

(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2009-270576
(P2009-270576A)

(43) 公開日 平成21年11月19日(2009.11.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 5/28 (2006.01)	FO1D 5/28	3G002
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00	C

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-111242 (P2009-111242)
 (22) 出願日 平成21年4月30日 (2009.4.30)
 (31) 優先権主張番号 08008783
 (32) 優先日 平成20年5月9日 (2008.5.9)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

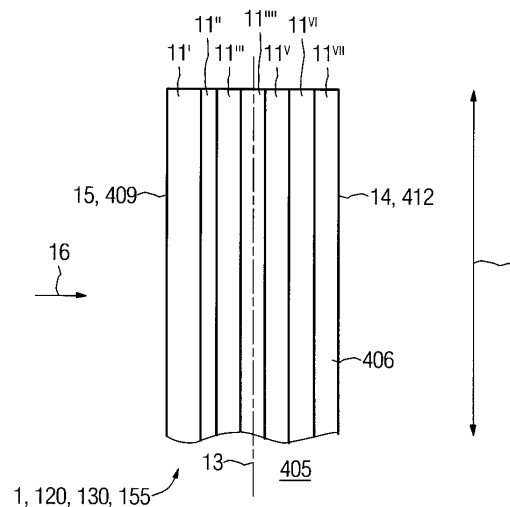
(71) 出願人 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2
 Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
 (74) 代理人 100075166
 弁理士 山口 巖
 (72) 発明者 ファチ アーマット
 ドイツ連邦共和国 41564 カールスト
 モーゼルシュトラッセ 1
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異なる幅の縦長結晶物を備えた縦長の部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 柱状に凝固させた部品の機械的強度を高める。
 【解決手段】 縦軸線 1, 13 を有し、縦軸線 1, 13 に沿って柱状結晶状に指向性をもたせて凝固させた複数個の縦長結晶物 11', 11'', ... を有する縦長の部品 1, 120, 130, 155 において、縦長結晶物 11', 11'', ... が縦軸線 13 に対し横方向に結晶物幅を有し、部品 1, 120, 130, 155 が幅 (b) を有している縦長の部品 1, 120, 130, 155 であって、縦長結晶物 11' の結晶物幅が、前記部品 1, 120, 130, 155 のエッジ 15, 409 において、前記部品 1, 120, 130, 155 の幅 (b) の少なくとも 20% であることを特徴とする、縦長の部品。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

縦軸線 (1 , 1 3) を有し、縦軸線 (1 , 1 3) に沿って柱状結晶状に指向性をもたせて凝固させた複数個の縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) を有する縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) において、

縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) が縦軸線 (1 3) に対し横方向に結晶物幅を有し、部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) が幅 (b) を有している縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) であって、

縦長結晶物 (1 1 ') の結晶物幅が、前記部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) のエッジ (1 5 , 4 0 9) において、前記部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) の幅 (b) の少なくとも 2 0 % であることを特徴とする、
縦長の部品。

10

【請求項 2】

縦軸線 (1 , 1 3) を有し、縦軸線 (1 , 1 3) に沿って柱状結晶状に指向性をもたせて凝固させた複数個の縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) を有する縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) において、

縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) が縦軸線 (1 3) に対し横方向に結晶物幅を有し、縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) が異なる結晶物幅を有し、縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) の最大結晶物幅がある、縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) であって、

少なくとも縦長結晶物 (1 1 ') が、前記部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) のエッジ (1 5 , 4 0 9) において、最大結晶物幅を有していることを特徴とする、縦長の部品。

20

【請求項 3】

縦軸線 (1 , 1 3) を有し、縦軸線 (1 , 1 3) に沿って柱状結晶状に指向性をもたせて凝固させた複数個の縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) を有する縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) において、

縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) が縦軸線 (1 , 1 3) に対し横方向に結晶物幅を有している、縦長の部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) であって、

