

(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2010-5698

(P2010-5698A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B22C 9/04 (2006.01)	B22C 9/04 E	4E092
B22D 21/00 (2006.01)	B22D 21/00 C	4E093
B22C 9/22 (2006.01)	B22C 9/04 C	
B22C 1/04 (2006.01)	B22C 9/22 C	
B22C 1/08 (2006.01)	B22C 1/04	

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-148181 (P2009-148181)
 (22) 出願日 平成21年6月23日 (2009. 6. 23)
 (31) 優先権主張番号 12/145, 459
 (32) 優先日 平成20年6月24日 (2008. 6. 24)
 (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・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 保護層を有する合金鑄造品及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 鑄造品の表面に保護層が設けられた合金鑄造品を提供する。

【解決手段】 鑄造品 1 2 の表面 1 6 に連続自然酸化層を設け、液体金属の攻撃に対して耐性であり、かつ保護層 1 4 は合金中に存在する元素の酸化物としてクロミア、ニオブ、チタニア、タンタラ、シリカ、ジルコン、イットリア又はこれらの組合せを含む鑄型内側皮膜を形成し、合金鑄造品の表面に保護層を形成する方法を提供する。この方法は、鑄型に合金を配置し、合金の元素を酸化して鑄造品の表面に保護層を形成することを含む。

【選択図】 図 1

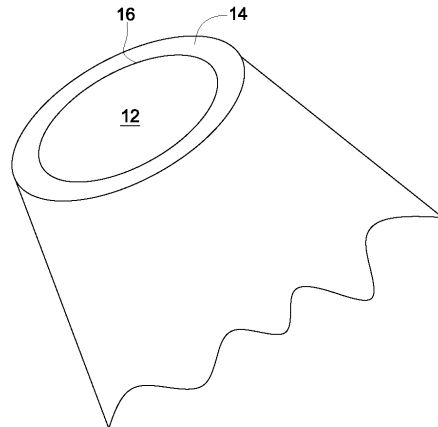


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鑄造品の表面に保護層が設けられた合金鑄造品であって、該保護層が液体金属の攻撃に対して耐性であり、かつ該保護層が合金中に存在する元素の酸化物を含んでなる合金鑄造品。

【請求項 2】

前記合金がニッケル又はコバルト又はチタン又は鉄又はこれらの組合せを含む、請求項 1 記載の合金鑄造品。

【請求項 3】

前記合金がアルミニウムを含む、請求項 1 記載の合金鑄造品。

10

【請求項 4】

前記酸化物が酸化アルミニウムを含む、請求項 1 記載の合金鑄造品。

【請求項 5】

前記保護層が鑄造品の表面全体で実質的に連続的である、請求項 1 記載の合金鑄造品。

【請求項 6】

前記保護層の厚さが約 0.5 ~ 約 50 μm の範囲である、請求項 1 記載の合金鑄造品。

【請求項 7】

前記鑄造品がガスタービンエンジンの翼形部に使用される、請求項 1 記載の合金鑄造品。

【請求項 8】

鑄造品の表面に連続自然酸化物層が設けられたニッケル基合金の鑄造品であって、該自然酸化物層が液体金属の攻撃に対して耐性である鑄造品。

20

【請求項 9】

合金の鑄造品の表面に保護層を形成する方法であって、
 鑄型に合金を配置し、
 合金の元素を酸化して、鑄造品の表面に保護層を形成することを含んでなる方法。

【請求項 10】

前記鑄型が、合金の 1 種以上の元素に対して反応性であって他の元素に対しては比較的反應性が低いか又は不活性である内側皮膜を含む、請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】

前記鑄型の内側皮膜が、クロミア、ニオブ、チタニア、タンタラ、シリカ、ジルコン、イットリア又はこれらの組合せを含む、請求項 9 記載の方法。

30

【請求項 12】

前記保護層の少なくとも一部分が鑄造品の表面に結合している、請求項 9 記載の方法。

【請求項 13】

前記酸化が、鑄型の内側皮膜に由来する 1 種以上の物質を合金中に存在するアルミニウムと反応させることを含む、請求項 9 記載の方法。

【請求項 14】

前記酸化が、合金又は鑄造品を酸化性雰囲気に暴露して、合金中に存在するアルミニウム金属の酸化を促進するを含む、請求項 9 記載の方法。

40

【請求項 15】

前記酸化性雰囲気が不活性キャリアで希釈された酸素源を含む、請求項 14 記載の方法。

【請求項 16】

前記酸素源が一酸化炭素、酸素、二酸化炭素、湿気又はこれらの組合せを含む、請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】

