このような効果を得るためには、C含有量は、0.010mass%以上が好ましい。

40

一方、C含有量が過剰になると、加工性を低下させる。従って、C含有量は、0.20mass%以下が好ましい。

【0020】

(7) $0.010 \leq Ta \leq 7.5 \text{ mass } \%$ 。

(8) $0.010 \leq Nb \leq 4.0 \text{ mass } \%$ 。

(9) $0.010 \leq Ti \leq 2.0 \text{ mass } \%$ 。

(10) $0.010 \leq Zr \leq 0.050 \text{ mass } \%$ 。

Ta、Nb、Ti、Zrは、いずれも、 γ' 相の固溶強化元素として働き、高温強度の改善に有効である。このような効果を得るためには、これらの元素の含有量は、それぞれ、上記の下限値以上が好ましい。

50

一方、これらの元素の含有量が過剰になると、熱間加工性を低下させる。従って、これらの元素の含有量は、それぞれ、上記の上限値以下が好ましい。

これらの元素は、いずれか1種を添加しても良く、あるいは、2種以上を添加しても良い。これらの元素の総量が過剰になると、熱間加工性を低下させる。これらの元素は、いずれも同様の効果が得られるが、元素によって同等の効果が得られる添加量が異なる。従って、これらの元素の総量は、次式を満たすことが好ましい。

$$T a + 1.8 N b + 3.7 T i + 2.0 Z r \leq 8.0 m a s s \%$$

【0021】

$$(11) \quad 0.0001 \leq S \leq 0.0060 m a s s \%$$

Sは、粒界に硫化物を生成し、熱間加工性を著しく低下させる。従って、S含有量は、
0.0060mass%以下が好ましい。

10

熱間加工性を向上させるためには、Sは、少ないほどよい。しかしながら、必要以上の低減は、コスト上昇を招く。また、Sによる熱間加工性の低下は、後述するCa等を添加することにより抑制することができる。従って、S含有量は、0.0001mass%以上が好ましい。

【0022】

$$(12) \quad 0.0001 \leq C a \leq 0.15 m a s s \%$$

$$(13) \quad 0.0001 \leq M g \leq 0.10 m a s s \%$$

$$(14) \quad 0.0001 \leq C e \leq 0.10 m a s s \%$$

$$(15) \quad 0.0001 \leq M n \leq 0.40 m a s s \%$$

20

Ca、Mg、Ce及びMnは、いずれも、Sを固定し、熱間加工性の改善を促す。このような効果を得るためには、これらの元素の含有量は、それぞれ、0.0001mass%以上が好ましい。

一方、S量に対してこれらの元素の含有量が過剰になると、各元素の化合物を生成し、加工性を低下させる原因となる。従って、これらの元素の含有量は、それぞれ、上記の上限値以下が好ましい。

なお、これらの元素は、いずれか1種を添加しても良く、あるいは、2種以上を添加しても良い。

【0023】

$$(16) \quad 0.0001 \leq B \leq 0.05 m a s s \%$$

30

Bは、粒界を強化し、熱間加工性の改善に効果がある。このような効果を得るためには、B含有量は、0.0001mass%以上が好ましい。

一方、B含有量が過剰になると、加工性を低下させる原因となる。従って、B含有量は、0.05mass%以下が好ましい。

【0024】

$$(17) \quad F e \leq 5.0 m a s s \%$$

Feは、Coと置換することで同等の特性が得られるので、コスト低減に有効である。しかしながら、Fe含有量が過剰になると、高温強度を低下させる。従って、Fe含有量は、5.0mass%以下が好ましい。

【0025】

40

[2. Co基合金の製造方法]

[2.1 均質化熱処理]

本発明に係るCo基合金は、所定の組成となるように原料を配合し、溶解・鑄造した後、均質化熱処理(ソーキング処理)を施すことにより得られる。均質化熱処理とは、溶解・鑄造時に生じた凝固偏析を除去して成分を均一化するための熱処理をいう。成分を均一化することによって、熱間加工性を向上させることができる。

【0026】

均質化熱処理温度は、組成に応じて最適な温度を選択する。一般に、均質化熱処理温度が低すぎると、合金元素の拡散速度が小さいために、現実的な熱処理時間内で十分な効果が得られない。従って、均質化熱処理温度は、1000℃以上が好ましい。

