

(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2012-149343

(P2012-149343A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

F1

C22C 38/00 302Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2011-280638 (P2011-280638)
(22) 出願日 平成23年12月22日 (2011.12.22)
(31) 優先権主張番号 12/983, 413
(32) 優先日 平成23年1月3日 (2011.1.3)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人 100137545
弁理士 荒川 聡志
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合金

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ガスタービン等に使用され、粒界亀裂感受性の低い合金及び合金を形成する方法を提供する。

【解決手段】この合金は所定の粒界形態を有する。合金は、約0.06重量%超の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.6重量%未満のクロム、約3.9～約4.4重量%のニッケル、約2.5～約3.3重量%のニオブ、約1.4～約2重量%のチタン、約0.5重量%以下のアルミニウム、約0.006重量%以下のホウ素、約0.3重量%以下の銅、約0.006重量%以下の窒素及び約0.5重量%超のモリブデンを含む。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

約 0.06 重量% 超の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.6 重量% 未満のクロム、約 3.9 ~ 約 4.4 重量% のニッケル、約 2.5 ~ 約 3.3 重量% のニオブ、約 1.4 ~ 約 2 重量% のチタン、約 0.5 重量% 以下のアルミニウム、約 0.006 重量% 以下のホウ素、約 0.3 重量% 以下の銅、約 0.006 重量% 以下の窒素、約 0.5 重量% 超のモリブデンを含み、残部が鉄である、合金。

【請求項 2】

約 0.06 ~ 約 0.7 重量% の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.4 ~ 約 1.6 重量% のクロム、約 3.9 ~ 約 4.4 重量% のニッケル、約 2.5 ~ 約 3.3 重量% のニオブ、約 1.4 ~ 約 1.7 重量% のチタン、約 0.2 ~ 約 0.5 重量% のアルミニウム、約 0.006 重量% 以下のホウ素、約 0.3 重量% 以下の銅、約 0.006 重量% 以下の窒素及び約 0.8 ~ 約 2.7 重量% のモリブデンを含む、請求項 1 記載の合金。

10

【請求項 3】

約 0.06 重量% の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.5 重量% のクロム、約 4.0 重量% のニッケル、約 2.9 重量% のニオブ、約 1.5 重量% のチタン、約 0.45 重量% のアルミニウム、約 0.006 重量% のホウ素、約 0.3 重量% の銅、約 0.006 重量% の窒素及び約 2.5 重量% のモリブデンを含む、請求項 1 記載の合金。

【請求項 4】

0.06 重量% の炭素、0.0015 重量% 以下のイオウ、1.5 重量% のクロム、4.0 重量% のニッケル、2.9 重量% のニオブ、1.5 重量% のチタン、0.45 重量% のアルミニウム、0.006 重量% のホウ素、0.3 重量% の銅、0.006 重量% の窒素及び 2.5 重量% のモリブデンを含む、請求項 1 記載の合金。

20

【請求項 5】

合金の所定の粒界形態がジグザグ形態を含む、請求項 1 記載の合金。

【請求項 6】

合金が粒間亀裂に耐性である、請求項 1 記載の合金。

【請求項 7】

合金が約 1200 °F まで強度を維持する、請求項 1 記載の合金。

【請求項 8】

合金が脆化に耐性である、請求項 1 記載の合金。

30

【請求項 9】

約 0.06 重量% 以下の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.6 重量% 未満のクロム、約 3.9 ~ 約 4.4 重量% のニッケル、約 2.5 ~ 約 3.3 重量% のニオブ、約 1.4 ~ 約 2 重量% のチタン、約 0.5 重量% 以下のアルミニウム、約 0.006 重量% 以下のホウ素、約 0.3 重量% 以下の銅、約 0.006 重量% 以下の窒素、約 0.5 重量% 超のモリブデン、約 0.5 重量% 超のタングステンを含み、残部が鉄である合金。

【請求項 10】

約 0.06 ~ 約 0.7 重量% の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.4 ~ 約 1.6 重量% のクロム、約 3.9 ~ 約 4.4 重量% のニッケル、約 2.5 ~ 約 3.3 重量% のニオブ、約 1.4 ~ 約 1.7 重量% のチタン、約 0.2 ~ 約 0.5 重量% のアルミニウム、約 0.006 重量% 以下のホウ素、約 0.3 重量% 以下の銅、約 0.006 重量% 以下の窒素、約 0.8 ~ 約 2.7 重量% のモリブデン及び約 0.8 ~ 約 2.2 重量% のタングステンを含む、請求項 9 記載の合金。

