

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5173823号
(P5173823)

(45) 発行日 平成25年4月3日(2013.4.3)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int.Cl.		F I	
B 3 2 B 15/04 (2006.01)		B 3 2 B	15/04 B
C 2 3 C 30/00 (2006.01)		C 2 3 C	30/00 A
C 2 3 C 14/08 (2006.01)		C 2 3 C	14/08 F

請求項の数 21 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-538320 (P2008-538320)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成18年10月13日 (2006.10.13)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2009-514698 (P2009-514698A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成21年4月9日 (2009.4.9)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/067370		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02007/051695	(74) 代理人	100075166
(87) 国際公開日	平成19年5月10日 (2007.5.10)		弁理士 山口 巖
審査請求日	平成20年10月17日 (2008.10.17)	(74) 代理人	100133167
(31) 優先権主張番号	05024114.0		弁理士 山本 浩
(32) 優先日	平成17年11月4日 (2005.11.4)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パイロクロア相を有する二層構造耐熱保護組織

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材(4)と、NiCoCrAlX合金から成る金属結合層(7)と、金属結合層(7)上の安定化酸化ジルコニウム層からなる内側セラミックス層(10)とを有する層組織であって、内側セラミックス層(10)上に外側セラミックス層(13)が存在し、該外側セラミックス層(13)が、少なくとも80重量%のパイロクロア相Gd₂Zr₂O₇からなることを特徴とする層組織。

【請求項 2】

Gd₂Zr₂O₇の代わりにGd₂Hf₂O₇が存在していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項 3】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの10~50%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項 4】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの10~40%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項 5】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの10~30%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項 6】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの10~20%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項7】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの20~50%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項8】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの20~40%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項9】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの20~30%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

10

【請求項10】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの30~50%の層厚を有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項11】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの30~40%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項12】

内側層(10)が、内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さの40~50%の層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

20

【請求項13】

内側層(10)が、40~60 μmの層厚を、有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項14】

金属結合層(7)が、重量%表示で、11~13%のコバルト、20~22%のクロム、10.5~11.5%のアルミニウム、0.3~0.5%のイットリウム、1.5~2.5%のレニウム、及び残部ニッケルの、組成を有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項15】

金属結合層(7)が、重量%表示で、24~26%のコバルト、16~18%のクロム、9.5~10.5%のアルミニウム、0.3~0.5%のイットリウム、1.0~2.0%のレニウム及び残部ニッケルの、組成を有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

30

【請求項16】

金属結合層(7)が、重量%表示で、29~31%のニッケル、27~29%のクロム、7~9%のアルミニウム、0.5~0.7%のイットリウム、0.6~0.8%の珪素及び残部コバルトの、組成を有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項17】

金属結合層(7)が、重量%表示で、27~29%のニッケル、23~25%のクロム、9~11%のアルミニウム、0.3~0.7%のイットリウム及び残部コバルトの、組成を有していることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

40

【請求項18】

安定化酸化ジルコニウム層が、6~8重量%のイットリウムを含むイットリウム安定化酸化ジルコニウム層であることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項19】

内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さが300 μmであることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

【請求項20】

内側層(10)及び外側層(13)の合計厚さが400 μmであることを特徴とする請求項1に記載の層組織。

50

【請求項 21】

合計厚さが、最大 $800\ \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1、19 又は 20 に記載の層組織。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パイロクロア相を有する二層構造耐熱保護組織に関する。

【0002】

かかる層組織はニッケル基又はコバルト基の合金からなる基材を有する。かかる製品は殊にガスタービンの部品、特にガスタービン翼又は熱シールドとして用いられる。これらの部品は侵食性の強い燃焼ガスの高温ガス流に曝される。従って、これらの部品は大きな熱的負荷に耐えねばならない。また、これらの部品は耐酸化性及び耐食性を有する必要がある。更に、可動部品、例えばガスタービン翼には、また、静止部品にも、機械的要件が課せられる。高温ガスに曝される部品を有するガスタービンの出力及び効率は、運転温度の上昇と共に上昇する。高い効率及び大きな出力を得るために、特に高温に曝されるガスタービンの部品はセラミックス材料で被覆される。セラミックス材料は高温ガス流と金属基材との間で断熱層として作用する。