縦長結晶物 (1 1 ') の結晶物幅が、前記部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) のエッジ (1 5 , 4 0 9) において、少なくとも 5 mm の結晶物幅を有していることを特徴とする、縦長の部品。

30

【請求項 4】

少なくとも 3 個、特に少なくとも 6 個、とりわけ少なくとも 1 2 個、の縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) を有している、請求項 1、2 又は 3 に記載の縦長の部品。

【請求項 5】

縦長結晶物 (1 1 ') が、前記エッジ (1 5 , 4 0 9) において、縦軸線 (1 3) に対し垂直に、5 mm から 6 0 mm まで、特に 1 0 mm から 6 0 mm まで、とりわけ 5 mm から 4 0 mm まで、の結晶物幅を有している、請求項 1、2 又は 4 に記載の縦長の部品。

【請求項 6】

前記部品 (1 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 5 5) が、縦軸線 (1 3) に対し垂直に、7 0 mm から 3 0 0 mm まで、特に 1 0 0 mm から 2 5 0 mm まで、の幅 (b) を有している、請求項 1、2 又は 3 に記載の縦長の部品。

40

【請求項 7】

長さ (l) と幅 (b) とを有し、長さとの比率 (l / b) が (l / b) > 3 である、請求項 1、2、3 又は 6 に記載の縦長の部品。

【請求項 8】

長さ (l) と厚さ (d) とを有し、長さとの比率 (l / d) が (l / d) > 5、特に (l / d) > 1 0、である、請求項 4 又は 5 に記載の縦長の部品。

【請求項 9】

流動方向 (1 6) に 0 ° とは異なる角度で、特に縦軸線 (1 , 1 3) に対し垂直に、媒

50

体の流れを受け、最も幅広の縦長結晶物（ $11'$ ）又は横断面が最も大きな縦長結晶物（ $11'$ ）が、最初に流れを受ける縦長結晶物（ $11'$ ）である、請求項1、2又は3に記載の縦長の部品。

【請求項10】

幅（ b ）と厚さ（ d ）とを有し、幅と厚さとの比率（ b/d ）が（ b/d ） > 2 、特に（ b/d ） > 5 、とりわけ（ b/d ） > 10 、である、請求項1、2、3、6、7、8又は9に記載の縦長の部品。

【請求項11】

最大60個の縦長結晶物（ $11'$ 、 $11''$ 、...）、特に最大50個の縦長結晶物（ $11'$ 、 $11''$ 、...）、を有している、請求項1、2、3、4又は10に記載の縦長の部品。

10

【請求項12】

縦長結晶物（ $11'$ ）が5mmの最小結晶物幅を有している、請求項1、2、10又は11に記載の縦長の部品。

【請求項13】

鑄造部品であり、少なくとも90%が縦長結晶物（ $11'$ 、 $11''$ 、...）から成っている、請求項1、2、3、10、11又は12に記載の縦長の部品。

【請求項14】

部品（1、120、130、155）のエッジ（15、409）における縦長結晶物（ $11'$ ）の結晶物幅が、最大で部品（1、120、130、155）の幅（ b ）の50%である、請求項1、2、3、10、11、12又は13に記載の縦長の部品。

20

【請求項15】

部品（1、120、130、155）のエッジ（15、409）における縦長結晶物（ $11'$ ）の結晶物幅が、少なくとも部品（1、120、130、155）の幅（ b ）の20%である、請求項2又は3に記載の縦長の部品。

【請求項16】

タービン羽根（120、130）として形成されている、請求項1から15までのいずれか一つに記載の縦長の部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項1、2又は3に記載の縦長の部品に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

高温範囲で使用するための多くの部品は、単結晶の（SX）構造又は柱状に（DS）凝固させた構造を有している。

これにより、無指向性に凝固させた部品（CC）に比べて、機械的強度が更に上昇する。

【0003】

柱状に凝固させた部品は、単結晶の部品よりも低コストに製造される。

しかしながら、指向性をもたせて凝固させたこの部品は、単結晶の部品に比べると、機械的強度の点で欠点がある。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