50

一方、均質化熱処理温度が高くなりすぎると、粒界酸化が進行し、熱間加工性が低下する。従って、均質化熱処理温度は、1250℃以下が好ましい。

【0027】

γ 相単相となる温度で保持すると、通常、数時間程度で異相が消失し、 γ 相単相となる。しかしながら、溶解・鑄造時に生じた凝固偏析を除去するためには、さらに長時間の熱処理が必要である。一般に、均質化熱処理時間が長くなるほど、成分が均一化し、熱間加工性に有害な第2相の量を少なくすることができる。第2相の体積率を10%以下にするためには、均質化熱処理時間は、10時間以上が好ましい。

【0028】

[2.2. 時効処理]

所定の条件下で均質化熱処理を行った後、冷却すると、 γ 単相であり、かつ、第2相の体積率が10%以下であるCo基合金が得られる。得られたCo基合金は、熱間加工により各種の形状に成形される。

また、成形後、($\gamma + \gamma'$) 領域において時効処理すると、 γ 相中に $Co_3(Al, W)$ 型の L_{12} 型金属間化合物からなる γ' 相を析出させることができる。

時効処理条件は、特に限定されるものではなく、組成に応じて最適な条件を選択する。一般に、時効処理温度が高くなるほど、及び／又は、時効処理時間が高くなるほど、 γ' 相の析出量が多くなり、あるいは、 γ' 相の粒径が大きくなる。

通常、時効処理温度は、500～1100℃（好ましくは、600～1000℃）であり、時効処理時間は、1～100時間、好ましくは10～50時間程度である。

【0029】

[3. Co基合金の作用]

Al及びWを含むCo基合金は、熱間加工性に有害な第2相が生成しやすい。特に、過剰のWを添加すると、粒内及び粒界に第2相が生成し、熱間加工性を著しく低下させる。

これに対し、Al量及びW量を所定の範囲にすると同時に、所定の条件下で均質化熱処理を施すと、熱間加工性に有害な第2相の少ないCo基合金が得られる。また、熱間加工後に所定の条件下で時効処理すると、 $Co_3(Al, W)$ 型の強化相が析出し、Ni基合金と同等以上の高温強度を示す。

【実施例】

【0030】

(実施例1～32、比較例1～13)

[1. 試料の作製]

表1及び表2に示す組成の合金を真空誘導炉で溶解し、50kgのインゴットを得た。ボトム側から試料を切り出し、各種試験に供した。

【0031】

10

20

30

【表 1】

組成 (mass%)																	
	Co	Ni	W	Al	Cr	Ta	Nb	Ti	Zr	C	S	Mn	Mg	Ca	Ce	B	Fe
実施例 1	Bal	18.9	3.5	3.5	4.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 2	Bal	32.3	16.4	5.3	8.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 3	Bal	18.6	18.5	2.7	16.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 4	Bal	18.9	21.3	4.1	8.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 5	Bal	17.9	16.2	1.1	17.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 6	Bal	47.8	16.3	3.2	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 7	Bal	31.7	10.3	4.0	9.2	6.3	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—
実施例 8	Bal	31.5	14.3	4.5	8.9	4.1	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—
実施例 9	Bal	30.8	13.8	3.6	9.1	—	2.3	—	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—
実施例 10	Bal	31.2	16.2	2.7	8.4	2.7	—	0.15	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—
実施例 11	Bal	17.3	15.4	4.8	2.4	2.8	—	—	0.03	0.05	—	—	—	—	—	—	—
実施例 12	Bal	17.8	15.0	4.5	8.4	2.7	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—
実施例 13	Bal	44.1	13.2	4.2	8.9	—	3.3	—	—	0.06	—	—	—	—	—	—	—
実施例 14	Bal	—	14.3	3.8	7.8	2.6	—	1.30	0.01	0.02	—	—	—	—	—	—	—
実施例 15	Bal	17.3	15.0	4.7	4.3	2.7	—	—	—	0.17	—	—	—	—	—	—	—
実施例 16	Bal	34.6	15.7	3.2	4.3	3.4	—	—	—	0.02	0.006	—	0.040	—	—	—	—
実施例 17	Bal	18.8	14.8	3.1	4.5	3.2	—	—	—	0.01	0.005	—	0.060	0.060	—	—	—
実施例 18	Bal	46.4	16.3	3.1	5.5	3.0	—	—	—	0.02	0.003	—	—	—	0.010	—	—
実施例 19	Bal	18.3	14.4	4.5	9.7	3.6	—	—	—	0.02	0.004	0.130	0.020	—	—	—	—
実施例 20	Bal	32.3	14.3	3.4	8.2	3.3	—	—	—	0.03	0.001	—	0.060	—	—	—	—
実施例 21	Bal	18.9	9.7	3.4	4.2	2.4	0.4	—	—	0.03	0.002	—	0.070	—	0.080	—	—
実施例 22	Bal	18.5	14.0	3.4	4.1	2.2	1.1	—	—	0.02	0.002	0.110	—	—	0.070	—	—
実施例 23	Bal	17.9	18.0	3.3	4.0	3.2	1.2	—	—	0.02	0.003	—	—	0.130	—	—	—
実施例 24	Bal	32.2	15.1	3.8	8.1	3.1	0.4	—	—	0.03	0.002	0.140	—	—	—	—	—
実施例 25	Bal	31.7	15.3	3.6	8.1	3.2	—	—	—	0.04	0.004	0.320	—	—	—	—	—