40

【請求項 11】

約 0.06 重量% の炭素、約 0.0015 重量% 以下のイオウ、約 1.5 重量% のクロム、約 3.9.5 重量% のニッケル、約 2.9 重量% のニオブ、約 1.5 重量% のチタン、約 0.45 重量% のアルミニウム、約 0.006 重量% のホウ素、約 0.3 重量% の銅、約 0.006 重量% の窒素、約 1 重量% のモリブデン及び約 2 重量% のタングステンを含む、請求項 9 記載の合金。

50

【請求項 12】

0.06重量%の炭素、0.0015重量%以下のイオウ、1.5重量%のクロム、39.5重量%のニッケル、2.9重量%のニオブ、1.5重量%のチタン、0.45重量%のアルミニウム、0.006重量%のホウ素、0.3重量%の銅、0.006重量%の窒素、1重量%のモリブデン及び2重量%のタングステンを含む、請求項9記載の合金。

【請求項 13】

合金が重量で約0.000005重量%未満の窒素を含む、請求項9記載の合金。

【請求項 14】

合金がジグザグ形態を有する粒界を含む、請求項9記載の合金。

【請求項 15】

合金が粒間亀裂に耐性である、請求項9記載の合金。

【請求項 16】

合金が約1200°Fまで強度を維持する、請求項9記載の合金。

【請求項 17】

合金が脆化に耐性である、請求項9記載の合金。

【請求項 18】

モリブデン及びタングステンの1種以上が分散しているMC炭化物を含んでなる合金であって、MC炭化物が合金の粒界においてジグザグ形態を形成している、前記合金。

【請求項 19】

ジグザグ形態が結晶粒粗大化を機械的にブロックする、請求項18記載の合金。

【請求項 20】

MC炭化物がモリブデン及びタングステンを含む、請求項18記載の合金。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、合金及び合金を含む物品に関する。より具体的には、本発明は、合金及び所定の粒界形態を有する合金を含む物品に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン内の作動温度は熱的及び化学的に過酷である。鉄基、ニッケル基及びコバルト基超合金の開発、並びに酸化、高温腐食、等から超合金を保護することができる環境コーティングの使用により、高温能力のかなりの進歩が達成されているが、材料の性能を改良するためにコーティング系の開発が続けられている。

【0003】

ガスタービンの圧縮機部分で、大気中の空気が大気圧の10～25倍に圧縮され、この過程で800～1250°F(427～677℃)に断熱的に加熱される。この加熱され圧縮された空気は燃焼器に送られ、そこで燃料と混合される。この燃料が点火され、その燃焼過程によってガスが3000°F(1650℃)を超える非常に高い温度に加熱される。これら高温のガスはタービン及び排気系を通過し、このタービンでは回転するタービンディスクに固定された翼形部でエネルギーを抽出してタービンのファンと圧縮機を駆動し、排気系ではガスが航空機を推進するのに十分な推進力を提供する。タービンの作動効率を改良するために、燃焼温度は上昇して来ている。当然、燃焼温度が上げれば、これら高温の燃焼ガスの流路を形成する材料の熱的劣化を防ぐ措置を講じなければならない。

【0004】

ある種の公知の合金を使用すると、かかる条件下で粗い粒度と粒界亀裂が生じる。例えば、粗い粒度と粒界亀裂はInconel Alloy 706のローターやタービンディスクのような部品で問題になり得ることがよく知られている(InconelはInco Alloys International社(米国ウェストヴァージニア州ハンティントン)の登録商標である)。AMS規格5703Bで規定されているように、Inconel Alloy 706は、炭素0.06重量%以下、マンガン0.35重量%以

10

20

30

40

50

下、リン 0.35 重量%以下、イオウ 0.015 重量%以下、クロム 14.5 ~ 17.5 重量%、ニッケル 39 ~ 44 重量%、ニオブ 2.5 ~ 3.3 重量%、チタン 1.5 ~ 2 重量%、アルミニウム 0.4 重量%以下、ホウ素 0.006 重量%以下、銅 0.3 重量%以下、残部の鉄という組成を有する。

【0005】

公知のプロセスは、この亀裂の発生に対する感受性を、鍛造プロセス及び熱処理プロセスに焦点を合わせることによって矯正しようとしている。例えば、二段階及び三段階の時効プロセスを使用して、粒界に沿った亀裂の成長速度を低下させる。相を粒界に沿って生成させている。しかし、この時効化熱処理は、鍛造中及び/又は溶体化熱処理中に制御されない結晶粒成長が既に起きた後に行われる。結果として、鍛造品は通例極めて粗い粒度を有しており、これは粒間亀裂感受性を増大することができる。