それ故、上記問題を解消するのが課題である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項1、2又は3に記載の部品によって解決される。

【0006】

従属項には、更なる利点を得るために互いに任意に組み合わせることのできる他の有利

50

な解決手段が記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

- 【図1】部品を一方向から見た図である。
 - 【図2】部品を他の方向から見た図である。
 - 【図3】部品を他の方向から見た図である。
 - 【図4】部品を他の方向から見た図である。
 - 【図5】部品を他の方向から見た図である。
 - 【図6】部品を他の方向から見た図である。
 - 【図7】部品を製造する方法を説明する図である。
 - 【図8】ガスタービンを示す図である。
 - 【図9】タービン羽根の斜視図である。
 - 【図10】燃焼室の斜視図である。
 - 【図11】DS超合金の表である。
- 【発明を実施するための形態】

10

【0008】

図面及び以下の説明は、本発明の実施形態を示しているにすぎない。

図1は縦長の部品1, 120, 130, 155を例示したものである。

縦長の部品1, 120, 130, 155は、縦軸線13, 1を有し、該縦軸線に沿って部品が延在している。

20

縦長の部品1, 120, 130, 155の幅bは、縦軸線13に対し垂直に拡がっている(図2)。幅bはタービン羽根120, 130(図8、図9)の翼弦長であってもよい。

好ましくは、縦長の部品1は、縦軸線13に対し垂直である流動方向16に媒体の流れを受けるタービン羽根120, 130である。以下では、本発明をタービン羽根120, 130に限って説明する。

タービン羽根120, 130の幅bは、ここでは、該タービン羽根1, 120, 130の周囲を流れる媒体の流動方向16に拡がっている(図3)。

タービン羽根120, 130の厚さdは、流動方向16に対し垂直に延在し、或いは、幅b及び長さlに対し垂直に延在している。

30

長さlは、縦長結晶物11', 11"の長さであり、必ずしも部品1, 120, 130, 155(図8、図9、図10)の長さではない。好ましくは、長さlは、縦長の部品1, 120, 130, 155の長さである。

縦長とは、長さとの比率が $l/b > 3$ であること、又は、長さとの比率 l/d が、少なくとも5、特に10、であることである。

縦長の部品1, 120, 130, 155は、縦軸線13に沿って、縦長結晶物11', 11", ...を有し、特に部品1は90%、特に100%、が縦長結晶物11', 11"から成っている。

縦長結晶物11', 11"は準単結晶物である。

【0009】

40

縦長の部品1, 120, 130, 155は、鑄造方法により製造され、その結果、縦長結晶物11', 11", ...は、結晶粒界によって互いに結合されている。

【0010】

縦長の部品1は、前縁15, 409と後縁14, 412とを有している。

【0011】

タービン羽根120, 130の場合、少なくとも1つのタービンブレード406(図8)は、柱状の結晶物11', 11", 11''', ...を有している。

好ましくは、ブレード406は、柱状に凝固させた結晶物11', 11", 11''', ...だけから成っている。この場合、前記長さとの比率又は長さとの比率は、好ましくはタービンブレード406のみに関わるものである。

50

【0012】

タービンブレード120, 130は、柱状に凝固させた複数個の縦長結晶物11', 11", ...を有し、これらの縦長結晶物は、縦軸線13に沿って延在している。

好ましくは、縦長の部品1, 120, 130, 155は、少なくとも3個、特に6個、とりわけ12個、の縦長結晶物11', 11", ...を有している。

好ましくは、最大で60個の縦長結晶物11', 11", 11' ', ...が設けられ、とりわけ最大で50個の縦長結晶物11', 11", ...が設けられている。

【0013】

縦長結晶物11', 11", ...は、縦軸線13に対し横方向において異なる結晶物幅を有している。いくつかの縦長結晶物11', 11", 11' ', 11" " ...は、同じ幅であってもよい。