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

【表 2】

組成 (mass%)																	
	Co	Ni	W	Al	Cr	Ta	Nb	Ti	Zr	C	S	Mn	Mg	Ca	Ce	B	Fe
実施例26	Bal	32.5	14.8	3.4	8.5	3.5	—	—	—	0.04	0.001	0.080	0.050	0.050	—	—	—
実施例27	Bal	30.1	15.8	3.7	8.3	5.9	—	—	—	0.02	0.002	—	0.090	—	—	—	—
実施例28	Bal	34.2	16.0	3.9	8.2	2.8	0.6	—	—	0.02	0.002	0.090	—	0.070	—	—	—
実施例29	Bal	32.7	14.8	3.0	7.2	—	2.1	—	—	0.05	0.003	—	0.050	—	—	—	—
実施例30	Bal	45.5	15.5	3.5	8.0	5.5	—	—	—	0.02	0.001	—	0.020	—	—	—	—
実施例31	Bal	33.8	16.0	3.6	8.2	3.2	—	—	—	0.02	0.001	—	0.030	—	—	0.0300	—
実施例32	Bal	45.5	15.5	3.5	8.0	5.6	—	—	—	0.02	0.001	—	0.010	—	—	0.0020	3.5
比較例 1	Bal	18.8	26.7	8.2	8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比較例 2	Bal	16.2	19.8	3.6	22.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比較例 3	Bal	17.3	21.2	3.9	7.3	6.3	1.5	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—
比較例 4	Bal	17.8	20.8	4.9	7.0	2.9	—	4.5	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—
比較例 5	Bal	16.9	17.2	4.8	4.2	5.0	—	—	0.15	0.23	—	—	—	—	—	—	—
比較例 6	Bal	17.7	22.6	3.3	7.3	4.9	—	—	—	0.02	0.050	0.50	—	—	0.170	—	—
比較例 7	Bal	17.2	16.4	3.5	7.3	4.5	1.2	—	—	0.04	0.002	—	0.200	—	—	—	—
比較例 8	Bal	17.8	16.3	4.1	7.5	4.6	—	—	—	0.02	0.003	—	0.007	0.330	—	—	—
比較例 9	Bal	39.5	16.3	3.9	5.7	6.4	—	—	—	0.06	0.003	—	—	0.110	—	0.2	—
比較例10	Bal	38.7	16.4	4.5	5.5	5.6	1.3	—	—	0.15	0.010	—	0.011	0.500	—	0.030	8.7
比較例11	Bal	—	27.4	3.3	0.1	9.2	—	—	—	—	0.001	—	—	—	—	0.01	—
比較例12	Bal	17.7	26.8	3.3	0.5	4.9	—	—	—	—	0.001	—	—	—	—	0.02	—
比較例13	Bal	17.2	26.3	4.0	—	—	—	—	—	—	0.001	—	—	—	—	0.002	—

【0033】

[2. 試験方法]

[2. 1 第2相の体積率測定]

インゴットから1辺12mm、長さ30mmの直方体試料を切り出し、均質化熱処理を行った。

熱処理条件は、

- (1) 900～1300℃×16時間+空冷、
- (2) 1200℃×6～20時間+空冷、

10

20

30

40

50

の２種類とした。

熱処理後、鏡面に研磨した試料内部断面を光学顕微鏡（１００倍）にて組織観察を行い、第２相の体積率を測定した。体積率は、撮影画像を画像解析することにより算出した。第２相の体積率が１０％以下であるものを「○」、１０％を超えるものを「×」と評価した。