前記不活性キャリアがアルゴンを含む、請求項 15 記載の方法。

【請求項 18】

前記酸化性雰囲気が、酸素源及び不活性キャリアの混合物の総量の約 2 ~ 約 20 % の範囲の酸素源を含む、請求項 15 記載の方法。

50

【請求項 19】

前記酸素源が約 10%の一酸化炭素及び約 90%のアルゴンを含む、請求項 15 記載の方法。

【請求項 20】

前記保護層の厚さが約 0.5 ~ 約 50 μm の範囲である、請求項 9 記載の方法。

【請求項 21】

前記鑄型がジルコニア、ジルコン、シリカ、アルミナ又はこれらの組合せを含む、請求項 9 記載の方法。

【請求項 22】

前記保護層の少なくとも一部分を合金の鑄造品と同時に形成する、請求項 9 記載の方法。 10

【請求項 23】

前記保護層の少なくとも一部分が鑄型の表面と結合していない、請求項 9 記載の方法。

【請求項 24】

鑄造品上に酸化アルミニウム層を形成する方法であって、

鑄型の内面に皮膜が設けられた鑄型を準備し、

鑄型に合金を配置する

ことを含んでなり、合金中のアルミニウムの少なくとも一部分が皮膜中の成分の一部分を還元して酸化アルミニウムを形成する方法。

【請求項 25】

鑄造品上に酸化アルミニウム層を形成する方法であって、 20

鑄型を準備し、

鑄型に合金を配置して鑄造品を形成し、

鑄型に酸化性雰囲気を提供して合金中に存在するアルミニウムの少なくとも一部分を酸化する

ことを含んでなる方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に合金鑄造品の分野に関し、具体的には液体冷却された合金鑄造品及びその製造方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

一般に、超合金鑄造品は、約 700 より高い高温で熔融金属を鑄型に注入することによって鑄型内で形成される。通例、鑄型を液体金属浴に入れて、鑄型を冷却すると共に溶融体の凝固を促進する。液体金属浴中の金属は、比較的低い密度、低い融点（700 未満）及び低い価格を有するのが望ましい。通例金属浴に使用される金属として、リチウム（186）、ナトリウム（98）、マグネシウム（650）、アルミニウム（660）、カリウム（63）、亜鉛（419）、インジウム（156）、スズ（232）、アンチモン（630）、セシウム（28）、テルル（450）などがある。リチウム、ナトリウム、カリウム及びセシウムのような金属は融解温度が低いが、非常に可燃性であるため安全上の問題を引き起こす。一方、亜鉛やアンチモンのような金属は蒸気圧が低く、そのためこれらの金属は蒸発して鑄造合金を汚染する危険がある。水銀のようなその他の金属の幾つかは毒性がある。アルミニウム及びスズは液体金属浴用として一般に好ましい金属である。アルミニウムはスズより融点が高い。すぐ分かるように、鑄造品と冷却剤（液体金属浴）との間の熱伝達は温度差の関数であり、従って、液体スズはその融点が高いことから、通例、鑄造品から熱を除去する点で液体アルミニウムより好ましい。 40

【0003】

鑄造プロセスには非常に高い温度が関与するため、鑄型は亀裂を生じ易い。例えば、鑄型と鑄型の内部の超合金との間の熱膨張率の不一致の結果鑄型に亀裂が生じ得る。一端亀 50

裂が生じると、液体スズが鋳型中に浸透し鋳造品を汚染する可能性がある。液体スズは鋳造品の表面を攻撃し、鋳造品の表面にピットを生成する。すぐ分かるように、ピットは鋳造品の表面から芯に向かって延びる欠陥である。ピットの生成はスズと超合金の成分との反応に起因し、その結果スズ化合物が生成する。

【0004】

かかる鋳造品におけるピットの生成を回避するためのもっともらしい解決策は、亀裂を生じることがなく、従って液体金属が鋳造品表面と接触するのを防止する鋳型を製造することである。しかし、かかる鋳型を製造することは今まで可能ではなかった。さらに、かかる強固な鋳型は、鋳造品と鋳型との間の熱膨張の不一致に起因して鋳造品に亀裂を生じることがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、鋳造品に対して液体金属の攻撃に耐性の層をもたらして、鋳造品におけるピットの生成を低減又は排除することによって、鋳造品の表面仕上げを改良する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本技術の1つの態様では、鋳造品の表面に保護層が設けられた合金鋳造品を提供する。保護層は、液体金属の攻撃に対して耐性であり、合金中に存在する元素の酸化物を含む。

【0007】

本技術の別の態様では、鋳造品の表面に連続自然酸化物層が設けられたニッケル基合金の鋳造品を提供する。自然酸化物層は液体金属の攻撃に対して耐性である。

【0008】

本技術のさらに別の態様では、合金の鋳造品の表面に保護層を形成する方法を提供する。この方法では、鋳型に合金を配置し、合金の元素を酸化して鋳造品の表面に保護層を形成する。

【0009】

本技術の別の態様では、鋳造品上に酸化アルミニウム層を形成する方法を提供する。この方法は、鋳型の内面に内側皮膜が設けられた鋳型を準備し、鋳型に合金を配置することを含んでおり、合金中のアルミニウムの少なくとも一部分が、内側皮膜中の成分の一部分を還元して酸化アルミニウムを形成する。