好ましくは、第1の縦長結晶物11'は、媒体が向流してくるエッジ15, 409において最大結晶物幅a'又は最大結晶横断面を有している。その後続く縦長結晶物11', 11", ...は、より大きな幅a'を有していないが、たかだか部分的には同様の幅であってもよい。

好ましくは、縦長結晶物11', 11", ...の半分は、第1の縦長結晶物11'と同じ幅である。好ましくは、残りの縦長結晶物11", 11' ', ...の結晶幅は、より小さい。

【0014】

「エッジ」は、縦長の部品1又はタービンブレード120, 130の前面をも意味している。結晶物幅」という概念は、縦長結晶物11', 11"の横断面を意味している。この場合、最大結晶物幅は、対応的に結晶物の最大横断面を意味している。

【0015】

好ましくは、第1の縦長結晶物11'は、5mmから60mmまでの結晶物幅a'を有している。

他の縦長結晶物11", 11' ', ...は、第1の縦長結晶物11'よりも幅広に形成されていてよい。

【0016】

従って、最も高い機械的負荷が掛かる部品領域に結晶粒界がない。

【0017】

この場合、タービンブレード120, 130は、(流動方向に沿って)好ましくは70mmから300mmまでの幅bを有する。

この場合、タービンブレード120, 130は、100mm(第1段)から50mm(第3段)までの長さを有する。

【0018】

本発明によれば、第1の縦長結晶物11'の結晶物幅a'は、部品1, 120, 130, 155のエッジ15, 409において、該部品1, 120, 130, 155の幅bの少なくとも20%である。他の縦長結晶物11", 11' ', ...は、同じ幅又はより幅広であってもよい。

【0019】

特殊なケースとして、幅と厚さとの比率b/d(アスペクト比)が2よりも大きい、特に5よりも大きい、部品1, 120, 130の第1の結晶物11'は、他の結晶物よりも幅広に実施される。

【0020】

好ましくは、前部のブレード406が縦長結晶物11', 11", ...を有している。更に、好ましくは、縦長結晶物11', 11", ...は、少なくともプラットホーム403の内部まで延在し、特にプラットホーム403の内部全体にわたるまで延在し、或いは該プラットホーム403を越えるように延在している(図5)。

【0021】

特にブレード406とブレードプラットホーム403との移行部には、幅広の結晶物1

10

20

30

40

50

1'がある。

【0022】

縦長結晶物 11', 11", ... の数量は、好ましくはブレード先端部 415 において最大であり、固定領域 400 の方向へ減少している（図示せず）。これは、個々の縦長結晶物 11', 11", ... が、それぞれ、他の縦長結晶物のコストを増大させるからである。

【0023】

羽根根部 400 は、他の方向に指向する結晶物を有していてもよい。このときの長さ l は、ブレード 406 の長さである。タービン羽根 120, 130 の長さには、更に縦方向 13 における固定領域 400 の拡がり加わる。