【００３４】

〔２．２ 熱間加工性〕

鑄造まま状態の試料、及び、９００℃、１２００℃又は１３００℃で１６時間の均質化熱処理を行った試料から、それぞれ引張試験片を切り出し、高温高速引張試験（グリーンブル試験）を行った。試験条件は、以下の通りである。

引張試験温度：９００～１３００℃の間で５０℃間隔（９水準）

引張速度：５０．８mm／sec

昇温：１００秒

保持：６０秒

鍛造加工に必要な破断絞り４０％以上が得られる温度を加工可能温度と定義し、加工可能温度の温度幅の広狭に応じて、熱間加工性をＡ～Ｄで評価した。

【００３５】

〔３． 結果〕

〔３．１ 熱処理の有無による第２相体積率及び加工性の改善〕

表３に、鑄造まま状態及び１２００℃×１６時間熱処理状態の第２相体積率及び熱間加工性の一例を示す。

比較例は、いずれも、鑄造まま状態では第２相体積率が１０％を超えており、絞りが４０％以上となる温度幅は、いずれも、１００℃未満であった。また、１２００℃×１６時間熱処理状態でも、第２相体積率は１０％を超えており、熱間加工性の改善も見られない。

【００３６】

これに対し、実施例は、鑄造まま状態でも第２相体積率が１０％以下になるものがある。また、鑄造まま状態において第２相体積率が１０％を超えた材料であっても、１２００℃×１６時間熱処理状態では、いずれも第２相体積率が１０％以下となった。

鑄造まま状態で第２相体積率が１０％以下である材料は、熱処理を行わなくても優れた熱間加工性を有していた。このような材料に対してさらに熱処理を行うと、合金元素の偏析が緩和されることにより、熱間加工性がさらに改善された。

さらに、鑄造まま状態で第２相体積率が高い材料であっても、均質化熱処理を実施することにより熱間加工性が改善された。

【００３７】

10

20

30

【表 3】

	鋳造まま状態		1200℃、16時間熱処理状態	
	体積率	熱間加工性	体積率	熱間加工性
実施例 2	×	C	○	B
実施例 4	×	D	○	C
実施例 6	×	D	○	B
実施例 7	×	D	○	B
実施例 8	×	D	○	B
実施例10	×	D	○	B
実施例11	×	D	○	B
実施例13	×	D	○	B
実施例16	×	C	○	A
実施例17	×	C	○	A
実施例20	×	D	○	A
実施例24	×	C	○	B
実施例25	×	D	○	A
実施例30	×	D	○	B
実施例31	×	D	○	A
実施例32	×	D	○	B
比較例 1	×	D	×	D
比較例 3	×	D	×	D
比較例 5	×	D	×	D
比較例 6	×	D	×	D
比較例10	×	D	×	D
比較例11	×	D	×	D
比較例12	×	D	×	D
比較例13	×	D	×	D

* 第 2 相体積率 ○ : 10%以下、× : 10%超

* 絞り40%以上温度幅 A : 300℃以上、B : 200℃以上300℃未満
 C : 100℃以上200℃未満、D : 100℃未満

【0038】

[3. 2 第 2 相体積率に及ぼす熱処理条件の影響]

表 4 に、第 2 相体積率に及ぼす熱処理温度の影響の一例を示す。また、表 5 に、第 2 相体積率に及ぼす熱処理時間の影響の一例を示す。

比較例は、いずれも、1000～1200℃×16時間の熱処理を行っても第 2 相体積率は10%を超えていた。また、熱処理温度が1200℃である場合、20時間の熱処理を行っても、第 2 相体積率は、いずれも10%を超えていた。

これに対し、実施例は、鋳造まま状態において第 2 相体積率が10%を超える材料であっても、1000℃以上の均質化熱処理を行うことによって、第 2 相が固溶して第 2 相体積率が10%以下になり、組織が均質化された。また、熱処理温度が1200℃である場合、12時間以上の熱処理で、第 2 相体積率をほぼ10%以下にすることができた。

【0039】

10

20

30

40

【表 4】

	第 2 相体積率			
	900℃処理材	1000℃処理材	1200℃処理材	1300℃処理材
実施例 2	×	○	○	○
実施例10	×	×	○	○
実施例18	×	○	○	○
実施例30	×	○	○	○
比較例 1	×	×	×	×
比較例 3	×	×	×	○
比較例 5	×	×	×	○
比較例11	×	×	×	×
比較例12	×	×	×	○
比較例13	×	×	×	○