金属基体は被覆によって侵食性高温ガスから保護される。この意味では、最近の部品は通常、それぞれ特別な目的を果たす複数の被覆を有する。従って、組織は、通常、多層組織である。

ガスタービンの効率及び出力が運転温度の上昇と共に増大するので、ガスタービンの性能を、層組織の改良によって、より高めることが、常に、試みられている。

【0003】

欧州特許出願公告第 0944746 号明細書に、断熱層としてのパイロクロア化合物の利用が開示されている。しかし、断熱層としての材料の採用に対しては、良好な断熱特性だけでなく、基材への良好な結合も必要とされる。

【0004】

欧州特許出願公開第 0992603 号明細書には、パイロクロア構造を有さないものとして、酸化ガドリニウムと酸化ジルコニウムから成る断熱層組織が開示されている。

【0005】

従って、本発明の課題は、良好な断熱特性及び基材への良好な結合を有し、従って、層組織全体として長い寿命を有する層組織を提供することにある。

【0006】

本発明は、長い寿命を得るためには、全組織を全体として考慮せねばならず、個々の層又はいくつかの層を別々に考慮して最適化してはならないという知見に基づいている。

【0007】

この課題は、基材(4)と、NiCoCrAlX合金から成る金属結合層(7)と、金属結合層(7)上の、特に安定化酸化ジルコニウム層上の、取り分けイットリウム安定化酸化ジルコニウム層上の、内側セラミックス層(10)とを有する層組織であって、内側セラミックス層(10)上に外側セラミックス層(13)が存在し、該外側セラミックス層(13)が、少なくとも80重量%、特に100重量%までのパイロクロア相 $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ からなることを特徴とする層組織によって解決される。

【0008】

従属請求項に、互いに任意に有利に組み合わせることができる種々の有利な方式が記載されている。

【0009】

図1は本発明に基づく層組織1を示している。

【0010】

この層組織1は、特に高温で使用される部品のための、ニッケル基又はコバルト基の超合金(図2参照)から成る金属基材4を含有してなる。

10

20

30

40

50

直接、この基材4上に、特にNiCoCrAlX型の金属結合層7が存在していることが好ましい。この金属結合層7は、好適には、(11~13)重量%のコバルト、特に12重量%のCo、(20~22)重量%のクロム、特に21重量%のCr、(10.5~11.5)重量%のアルミニウム、特に11重量%のAl、(0.3~0.5)重量%のイットリウム、特に0.4重量%のY、(1.5~2.5)重量%のレニウム、特に2.0重量%のRe、及び残部ニッケルから成り、

或いは、好適には、(24~26)重量%のコバルト、特に25重量%のCo、(16~18)重量%のクロム、特に17重量%のCr、(9.5~10.5)重量%のアルミニウム、特に10重量%のAl、(0.3~0.5)重量%のイットリウム、特に0.4重量%のY、(1.0~2.0)重量%のレニウム、特に1.5重量%のRe、及び残部ニッケルから成り、

10

或いは、好適には、29~31重量%のニッケル、特に30重量%のニッケル、27~29重量%のクロム、特に28重量%のクロム、7~9重量%のアルミニウム、特に8重量%のアルミニウム、0.5~0.7重量%のイットリウム、特に0.6重量%のイットリウム、0.6~0.8重量%の珪素、特に0.7重量%の珪素、及び残部コバルトから成り、

或いは、好適には、27~29重量%のニッケル、特に28重量%のニッケル、23~25重量%のクロム、特に24重量%のクロム、9~11重量%のアルミニウム、特に10重量%のアルミニウム、0.3~0.7重量%のイットリウム、特に0.6重量%のイットリウム、及び残部コバルトから成っている。

20

【0011】

この金属結合層7上に、他のセラミックス層が被着されるよりも前に既に、酸化アルミニウム層が形成されているか、又は、運転中にそのような酸化アルミニウム層(TGO)が形成される。