【0010】

本技術のさらに別の態様では、鋳造品上に酸化アルミニウム層を形成する方法を提供する。この方法では、鋳型を準備し、鋳型に合金を配置して鋳造品を形成し、鋳型に酸化性雰囲気を提供して合金中に存在するアルミニウムの少なくとも一部分を酸化する。

【0011】

本発明の上記及びその他の特徴、態様及び利点は、添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むことによって、さらに良く理解されるであろう。図面全体を通して、類似の文字・符号は類似の部分を表す。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本技術の幾つかの実施形態に従う保護層を有する合金鋳造品の透視図である。

【図2】図2は、本技術の幾つかの実施形態に従う保護層を有する鋳造品を形成する方法を説明するフローチャートである。

【図3】図3は、図2を参照して記載した代表的な方法による保護層を有する合金鋳造品を形成するための装置の断面側面図である。

【図4】図4は、本技術の幾つかの実施形態に従って合金鋳造品上に保護層を形成する代替の方法を説明するフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図5】図5は、本技術の幾つかの実施形態に従って合金鑄造品上に保護層を形成する代わりの方法を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本明細書には、液体金属の攻撃に対して耐性である保護層を有する合金鑄造品及びその製造方法が記載されている。図1は、合金材料を含む合金鑄造品12及び保護層14の透視図である。本明細書で用いる「合金」という用語には、高温及び高い応力（引張、熱的、振動及び衝撃）に耐えることができる合金である超合金が包含される。幾つかの実施形態では、合金は、ニッケル、コバルト、鉄、チタン又はこれらの組合せを含み得る。合金はまた、比較的少ない量の1種以上のモリブデン、タングステン、ニオブ又はその他の耐火性金属を含んでいてもよい。幾つかの実施形態では、合金はアルミニウムを含む。

10

【0014】

幾つかの実施形態では、本技術は鑄造合金部品の表面仕上げの改良を容易にする。液体金属冷却鑄造法で製造された合金部品の従来の鑄造品は、合金と液体のスズ冷却剤との間の反応に起因するピットを含有する。本技術は、実質的に不透過性の保護層14を合金鑄造品12の表面16上に設けることによって、合金鑄造品12の表面16と液体金属冷却剤との間の反応を排除するか又は少なくとも低減する。幾つかの実施形態では、この保護層14は合金中に存在する元素の酸化物を含む。一例では、保護層14は酸化アルミニウムを含み得る。一実施形態では、ニッケル基合金は、鑄造品12の表面に設けられた酸化アルミニウム層のような連続自然酸化物層を含む。この実施形態では、自然酸化物層は液体金属の攻撃に対して耐性である。保護層14は、合金中のアルミニウムと反応性であるように選択された鑄型の内面の内側皮膜（フェースコート）と合金との反応によって又は合金のアルミニウムに対して酸化性であるが、合金のニッケル、コバルト又は耐火性金属に対しては比較的応答性が低い雰囲気中で鑄造品を製造することによって、創成することができる。

20

【0015】

幾つかの実施形態では、保護層14は液体金属の攻撃に対して耐性である酸化物層を含み得る。この実施形態では、保護層14は、液体金属が合金を汚染したり合金の金属と反応したりするのを防止する。保護層14は自然酸化物、すなわち合金中に存在する1種以上の元素の酸化物を含み得る。幾つかの実施形態では、酸化アルミニウムは酸化物層14の大部分を構成する。合金中の元素の1つとしてクロムが存在する場合、酸化クロムのような他の酸化物も形成され得る。

30

【0016】

通例、保護層14は、底面（鑄型の底部に近い方の面）及び鑄型側壁に隣接する側壁上に形成される。保護層14は鑄造品12の表面16全体で実質的に連続である。本明細書で用いる「実質的に連続」という用語は、鑄造品12の表面16の一部にしか保護層14が設けられていない可能性がある場合を具現化している。一部とは、数ミクロンの範囲であり得る。かかる不連続性は鑄造プロセス中制御され得ない幾つかの要因に基づいて起こり得る。例えば、不連続性は、酸化物を形成する酸素又は（酸化されることになる）金属がうまく利用できないことによって生じ得る。酸化物層の厚さは合金鑄造品の表面全体で均一であってもなくてもよい。鑄造品上の保護層の厚さは約0.5～約50 μm の範囲でよい。一実施形態では、保護層の少なくとも一部分は溶融体の鑄造と同時に形成される。一実施形態では、合金鑄造品は鑄造品の表面に連続自然酸化物層が設けられたニッケル基合金を含む。

40

【0017】

幾つかの実施形態では、本技術の合金鑄造品はガスタービン用の翼形部、ガスタービン用の構造部品、ケーシング、リング、排気管及び燃焼部品、機体用の航空機構造物及び部品、自動車産業向けのターボチャージャーインペラー及びホイール、並びにその他の「高応力」部品に使用できる。

【0018】

50

幾つかの実施形態では、合金鑄造品の表面に保護層を形成する方法を提供する。図2は、保護層を有する合金鑄造品を製造する代表的な方法を示すフローチャート18の図である。ブロック20で、合金を鑄型に注入する。ブロック22では、合金の元素を酸化して鑄造品の表面に保護層を形成する。図2に関連して記載した方法を実施するための代表的な装置は図3に示す。