* 第 2 相体積率 ○ : 10%以下、× : 10%超

* 熱処理条件 : 16h/AC

【 0 0 4 0 】

【表 5】

	第 2 相体積率				
	6h処理材	9h処理材	12h処理材	16h処理材	20h処理材
実施例 2	×	×	○	○	○
実施例10	×	×	×	○	○
実施例18	×	×	○	○	○
実施例30	×	×	○	○	○
比較例 1	×	×	×	×	×
比較例 3	×	×	×	×	×
比較例 5	×	×	×	×	×
比較例11	×	×	×	×	×
比較例12	×	×	×	×	×
比較例13	×	×	×	×	×

* 第 2 相体積率 ○ : 10%以下、× : 10%超

* 熱処理条件 : 1200℃/AC

【 0 0 4 1 】

[3 . 3 熱間加工性に及ぼす熱処理条件の影響]

表 6 に、熱間加工性に及ぼす熱処理条件の影響の一例を示す。

比較例は、熱処理温度によらず第 2 相体積率が 1 0 % を超えたため、熱間加工性の改善が見られなかった。

これに対し、実施例は、いずれも 1 2 0 0 ℃ で熱処理することによって、熱間加工性が改善した。しかしながら、1 3 0 0 ℃ × 1 6 時間の熱処理では、逆に熱間加工性が低下した。これは、熱処理温度が高すぎるために、材料の粒界酸化が内部まで進行し、粒界に起因する早期破断が生じたためと考えられる。表 3 ～ 6 より、第 2 相体積率を 1 0 % 以下と

10

20

30

40

50

し、かつ、熱間加工性を向上させるためには、均質化熱処理温度は、1000～1250℃が好ましいことがわかる。

【0042】

【表6】

	熱間加工性		
	900℃、16h熱処理材	1200℃、16h熱処理材	1300℃、16h熱処理材
実施例2	C	B	C
実施例5	D	C	D
実施例10	D	B	D
実施例13	D	C	D
実施例17	C	A	C
実施例18	C	B	D
実施例20	D	A	D
実施例21	C	B	D
実施例24	D	B	D
実施例25	C	A	C
実施例28	D	B	D
実施例30	C	B	D
実施例31	D	A	C
実施例32	D	B	D
比較例1	D	D	D
比較例3	D	D	D
比較例5	D	D	D
比較例9	D	D	D
比較例11	D	D	D
比較例12	D	D	D
比較例13	D	D	D

* 絞り40%以上温度幅 A : 300℃以上、B : 200℃以上300℃未満
C : 100℃以上200℃未満、D : 100℃未満

【0043】

以上、本発明の実施の形態について詳細に説明したが、本発明は、上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改変が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0044】

本発明に係るCo基合金は、ガスタービン部材、飛行機用エンジン部材、化学プラント部材、自動車エンジン部材、高温炉部材などの高温環境下で高強度が要求される各種部材に用いることができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	C 2 2 F 1/00	6 9 1 C
	C 2 2 F 1/00	6 5 1 B
	C 2 2 F 1/00	6 5 1 Z
	C 2 2 F 1/00	6 4 1 A
	C 2 2 F 1/00	6 5 0 A
	C 2 2 F 1/00	6 3 0 K
	C 2 2 F 1/00	6 8 3
	C 2 2 F 1/00	6 9 2 Z
	C 2 2 F 1/00	6 9 4 A
	C 2 2 F 1/00	6 9 4 B

- (72)発明者 大▲崎▼ 元嗣
愛知県名古屋市南区大同町二丁目 3 0 番地 大同特殊鋼株式会社研究開発本部内
- (72)発明者 植田 茂紀
愛知県名古屋市南区大同町二丁目 3 0 番地 大同特殊鋼株式会社研究開発本部内
- (72)発明者 清水 哲也
愛知県名古屋市南区大同町二丁目 3 0 番地 大同特殊鋼株式会社研究開発本部内
- (72)発明者 石田 清仁
宮城県仙台市青葉区青葉山 6 - 6 - 0 2
- (72)発明者 大森 俊洋
宮城県仙台市青葉区青葉山 6 - 6 - 0 2
- (72)発明者 長濱 大輔
埼玉県和光市中央 1 - 4 - 1 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 林 祐宏
埼玉県和光市中央 1 - 4 - 1 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 輪嶋 善彦
埼玉県和光市中央 1 - 4 - 1 株式会社本田技術研究所内