金属結合層7上に又は酸化アルミニウム層(図示せず)上に、一般に、内側セラミックス層10、好適には、完全に又は部分的に安定化された酸化ジルコニウム層が存在している。好適には、イットリウム安定化酸化ジルコニウム、好ましくは6~8重量%のイットリウムを有するものが利用されている。酸化カルシウム、酸化セリウム及び/又は酸化ハフニウムも、酸化ジルコニウムを安定化するために、同様に利用できる。

好適には、酸化ジルコニウムは、プラズマ溶射層として設けられるが、電子ビーム蒸着法(EBPVD)によって柱状結晶組織として設けられるのも好ましい。

30

安定化酸化ジルコニウム層10上に、主としてパイロクロア相から成る、 $Gd_2Hf_2O_7$ 又は $Gd_2Zr_2O_7$ から成るパイロクロア相を少なくとも80重量%含んでなる、外側セラミックス層13が設けられる。

【0012】

好適には、外側層13は、100重量%までが前記両パイロクロア相の一方から成っている。この場合、アモルファス相、純 GdO_2 、純 ZrO_2 、純 HfO_2 或いはパイロクロア相が存在しない GdO_2 及び ZrO_2 又は HfO_2 の混合相は、望ましくなく、極小にしなければならない。

【0013】

40

内側層10の層厚は、好適には、内側層10及び外側層13の合計厚さの10%~50%である。

内側セラミックス層10は、好適には、40~60 μm 、特に50 $\mu m \pm 10\%$ の厚さを有する。

内側層10及び外側層13の合計厚さは、好適には300 μm 、又は好適には400 μm である。最大合計厚さは、好適には800 μm 、又は好適には最大600 μm である。

【0014】

内側層10の層厚は、好適には、合計厚さの10%~40%又は10%~30%である。

内側層10の層厚が合計厚さの10%~20%であることも有利である。

50

また、内側層 10 の層厚が合計厚さの 20% ~ 50% 又は 20% ~ 40% であることも有利である。

合計厚さに対する内側層 10 の割合が 20 ~ 30% であるときも、同様に有利な結果が得られる。

好適には、内側層 10 の層厚は合計厚さの 30% ~ 50% である。

好適には、内側層 10 の層厚が合計厚さの 30% ~ 40% であることも有利である。

同様に、内側層 10 の層厚が合計厚さの 40% ~ 50% であることも有利である。

【0015】

パイロクロア相は ZrO_2 層よりも良好な断熱特性を有するけれども、 ZrO_2 層はパイロクロア相と全く同じ厚さに形成できる。

10

【0016】

図 3 は、長手軸線 121 に沿って延びる流体機械の動翼 120 又は静翼 130 を斜視図で示している。

【0017】

この流体機械は、航空機や発電所のガスタービン、蒸気タービン又は圧縮機である。

【0018】

翼 120、130 は長手軸線 121 に沿って順に、取付け部 400 と、それに隣接する翼台座 403 と、翼形部 (羽根部) 406 とを有している。翼 130 は、静翼 130 としてその翼先端 415 に、もう一つの翼台座 (図示せず) を有していてもよい。

【0019】

20

取付け部 400 に、動翼 120、130 を軸又はタービン円板 (図示せず) に取り付けるために用いられる翼脚 183 が形成されている。この翼脚 183 は、例えばハンマ頭部形に形成される。クリスマスツリー状又はダブテール状の翼脚として形成することもできる。

翼 120、130 は、翼形部 406 に沿って流れる媒体に対して入口縁 (前縁) 409 と出口縁 (後縁) 412 を有する。

【0020】

通常の翼 120、130 の場合、翼 120、130 の全部位 400、403、406 に、例えば中実の金属材料、特に超合金が利用されている。

かかる超合金は、例えば欧州特許出願公告第 1204776 号明細書、欧州特許第 1306454 号明細書、欧州特許出願公開第 1319729 号明細書、国際公開第 99/67435 号パンフレット又は国際公開第 00/44949 号パンフレットに記載されている。これらの文献は、合金の化学組成に関する本発明の開示の一部である。

30

この場合、翼 120、130 は、鑄造法によって作ることができるが、又は方向性凝固によって、又は鍛造法によって、又は切削加工によって、又はこれらの組合せによっても作ることができる。