【0019】

図3に示されているように、装置24は液体金属浴28内に入れた鑄型26を含む。装置24は通例制御された雰囲気を含む容器内に入れられる。例えば、容器は炉を含んでもよい。鑄型26は、矢印32で示すように鑄型に注入される合金30を受容するようになっている。

10

【0020】

鑄型26はセラミック鑄型であり得る。例えば、鑄型26はジルコニア、ジルコン、シリカ、アルミナ又はこれらの組合せから製造される。鑄型26は合金30の高温に程良く耐えるように構成されている。すなわち、セラミック鑄型26は、1以上の小さい亀裂を生じる(図示していない)ことを除いて、合金30を受容する際に多かれ少なかれ一体化されたままでいる。合金30が凝固して鑄造品36を形成するプロセスは鑄型26内で底部38から頂部40に向かって進行する。鑄型に亀裂が生じた場合、亀裂を通して液体金属34が合金鑄造品中に浸透してこれを汚染する可能性がある。液体金属34の侵入による鑄造品36の汚染を防止するために、本技術の幾つかの実施形態では、鑄造品36の表面44上に保護層42を設置又は形成する。保護層42は、最初は鑄造品の底面46において生成し始め、鑄造品36の側壁48に沿って徐々に前進する。図4に関して詳細に説明するように、幾つかの実施形態では、鑄型26は、鑄型26の内面に皮膜50を含む。これらの実施形態では、合金30の1種以上の元素が鑄型26の内側皮膜50の1種以上の成分を還元して鑄造品36の表面46及び48上に保護層42を形成し得る。或いは、図5に関して詳細に述べるように、保護層42は、鑄造品36の凝固の直前、凝固中又は凝固後に酸化性雰囲気を鑄造品36に提供することによって形成することができる。こうして形成される鑄造品36は、主として鑄造品36に結合した保護層42を含む。しかし、幾つかの例においては、保護層42の一部分が鑄型26に結合していてもよい。鑄造品36の温度が低下するにつれて、鑄造品36は収縮し、保護層42の少なくとも一部分と共に鑄型壁から離れることがある。一実施形態では、保護層42の少なくとも一部分は鑄型26の表面に結合していない。

20

30

【0021】

図4は、鑄造品上に保護層を設けるためのフローチャート54を図解する。ブロック56で、鑄型の内面に皮膜が設けられた鑄型を準備する。内側皮膜は合金の1種以上の元素に対して反応性であり得る。さらに、内側皮膜は合金のその他の元素に対して不活性又は非反応性であり得る。幾つかの実施形態では、内側皮膜はクロミア、ニオブ、チタニア、タンタラ、シリカ、ジルコン、イットリア又はこれらの組合せを含み得る。ブロック58において、鑄型に合金を配置する。一例では、合金中に存在するアルミニウムの一部分が内側皮膜中に存在する酸化ケイ素(シリカ)のような成分の少なくとも一部分を還元して、鑄造品の表面に酸化アルミニウム層を形成する。酸化アルミニウムに加えて、クロミアのような他の酸化物が酸化物層内に存在してもよい。

40

【0022】

図5は、鑄造品上に保護層を形成する代表的な方法を表すフローチャート60を図解する。ブロック62で、先に述べたように鑄型を準備するが、この鑄型はセラミック鑄型であり得る。ブロック64において、鑄型に合金を配置して鑄造品を形成する。ブロック66で、酸化性雰囲気を鑄型に導入して、合金中に存在するアルミニウムの少なくとも一部分を酸化する。酸化性雰囲気は、合金が凝固する直前、その間又はその後導入し得る。一実施形態では、酸化性雰囲気は不活性キャリアで希釈された酸素源を含む。酸素源の非限定例としては、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、湿気又はこれらの組合せを挙げることができる。一例では、不活性キャリアはアルゴンを含み得る。一実施形態では、酸化性雰

50

囲気は酸素源と不活性キャリアの混合物の総量の約2～約20%をなす。一例では、酸化性雰囲気は約10%の一酸化炭素と約90%のアルゴンを含む。

【実施例】

【0023】

以下の実施例で使用したセラミック鑄型はインベストメント鑄造産業で普通に行われている鑄型構築法を用いて実験室で製造した。鑄型を構築するのに用いたアルミナ、ジルコニア、ジルコン及びシリカのような成分はBrenntag Specialties社（米国ニュージャージー州サウス・プレインフィールド、クーリッジ・ストリート1000）及びNorton Materials社（米国マサチューセッツ州ウスター、ニュー・ボンド・ストリート1）のようなセラミック粉末供給業者から入手した。アルゴン、CO及びCO₂ガスはAirgas East社（米国コネティカット州チェシャー、マッカンズランド・コート325）から入手した。方向性凝固炉はALD Vacuum Technology社（ドイツ連邦共和国ハーナウ、ヴィルヘルム・ローン・シュトラッセ35）から入手した。