10

【0006】

Inconel Alloy 706 はまた粒界炭化物膜を形成し得る。クロム含有率の高い炭化物は鍛造温度で容易に溶解することができる。その結果、クロムは、冷却中粒界に沿って炭化物膜として再分配される。このため、脆化が起こり得、また粒間亀裂感受性が大きく増大し得る。

【0007】

公知の合金ではレニウムを添加し、アルミニウム - ニオブの比を変えて、 γ 相の粗大化率を低減している。しかし、これらのアプローチは結晶粒粗大化及び粒間亀裂に対して効果がなかった。他の公知の合金では、クロム含有率を増大させ（例えば、約 18% まで）、チタン含有率を増大させている（例えば、約 1.9% まで）。これによって、低下した延性を有するより強い合金が創成される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】米国特許第 5 4 1 4 7 1 2 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記欠点をもたない、粒度と粒界を制御する合金及びその形成方法が当技術分野で望ましい。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示の代表的な実施形態によると、合金は、約 0.06 重量%超の炭素、約 0.0015 重量%以下のイオウ、約 16 重量%未満のクロム、約 39 ~ 約 44 重量%のニッケル、約 2.5 ~ 3.3 重量%のニオブ、約 1.4 ~ 約 2 重量%のチタン、約 0.5 重量%以下のアルミニウム、約 0.006 重量%以下のホウ素、約 0.3 重量%以下の銅、約 0.006 重量%以下の窒素、約 0.5 重量%超のモリブデンを含み、残部は鉄である。

【0011】

本開示の別の代表的な実施形態によると、合金は、約 0.06 重量%以下の炭素、約 0.0015 重量%以下のイオウ、約 16 重量%未満のクロム、約 39 ~ 約 44 重量%のニッケル、約 2.5 ~ 約 3.3 重量%のニオブ、約 1.4 ~ 約 2 重量%のチタン、約 0.5 重量%以下のアルミニウム、約 0.006 重量%以下のホウ素、約 0.3 重量%以下の銅、約 0.006 重量%以下の窒素、約 0.5 重量%超のモリブデン、約 0.5 重量%超のタングステンを含み、残部は鉄である。

40

【0012】

本開示の別の代表的な実施形態によると、合金は、モリブデン及びタングステンの 1 種以上が分散した MC 炭化物を含み、この MC 炭化物は MC 炭化物の粒界においてジグザグ形態を形成している。

【0013】

50

本発明のその他の特徴及び利点は、本発明の原理を例示する添付の図面と関連した好ましい実施形態の以下のより詳細な説明から明らかとなる。

【発明を実施するための形態】

【0014】

制御された粒度と粒界を有する合金及び合金の形成方法が提供される。本開示の実施形態は、粒間亀裂に耐性である、脆化に耐性である、ジグザグ形態のような所望の粒界形態を形成する、結晶粒粗大化を遅らせる、本合金から形成された部品の有用寿命を延ばす、本合金から形成された部品をモニターするための点検間隔を延ばす、高温でのガスタービンの作動を許容することにより効率を改良する及びこれらの組合せを示す。この合金はあらゆる適切な部品の一部であることができる。例えば、この合金は、例えばガスタービンのローター又はタービンディスクであることができる。

10

【0015】

代表的な実施形態では、ある組成範囲を有する合金は所定の粒界を含む。一実施形態では、所定の粒界形態はジグザグ形態を含む。ジグザグ形態を有する合金を形成することにより、この合金は、粒間亀裂に耐性である、約1200°Fまで強度を維持する、脆化に耐性である、高い再結晶化温度を有し、従って、結晶粒成長の傾向が少ない及びこれらの組合せを示す。

【0016】

一実施形態では、組成範囲は、約0.06重量%超の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.6重量%未満のクロム、約3.9~約4.4重量%のニッケル、約2.5~約3.3重量%のニオブ、約1.4~約2重量%のチタン、約0.5重量%以下のアルミニウム、約0.006重量%以下のホウ素、約0.3重量%以下の銅、約0.006重量%以下の窒素、約0.5重量%超のモリブデン、残部は鉄である。別の実施形態では、合金は、約0.06~約0.7重量%の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.4~約1.6重量%のクロム、約3.9~約4.4重量%のニッケル、約2.5~約3.3重量%のニオブ、約1.4~約1.7重量%のチタン、約0.2~約0.5重量%のアルミニウム、約0.006重量%以下のホウ素、約0.3重量%以下の銅、0.006重量%以下の窒素、約0.8~約2.7重量%のモリブデンを含み、残部は鉄である。