【0021】

運転中に大きな機械的、熱的及び/又は化学的負荷を受ける機械の部品として、単結晶組織の部材が採用される。

かかる単結晶部材の製造は、例えば融解物からの方向性凝固によって行われる。それは、液状金属合金が、単結晶構造に、即ち、単結晶部材に凝固されるか、又は方向性凝固される鑄造法である。そのデンドライト (樹枝状) 結晶は、熱流束に沿って方向づけられ、柱状結晶粒構造 (柱状 (Columnar) 構造、即ち、部材の全長に亘って延び、ここでは一般的な用語に従って、一方向凝固と呼ばれる結晶粒) を形成するか、又は単結晶組織を形成する、即ち、部材全体が単結晶から成っている。これらの方法において、球状 (多角結晶) 凝固への移行は避けねばならない。何故ならば、無指向性成長によって必然的に、一方向凝固部品又は単結晶部品の有利な特性を無に帰する横方向粒界及び縦方向粒界が、形成されるからである。

40

従って、一般に一方向凝固構造に言及するとき、それは、粒界が存在しないか、たかだか小角粒界 (Kleinwinkelkorngrenzen) しか存在しない単結晶と、縦方向に延びる粒界が

50

存在するが横方向に延びる粒界が存在しない柱状結晶粒構造とを、意味する。後者の結晶構造の場合、一方向凝固組織 (directionally solidified structures) とも呼ばれる。

かかる方法は米国特許第 6 0 2 4 7 9 2 号明細書及び欧州特許出願公開第 0 8 9 2 0 9 0 号明細書によって知られており、これらの文献は、本発明の開示の一部である。

【 0 0 2 2 】

同様に、翼 1 2 0、1 3 0 は、腐食又は酸化に対する防護被覆、例えば M C r A l X 層を有していてもよい。ここで、M は鉄 (F e)、コバルト (C o) 及びニッケル (N i) からなる群から選ばれる少なくとも 1 つの元素、X は活性元素であり、イットリウム (Y) 及び / 又は珪素及び / 又は少なくとも 1 つの希土類元素、或いはハフニウム (H f) である。かかる合金は、欧州特許出願公告第 0 4 8 6 4 8 9 号明細書、欧州特許出願公告第 0 7 8 6 0 1 7 号明細書、欧州特許出願公告第 0 4 1 2 3 9 7 号明細書又は欧州特許出願公開第 1 3 0 6 4 5 4 号明細書で知られている。これらの文献は、合金の化学組成に関して本発明の開示の一部を構成する。

【 0 0 2 3 】

M C r A l X 層の上に、本発明に基づくセラミックス断熱層 1 3 が更に存在してもよい。

適切な被覆法、例えば電子ビーム蒸着法 (E B - P V D)、によって、断熱層内に柱状粒子が生じる。

【 0 0 2 4 】

再生 (若返り) 処理は、場合によっては、部品 1 2 0、1 3 0 が、その使用後に、保護層が (例えばサンドブラストにより) 除去されねばならないことを意味する。その後、腐食層及び / 又は酸化層ないし腐食及び / 又は酸化生成物の除去が行われる。場合によっては、部品 1 2 0、1 3 0 におけるクラックも修復される。部品 1 2 0、1 3 0 は、その後、再被覆され、部品 1 2 0、1 3 0 の再利用が行われる。

【 0 0 2 5 】

翼 1 2 0、1 3 0 は中空又は中実に形成される。翼 1 2 0、1 3 0 が冷却されねばならないとき、これは中空に形成され、場合によって膜冷却用孔 4 1 8 (破線で図示) を有する。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、ガスタービン 1 0 0 (図 5 参照) の燃焼室 1 1 0 を示している。

燃焼室 1 1 0 は、例えば、いわゆる環状燃焼室として設計され、そこでは、回転軸線 1 0 2 を中心として円周方向に配置された、火炎 1 5 6 を発生する複数のバーナ 1 0 7 が、共通燃焼室空間 1 5 4 に開口している。そのために、燃焼室 1 1 0 は、全体として、回転軸線 1 0 2 の周りに配置された環状構造物として設計されている。