10

【0024】

実施例 1

アルミナ系内面（フェースコート）を有するセラミック鑄型を使用した。鑄型の内面は、コロイド状シリカ中にアルミナ粉末を混合することによって調製したスラリーから調製した。暫定パターン（例えばワックス）をスラリー中に浸漬した後、この浸漬した後のパターン上に乾燥アルミナ粒子を篩い分け（sieving）して鑄型内面を形成した。スラリー浸漬とその後のアルミナ篩い分けの工程を二回繰り返した。これら2つの内面層の後、スラリー浸漬とそれに続くアルミナ篩い分けの工程をさらに10回繰り返したが、これらのバックアップ層にはより大きいアルミナ粒子を使用した。この際、スラリーと粒子の各コーティングを空気乾燥した後、その後のコーティングを設けた。蒸気オートクレーブを用いて暫定パターンを鑄型から除去した。その後、鑄型を約1000の温度で、鑄型を安定化するのに有効な時間焼成した。次に、このアルミナ系鑄型を、殊に鑄造中追加の冷却のための液体スズのポットを備えた方向性凝固炉内に入れた。方向性凝固炉において、鑄型を、最初にヒーター内で真空中約1500～約1550の範囲の温度に予熱した。別途、投入量のニッケル基超合金をるつぼ内で溶融させ、この溶融した合金を、予熱した鑄型に真空雰囲気中に入れた。超合金は、7.5重量%のCo、9.75重量%のCr、4.2重量%のAl、7.5重量%のTi、0.5重量%のNb、4.8重量%のTa、1.5重量%のMo、6重量%のW、0.15重量%のHf、0.08重量%のC、0.009重量%のBを含み、残部がNiであった。次に、溶融した超合金で満たした鑄型をヒーターから引き出し、同様に真空雰囲気内で溶融したスズのポット中に浸漬した。引き出しの完了時に、液体スズで冷却された鑄型をスズポットから取り出した時、鑄型に亀裂が生じ鑄型に内部にスズが侵入している徴候を示していた。次いで、この鑄型を機械的に叩いて緩め、凝固した超合金鑄造品を露出させた。鑄造品はスズで覆われていたが、これは液体スズで増強された凝固プロセス中に鑄型に侵入した。その後、超合金鑄造品の回りのスズ材料を機械的手段と化学的洗浄によって除去した。スズ材料の化学的洗浄後、超合金鑄造品の表面を目視又は低い倍率の顕微鏡で検査して、表面ピットの形態にあるスズと金属表面の反応の程度を決定した。

20

30

40

【0025】

この実施例では、真空雰囲気中での鑄造にアルミナ系の内面を有する鑄型を使用した。超合金鑄造品の表面には高度のスズピットが見られた。高度の表面ピットは望ましくないと考えられる。

【0026】

実施例 2

この実施例では、実施例1と同様なアルミナ系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固実験に使用した。しかし、この第2の実施例では、鑄型予熱、超合金溶融、鑄型引き出し及びスズ浸漬の工程は、実施例1で用いたような真空中ではなくアルゴン

50

と10%のCOを含む流動ガス混合物中で行った。アルゴン+10%CO混合物の流量は5立方フィート/時に設定した。

【0027】

アルゴン+10%COガス混合物を用いて得られた鑄造品も、超合金鑄造品の表面に高度のスズピットの生成を示すことが判明した。すなわち、この第2の実施例は、アルミナ系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用した場合アルゴン+10%COガス雰囲気を使用しても超合金鑄造品の表面品質が改良されなかったことを示していた。

【0028】

実施例3

この実施例では、ケイ酸ジルコニウム（ジルコン）系内面（フェースコート）を有するセラミック鑄型を使用した。この実施例で用いた鑄型の内面は、コロイド状シリカ中にジルコン粉末を混合することによって形成されたスラリーから調製した。暫定パターンをスラリー中に浸漬した後乾燥アルミナ粒子を浸漬した後のパターン上に篩い分けして鑄型内面を形成した。スラリー浸漬とその後のアルミナ篩い分けの工程を二回繰り返した。2つの内面層の形成後、実施例1に記載した工程を使用して追加の10のバックアップ層を構築した。次に、この鑄型を約1000の温度で鑄型を安定化するのに有効な時間焼成した。

【0029】

このように、この実施例で使用したセラミック鑄型は、実施例1及び実施例2で用いたものとは内面の構成の点でのみ異なっていた。鑄型の内面はジルコン+コロイド状シリカ混合物を含んでいたが、実施例1及び実施例2で用いた鑄型の内面はアルミナ+コロイド状シリカ混合物を含んでいた。

【0030】

ジルコン系内面を有するこの鑄型を、実施例1に記載した手順を用いて方向性凝固実験に使用した。得られた超合金鑄造品は、鑄造品の表面に中間の度合のスズピットを示すことが判明した。すなわち、この実施例は、ジルコン系鑄型を使用すると、液体スズ冷却方向性凝固プロセスを真空中で行った場合、超合金鑄造品の表面品質が中程度に改良されたことを示していた。