20

【0017】

一実施形態では、合金はある組成を含む。一実施形態では、この組成は、約0.06重量%の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.5重量%のクロム、約4.0重量%のニッケル、約2.9重量%のニオブ、約1.5重量%のチタン、約0.45重量%のアルミニウム、約0.006重量%のホウ素、約0.3重量%の銅、約0.006重量%の窒素、約2.5重量%のモリブデン、残部は鉄である。別の実施形態では、組成は、0.06重量%の炭素、0.0015重量%以下のイオウ、1.5重量%のクロム、4.0重量%のニッケル、2.9重量%のニオブ、1.5重量%のチタン、0.45重量%のアルミニウム、0.006重量%のホウ素、0.3重量%の銅、0.006重量%の窒素、2.5重量%のモリブデン、残部は鉄である。

30

【0018】

一実施形態では、合金は、約0.06重量%以下の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.6重量%未満のクロム、約3.9~約4.4重量%のニッケル、約2.5~約3.3重量%のニオブ、約1.4~約2重量%のチタン、約0.5重量%以下のアルミニウム、約0.006重量%以下のホウ素、約0.3重量%以下の銅、約0.006重量%以下の窒素、約0.5重量%超のモリブデン、約0.5重量%超のタンゲステン及び残部の鉄という組成範囲を含む。別の実施形態では、合金は重量で約0.000005重量%未満の窒素を含む。この実施形態では、硬い規則的な形状の粒子であり亀裂開始部位として働く(TiC)N粒子の存在は、低減又は排除される。

40

【0019】

一実施形態では、合金は、約0.06~約0.7重量%の炭素、約0.0015重量%以下のイオウ、約1.4~約1.6重量%のクロム、約3.9~約4.4重量%のニッケル、約2

50

． 5 ～ 約 3 ． 3 重量 % のニオブ、約 1 ． 4 ～ 約 1 ． 7 重量 % のチタン、約 0 ． 2 ～ 約 0 ． 5 重量 % のアルミニウム、約 0 ． 0 0 6 重量 % 以下のホウ素、約 0 ． 3 重量 % 以下の銅、約 0 ． 0 0 6 重量 % 以下の窒素、約 0 ． 8 ～ 約 2 ． 7 重量 % のモリブデン、約 0 ． 8 ～ 約 2 ． 2 重量 % のタングステンを含み、残部は鉄である。

【 0 0 2 0 】

一実施形態では、合金は、約 0 ． 0 6 重量 % の炭素、約 0 ． 0 0 1 5 重量 % 以下のイオウ、約 1 5 重量 % のクロム、約 3 9 ． 5 重量 % のニッケル、約 2 ． 9 重量 % のニオブ、約 1 ． 5 重量 % のチタン、約 0 ． 4 5 重量 % のアルミニウム、約 0 ． 0 0 6 重量 % のホウ素、約 0 ． 3 重量 % の銅、約 0 ． 0 0 6 重量 % の窒素、約 1 重量 % のモリブデン、約 2 重量 % のタングステンを含み、残部は鉄である。

10

【 0 0 2 1 】

一実施形態では、合金は、0 ． 0 6 重量 % の炭素、0 ． 0 0 1 5 重量 % 以下のイオウ、1 5 重量 % のクロム、3 9 ． 5 重量 % のニッケル、2 ． 9 重量 % のニオブ、1 ． 5 重量 % のチタン、0 ． 4 5 重量 % のアルミニウム、0 ． 0 0 6 重量 % のホウ素、0 ． 3 重量 % の銅、0 ． 0 0 6 重量 % の窒素、1 重量 % のモリブデン、2 重量 % のタングステンを含み、残部は鉄である。

【 0 0 2 2 】

本合金を形成する代表的な方法において、モリブデン及びタングステンの 1 種以上を有する M C 炭化物を分散させる。M C 炭化物は結晶粒粗大化を機械的にブロックし、粒界にジグザグ形態を生成する。一実施形態では、M C 炭化物はモリブデンとタングステンを含む。

20

【 0 0 2 3 】

好ましい実施形態を参照して本発明を説明して来たが、当業者には理解されるように、本発明の範囲から逸脱することなく様々な変更をなすことができ、またその要素に代えて等価物を使用することができる。加えて、特定の状況又は材料を本発明の教示に適合させるために、その本質的な範囲から逸脱することなく、多くの修正をなすことができる。従って、本発明は、本発明を実施するための最良の態様として開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明は特許請求の範囲内に入る全ての実施形態を包含するものである。

フロントページの続き

- (72)発明者 ガンジャン・フェン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 ジョージ・エイ・ゴラー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 レイモンド・ジョセフ・ストニッシュ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 ジェyson・アール・パロリーニ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 シャン・リュ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

【外国語明細書】
2012149343000001.pdf