【 0 0 2 7 】

比較的高い効率を得るために、燃焼室 1 1 0 は、作動媒体 M の比較的高温、約 1 , 0 0 0 ~ 1 , 6 0 0 の温度用に設計されている。材料にとって不利なその運転パラメータにおいても比較的長い運転時間を可能にするために、燃焼室壁 1 5 3 には、その作動媒体 M に面する側に熱シールド要素 1 5 5 で形成された内張り (ライニング) が設けられている。

合金から成る各熱シールド要素 1 5 5 は、その作動媒体側に特に耐熱性の保護層 (M C r A l X 層及び / 又はセラミックス層) を備えているか、又は耐火性材料 (中実セラミックスレンガ) で作られている。

これらの保護層はタービン翼の保護層に類似していてもよい、即ち、例えば M C r A l X である。ここで、M は鉄 (F e)、コバルト (C o) 及びニッケル (N i) からなる群から選ばれる少なくとも 1 つの元素、X は活性元素であり、イットリウム (Y) 及び / 又は珪素及び / 又は少なくとも 1 つの希土類元素、或いはハフニウム (H f) である。かかる合金は、欧州特許出願公告第 0 4 8 6 4 8 9 号明細書、欧州特許出願公告第 0 7 8 6 0 1 7 号明細書、欧州特許出願公告第 0 4 1 2 3 9 7 号明細書又は欧州特許出願公開第 1 3 0 6 4 5 4 号明細書で知られおり、これらの文献は、合金の化学組成に関して、本発明の

10

20

30

40

50

開示の一部を構成する。

【 0 0 2 8 】

再生（若返り）処理は、場合によっては、熱シールド要素 1 5 5 が、その使用後に保護層を（例えばサンドブラストにより）除去されねばならないことを意味する。その後、腐食層及び／又は酸化層ないし腐食及び／又は酸化生成物の除去が行われる。場合によっては、熱シールド要素 1 5 5 におけるクラックも修復される。熱シールド要素 1 5 5 は、その後、再被覆され、熱シールド要素 1 5 5 の再利用が行われる。

【 0 0 2 9 】

燃焼室 1 1 0 の内部が高温であるので、さらに、熱シールド要素 1 5 5 又はその保持要素に、冷却系を設けてもよい。その場合、熱シールド要素 1 5 5 は、例えば、中空であり、場合によっては燃焼室空間 1 5 4 に開口する膜冷却用孔（図示せず）を有する。

10

【 0 0 3 0 】

図 5 はガスタービン 1 0 0 を縦断面図で例示している。

ガスタービン 1 0 0 は、その内部に、回転軸線 1 0 2 の回りに回転可能に支承され、軸 1 0 1 を有する、タービンロータとも呼ばれる、ロータ 1 0 3 を有している。

このロータ 1 0 3 に沿って順に、吸込み室 1 0 4、圧縮機 1 0 5、同軸的に配置された複数のパーナ 1 0 7 を有するトラス状燃焼室、特に環状燃焼室 1 1 0、タービン 1 0 8 及び排気室 1 0 9 が続いている。

環状燃焼室 1 1 0 は例えば環状の高温ガス通路 1 1 1 に連通している。そこでは、例えば、直列接続された 4 つのタービン段 1 1 2 がタービン 1 0 8 を形成している。

20

【 0 0 3 1 】

各タービン段 1 1 2 は例えば 2 つの翼列（翼輪）で形成されている。作動媒体 1 1 3 の流れ方向に見て、高温ガス通路 1 1 1 内において、各静翼列 1 1 5 に、動翼 1 2 0 から成る翼列 1 2 5 が続いている。

【 0 0 3 2 】

静翼 1 3 0 は、ステータ 1 4 3 の内部車室 1 3 8 に固定され、これに対して、翼列 1 2 5 の動翼 1 2 0 は、例えばタービン円板 1 3 3 によって、ロータ 1 0 3 に取り付けられている。ロータ 1 0 3 に発電機や作業機械（図示せず）が連結されている。