【0031】

この実施例で生成した超合金鑄造品の表面の検査によって、超合金鑄造品の表面に幾らか連続的な酸化物層が形成したことが判明した。鑄造された超合金の表面に形成された酸化物層は、特に超合金材料と隣接する領域の、主としてアルミナであることが判明した。超合金鑄造品の表面に形成されたアルミナ系酸化物が、超合金鑄造品の表面で観察された低減したレベルのスズピットの原因であると結論された。

【0032】

実施例4

この実施例では、実施例3と同様なジルコン系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固実験に使用した。また、鑄型予熱、超合金熔融、鑄型引き出し及びスズ浸漬の工程は、真空中ではなくアルゴンと10%のCOを含む流動ガス混合物中で行った。アルゴン+10%CO混合物の流量は5立方フィート/時に設定した。

【0033】

アルゴン+10%COガス混合物を用いて得られた鑄造品は、鑄造品の表面に低度のスズピットの生成を示すことが判明した。すなわち、この実施例は、アルゴン+10%COガス雰囲気を使用すると、液体スズ冷却方向性凝固プロセスでジルコン系内面を有するセラミック鑄型を使用した場合、超合金鑄造品の表面品質がさらに改良されたことを示していた。

【0034】

この実施例で生成した超合金鑄造品の表面の検査によって、超合金鑄造品の表面に連続的な酸化物の層が形成されたことが判明した。また、鑄造した超合金の表面に形成された

10

20

30

40

50

酸化物層も、実施例 3 と同様に主としてアルミナであることが判明した。しかし、鑄造した超合金の表面に形成された酸化アルミニウム層は、前の実施例で見られた表面酸化物と比較してこの試料ではより連続的であることが分かった。このより連続的なアルミナ表面酸化物は、この実施例で観察されたより低いレベルのスズピットの原因であると結論された。

【 0 0 3 5 】

連続的なアルミナ層は、スズ侵入と鑄造した超合金表面との直接の接触を防止し、従って金属表面のピット欠陥の形成の原因であるスズ - 金属反応を防止するか又は少なくとも実反応の速度を低減するパッフル（邪魔板）として機能した。

【 0 0 3 6 】

実施例 5

この実施例では、実施例 3 及び実施例 4 と同様なジルコン系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固実験に使用した。しかし、この実施例では、鑄型予熱、超合金熔融、鑄型引き出し及びスズ浸漬の工程を、前の実施例に記載したような真空中又はアルゴン + 10 % CO の混合物中ではなく、アルゴンと 5 % の CO₂ を含む流動ガス混合物中で行った。アルゴン + 5 % CO₂ 混合物の流量は 5 立方フィート / 時に設定した。

【 0 0 3 7 】

得られた鑄造品は、鑄造品の表面に低度のスズピットの生成を示すことが判明した。すなわち、この実施例は、アルゴン + 5 % CO₂ ガス雰囲気を使用したときも、ジルコン系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用した場合、超合金鑄造品の表面品質が大きく改良されたことを示していた。このように、ここで観察されたアルゴン + 5 % CO₂ の混合物の有益な効果は、実施例 4 で観察されたアルゴン + 10 % CO の混合物の効果と同様であった。

【 0 0 3 8 】

実施例 6

この実施例では、実施例 3 ~ 5 と同様なジルコン系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固実験に使用した。しかし、この実施例では、鑄型予熱、超合金熔融、鑄型引き出し及びスズ浸漬の工程は、真空中でも、実施例 4 に記載したアルゴン + 10 % CO の流動混合物でも又は実施例 5 に記載した流動アルゴン + 5 % CO₂ 混合物中でもなく、CO₂ の流動ガス中で行った。

【 0 0 3 9 】

CO₂ ガスを用いて得られた鑄造品は、鑄造品の表面に高度のスズピットの生成を示すことが判明した。すなわち、この実施例は、実施例 5 の場合のようなキャリアとしてのアルゴンガスを使用しない CO₂ ガス雰囲気を使用すると、液体スズ冷却方向性凝固プロセスでの鑄造にジルコン系内面を有するセラミック鑄型を使用した場合でも、超合金鑄造品の表面品質を改良するのに有効でなかったことを示していた。

【 0 0 4 0 】

実施例 7

この実施例では、実施例 1 及び実施例 2 と同様なアルミナ系内面を有するセラミック鑄型を使用した。鑄造の前に鑄型の内面を処理する追加の手順を使用した。具体的には、この実施例で使用した鑄型は、最初に、実施例 1 に記載した鑄型の構築及び焼成手順を用いてアルミナ系内面を創成するように調製した。しかし、鑄型を実際に鑄造に使用する前に、この鑄型内面を、鑄物産業で「洗浄」として知られる追加の手順でさらに処理した。本明細書で用いる「洗浄」という用語は、様々に選択されたセラミック粒子を懸濁した水系溶液で鑄型の内面を濯ぐための手順をいう。本実施例では、アルミナ系内面を有する鑄型を、約 10 体積 % のイットリア粒子を含有する溶液で洗浄した。その後、このイットリアで洗浄した鑄型を、液体スズで冷却される方向性凝固炉内での鑄造に使用する前に 1000 で焼成した。この実施例は鑄造は実施例 1 と同様に真空雰囲気中で行った。