【 0 0 3 3 】

ガスタービン 1 0 0 の運転中、空気 1 3 5 が、圧縮機 1 0 5 によって吸込み室 1 0 4 を通して吸い込まれ、圧縮される。圧縮機 1 0 5 のタービン側末端に供給された圧縮空気は、パーナ 1 0 7 に導かれ、そこで燃料と混合される。その混合気は燃焼室 1 1 0 で燃焼されて作動媒体 1 1 3 を発生する。作動媒体 1 1 3 は、そこから高温ガス通路 1 1 1 に沿って、静翼 1 3 0 及び動翼 1 2 0 を通過して流れる。作動媒体 1 1 3 は動翼 1 2 0 で膨張して衝撃を伝達し、これにより、動翼 1 2 0 がロータ 1 0 3 及びこのロータ 1 0 3 に連結された作業機械を駆動する。

30

【 0 0 3 4 】

ガスタービン 1 0 0 の運転中、高温の作動媒体 1 1 3 に曝される部品は熱的負荷を受ける。環状燃焼室 1 1 0 に内張りされた熱シールド要素のほか、作動媒体 1 1 3 の流れ方向に見て最初のタービン段 1 1 2 における静翼 1 3 0 及び動翼 1 2 0 が最大の熱的負荷を受ける。

40

そこでの温度に耐えるために、それらの部品は冷却剤によって冷却されてもよい。

部品の基材は、同様に方向性組織からなるものであっても、即ち、単結晶（S X 組織）であっても又は縦方向結晶粒組織（D S 組織）だけからなるものであってもよい。

【 0 0 3 5 】

部品に対する材料、特にタービン翼 1 2 0、1 3 0 及び燃焼室 1 1 0 の部品に使用する材料としては、例えば、鉄基、ニッケル基又はコバルト基の超合金が利用される。かかる超合金は、例えば欧州特許出願公告第 1 2 0 4 7 7 6 号明細書、欧州特許第 1 3 0 6 4 5 4 号明細書、欧州特許出願公開第 1 3 1 9 7 2 9 号明細書、国際公開第 9 9 / 6 7 4 3 5 号パンフレット又は国際公開第 0 0 / 4 4 9 4 9 号パンフレットで知られている。合金の

50

化学組成に関して、これらの文献は、本発明の開示の一部を構成する。

【0036】

静翼130は、タービン108の内部車室138の側における翼脚(図示せず)と、翼脚と反対側に位置する静翼先端を有している。その静翼先端は、ロータ103に対向し、ステータ143の取付けリング140に固定されている。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の層組織。

【図2】超合金の一覧。

【図3】タービン翼の斜視図。

【図4】燃焼室の斜視図。

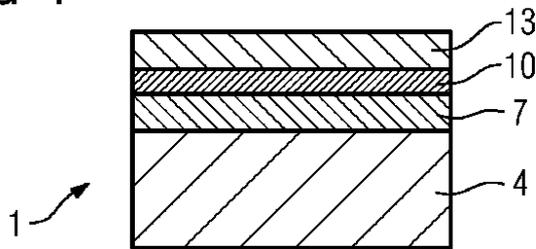
【図5】ガスタービン。

【符号の説明】

【0038】

- 4 基材
- 7 金属結合層
- 10 内側セラミックス層
- 13 外側セラミックス層

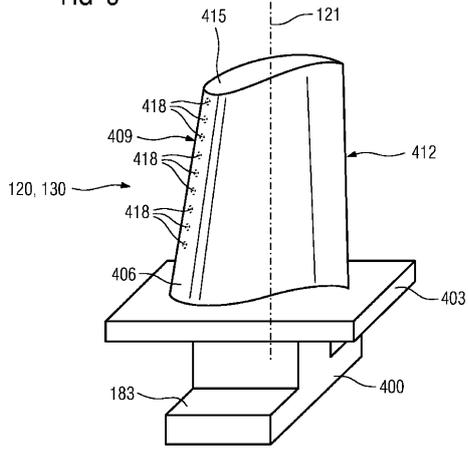
【図1】
FIG 1



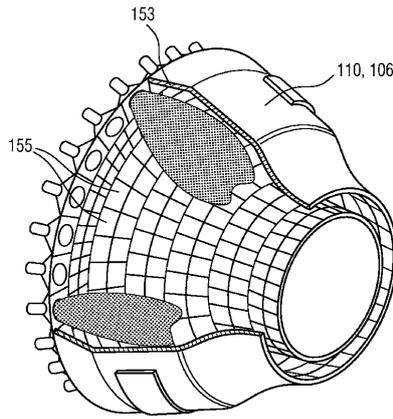
【図2】

材 料	化学組成(%)																
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf				
ニッケル基精密鍛造品																	
GTD 222	0.10	22.5	残部	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008						
IN 939	0.15	22.4	残部	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10					
IN 6203 DS	0.15	22.0	残部	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75				
Udimet 500	0.10	18.0	残部	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05					
IN 738 LC	0.10	16.0	残部	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10					
SC 16	<0.01	16.0	残部		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008					
René 80	0.17	14.0	残部	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03					
GTD 111	0.10	14.0	残部	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03					
GTD 111 DS																	
IN 792 CC	0.08	12.5	残部	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02					
IN 792 DS	0.08	12.5	残部	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00				
MAR M 002	0.15	9.0	残部	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50				
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	残部	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40				
CMSX-2	<0.06	8.0	残部	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	0.10				
CMSX-3	<0.06	8.0	残部	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	0.10				
CMSX-4	<0.06	8.0	残部	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	0.10				
CMSX-6	<0.06	10.0	残部	5.0	3.0	<1.0	2.0	<1.0	4.9	4.8	<0.003	<0.0075	0.10				
PWA 1480 SX	<0.06	10.0	残部	5.0	3.0	<1.0	2.0	<1.0	5.0	1.5	<0.0075	<0.0075	0.10				
PWA 1483 SX	0.07	12.2	残部	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002					
コバルト基精密鍛造品																	
FSX 414	0.25	29.0	10	残部		7.5						0.010					
X 45	0.25	25.0	10	残部		8.0						0.010					
EC7 688	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05					
MAR-M-509	0.65	24.5	11	残部		7.5	4		0.3	0.010	0.60						
CM 247	0.07	8.3	残部	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7							1.5

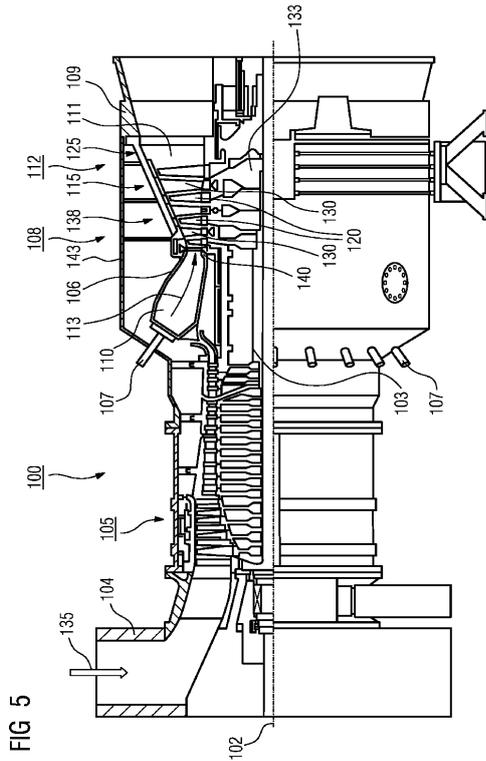
【 図 3 】
FIG 3



【 図 4 】
FIG 4



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シューマン、エックルト
ドイツ連邦共和国 4 5 4 6 8 ミュールハイム アン デア ルール シャルペンベルグ 1 1
3
- (72)発明者 サブラマニアン、ラメシュ
ドイツ連邦共和国 1 0 7 7 7 ベルリン ヴィクトリア ルイーゼ ブラッツ 1 2

審査官 佐藤 健史

- (56)参考文献 特開2000 - 119870 (JP, A)
特表2001 - 505620 (JP, A)
特開平05 - 041237 (JP, A)
特開平07 - 214723 (JP, A)
特開2003 - 342751 (JP, A)
特表2005 - 527704 (JP, A)
特開平10 - 212108 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B32B 1/00- 43/00
C23C 24/00- 30/00
F01D 1/00- 11/10