【 0 0 4 1 】

この実施例では、イットリアで洗浄したアルミナ系内面を有する鑄型を真空雰囲気にお

10

20

30

40

50

ける液体スズ冷却方向性凝固表面での鑄造に使用したが、得られた鑄造品は中間の度合のスズピットの生成を有することが判明した。すなわち、本実施例は、実施例 1 の結果と比較して、アルミナ系内面を有するイットリアで洗浄した鑄型を使用することに起因する超合金鑄造品の表面品質の改良を示していた。

【 0 0 4 2 】

実施例 8

この実施例でも、実施例 7 と同様なイットリアで洗浄したアルミナ系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固実験に使用した。しかし、本実施例では、鑄型予熱、超合金溶融、鑄型引き出し及びスズ浸漬の工程を、実施例 7 で使用したような真空中ではなく、アルゴンと 10% CO からなる流動ガス混合物中で行った。アルゴン + 10% CO 混合物の流量は 5 立方フィート / 時に設定した。

10

【 0 0 4 3 】

アルゴン + 10% CO ガス混合物を用いて得られた鑄造品は、超合金鑄造品の表面に低度のスズピットの生成を示すことが判明した。すなわち、本実施例は、アルゴン + 10% CO ガス雰囲気を使用すると、イットリアで洗浄したアルミナ系内面を有するセラミック鑄型を液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用した場合、超合金鑄造品の表面品質がさらに改良されることを示していた。

【 0 0 4 4 】

以下の表に、上に詳細に記載した実施例 1 ~ 8 の結果をまとめて示す。

【 0 0 4 5 】

20

【表 1】

表 1

実施例	フェースコート材料	洗浄材料	炉雰囲気	スズの反応の程度
1	アルミナ	--	真空	高
2	アルミナ	--	Ar+10%CO	高
3	ジルコン	--	真空	中
4	ジルコン	--	Ar+10%CO	低
5	ジルコン	--	Ar+5%CO ₂	中
6	ジルコン	--	CO ₂	高
7	アルミナ	イットリア	真空	中
8	アルミナ	イットリア	Ar+10%CO	低

30

表 1 から分かるように、実施例 1 及び実施例 2 の結果は、アルミナ系内面を有するセラミック鑄型が液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用するのに望ましいタイプの鑄型ではないことを示している。アルミナ系内面を有するセラミック鑄型を用いて得られる鑄造品は高度の表面ピット欠陥を有する傾向があり、これは生産上容認できないと思われる。アルミナ系内面を有するセラミック鑄型は合金鑄造品をスズ侵入との反応から保護することができない。アルミナ系内面を有する鑄型を使用して生成する高度の表面ピットは、真空中又はアルゴンと 10% CO ガスの流動混合物中のいずれの鑄造でも改良することはできない。

40

【 0 0 4 6 】

これに反して、実施例 3 及び実施例 4 の結果は、ジルコン系内面を有するセラミック鑄型の方が液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用するのに望ましいことを示している。ジルコン系内面を有する鑄型は、鑄造プロセスを真空中で行う場合中程度の度合のスズピットを伴う超合金鑄造品を生成することができる。ジルコン系内面を有する鑄型は鑄造プロセスをアルゴン + 10% CO ガスの流動混合物中では実施すると低度のスズピットを伴う超合金鑄造品を生成することができる。すなわち、アルゴンと 10% CO ガスの流動混合物

50

は、鑄造品の表面ピットを形成する傾向を低減することによって鑄造した表面の品質をさらに改良する雰囲気を作成する。

【 0 0 4 7 】

実施例 5 及び実施例 6 の結果は、鑄造中の炉雰囲気の効果に関するさらなる教示を提供する。アルゴン + 5 % C O₂ の混合物はアルゴン + 1 0 % C O の混合物と同様な有益な効果を有する。

【 0 0 4 8 】

実施例 7 及び実施例 8 の結果は、鑄型内面化学の効果に関するさらなる情報を提供する。アルミナ系内面を有する鑄型は実施例 1 及び実施例 2 に示されているように望ましくなく、イットリア洗浄による処理によって、アルミナ系内面を有する鑄型で調製した鑄造品の鑄造表面のスズ反応の度合を大幅に低減することができる。この改良は、イットリアで洗浄したアルミナ系鑄型をアルゴンと C O の雰囲気と組み合わせて液体スズ冷却方向性凝固プロセスに使用した場合特に顕著である。従って、イットリア洗浄は、セラミック系を完全に変更することなく鑄型内面を修正するための代替の方法を提供する。

10

【 0 0 4 9 】

本明細書では本発明の幾つの特徴のみを例示し記載して来たが、多くの修正と変更が当業者には明らかであろう。従って、特許請求の範囲は、本発明の真の思想内に入るかかる修正と変更を全て包含するものであると了解されたい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

20

- 1 2 鑄造品
- 1 4 保護層
- 1 6 鑄造品
- 1 8 フローチャート
- 2 0 ~ 2 2 フローチャート 1 8 の表面方法に關与する工程
- 2 4 保護を有する鑄造品を形成するための装置
- 2 6 鑄型
- 2 8 液体金属浴
- 3 0 合金
- 3 2 矢印
- 3 4 液体金属
- 3 6 鑄造品
- 3 8 鑄型の底部
- 4 0 鑄型の頂部
- 4 2 保護層
- 4 4 鑄造品の表面
- 4 6 鑄造品の底面
- 4 8 鑄造品の側壁
- 5 0 鑄型の内面の皮膜
- 5 4 フローチャート
- 5 6 ~ 5 8 フローチャート 5 4 の方法に關与する工程
- 6 0 フローチャート
- 6 2 ~ 6 6 フローチャート 6 0 の方法に關与する工程

30

40

【 図 1 】

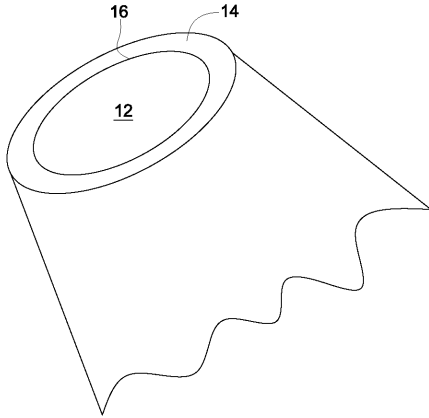


FIG. 1

【 図 3 】

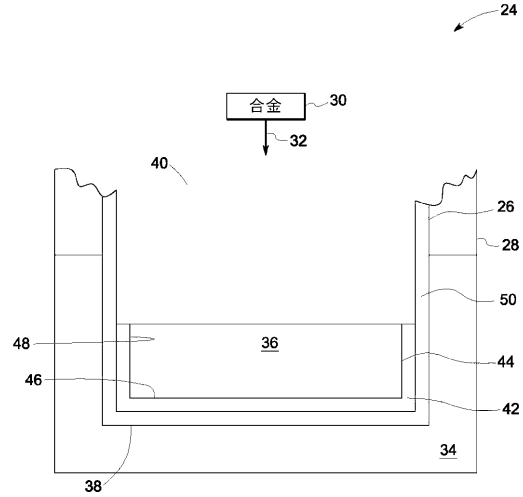


FIG. 3

【 図 2 】

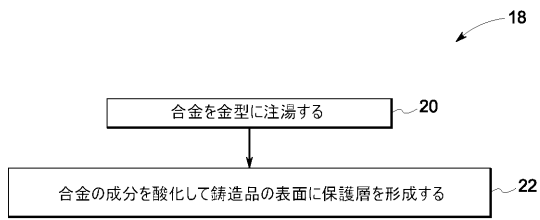


FIG. 2

【 図 4 】

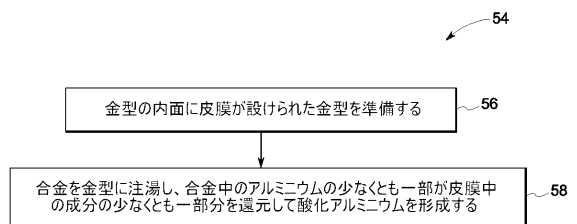


FIG. 4

【 図 5 】

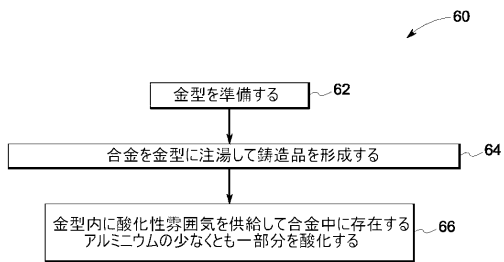


FIG. 5

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 2 2 C 3/00 (2006.01)	B 2 2 C 1/08	A
	B 2 2 C 3/00	B

- (72)発明者 マイケル・フランシス・ザヴィエル・ジグリオッティ, ジュニア
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコティア、カイル・ドライブ、41番
- (72)発明者 スティーブン・フランシス・ルトコウスキ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、デュアンズバーグ、ダロウ・ロード、1966番
- (72)発明者 シー・チン・ホアン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ラザム、スターボード・ウェイ、6番
- (72)発明者 ロジャー・ジョン・ペッターソン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、フルトンヴィル、リバーサイド・ドライブ、20番
- (72)発明者 ルアナ・エミリアナ・イオリオ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ノッティンガム・ウェイ・ノース、6番
- (72)発明者 アンドリュー・ジョン・エリオット
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーアー、タールトン・ウェイ、203番

Fターム(参考) 4E092 AA04 BA13 CA10 EA10
4E093 MB01 MB10 MC03 MC10 NA07