好ましくは、固定領域 400 は、縦長の結晶物 11', 11", ... のみを有し、即ち、 $l =$ タービン羽根 120, 130 の全長である。

10

【0024】

タービン羽根 120, 130 は、図 11 に図示したような DS 超合金を有している。しかし、CM247 LC DS、

【0025】

又は、好ましくは、

11.94% Cr

4.03% Ti

1.84% Mo

3.75% W

5.15% Ta

3.55% Al

8.93% Co

0.008% B

0.02% Zr

0.06% C

0.01% Hf

残部 ニッケル

第 2 次相として (0.4 体積% から 1.5 体積% の) 炭化タンタルを含んでいてもよい

20

30

。（表示は、重量%である。）

【0026】

又は、好ましくは、

Cr 11.60 から 12.70 %

Ti 3.90 から 4.25 %

Mo 1.65 から 2.15 %

W 3.50 から 4.10 %

Ta 4.80 から 5.20 %

Al 3.40 から 3.80 %

Co 8.50 から 9.50 %

B 0.0125 から 0.0175 %

C 0.08 から 0.10 %

Ni 残部

からなる合金を含んでいてもよい。

40

【0027】

図 3 には、図 2 で図示したような縦長結晶物 11', 11", ... が横断面図で図示されている。

【0028】

縦長結晶物 11', 11", ... は、流動方向 16 に互いに前後左右に設けられていてよい。

50

【0029】

図4では、縦長結晶物11' , 11" , ...が流動方向16に前後に設けられている。

対応的に、それぞれ1つのタービン羽根120 , 130又は1つの中空部品の壁に対しても適用される(図6)。

【0030】

好ましくは、部品120 , 130のエッジ15 , 409は、即ち、いわばその前面は、この縦長結晶物11'だけで形成される。

【0031】

好ましくは、部品1はタービン羽根120 , 130であり、以下に記載したような個々の特性又はこれらを組み合わせた特性をもっている。

【0032】

・少なくとも3個、特に少なくとも6個、とりわけ少なくとも12個、の縦長結晶物(11' , 11" , ...)

【0033】

・5mmから60mmまでの結晶物幅、特に10mmから60mmまでの結晶物幅、とりわけ5mmから40mmまでの結晶物幅、を有し、エッジ(15 , 409)で縦軸線(13)に対し垂直な縦長結晶物(11')

【0034】

・縦軸線(13)に対し垂直な、70mmから300mmまで、特に100mmから250mmまで、の幅(b)

【0035】

・特にブレード406の長さ(l)と幅(b)、この場合、長さとの比率(l/b)は、(l/b) > 3である。

【0036】

・特にブレード406の長さ(l)と厚さ(d)、この場合、長さとの比率(l/d)は、(l/d) > 5、特に(l/d) > 10、である。

【0037】

・流動方向(16)において媒体が0°とは異なる角度で、特に縦軸線(1 , 13)に対し垂直に周囲を流れる縦長結晶物(11')、この場合最も幅広の縦長結晶物(11')又は横断面が最も大きな縦長結晶物(11')は、最初に向流を受ける縦長結晶物(11')である。

【0038】

・特にブレード406の幅(b)と厚さ(d)、この場合幅と厚さの比率(b/d)は、(b/d) > 2、特に(b/d) > 5、とりわけ(b/d) > 10、である。

【0039】

・最大で50個の縦長結晶物(11' , 11" , ...)

【0040】

・5mmの最小結晶物幅を有する縦長結晶物(11')

【0041】

・鑄造で少なくとも90%製造された縦長結晶物(11' , 11" , ...)

【0042】

・エッジ(15 , 409)での縦長結晶物(11')の結晶物幅。この結晶物幅は、最大で部品(1 , 120 , 130 , 155)の幅(b)の50%である。

【0043】

・エッジ(15 , 409)での縦長結晶物(11')の結晶物幅。この結晶物幅は、少なくとも部品(1 , 120 , 130 , 155)の幅(b)の20%である。

【0044】

・縦長結晶物(11' , 11" , ...)が少なくともブレード(406)の全体に亘って延在しているようなブレード

【0045】

10

20

30

40

50

・縦長結晶物 (1 1 ' , 1 1 " , ...) が少なくとも部分的にブレードプラットホーム (4 0 3) 内部まで延在しているような、特に少なくともブレードプラットホーム (4 0 3) を越えて延在しているような、ブレードプラットホーム (4 0 3)

【 0 0 4 6 】

・縦軸線 (1 3) に対し垂直に 7 0 mm から 2 0 0 mm まで、特に 1 0 0 mm から 2 0 0 mm まで、とりわけ 1 2 0 mm から 1 3 0 mm まで、の幅 (b) を有する、ブレード (4 0 6)

【 0 0 4 7 】

図 7 には、このようなタービン羽根 1 2 0 , 1 3 0 がどのように製造されるかが例示されている。

【 0 0 4 8 】

技術水準から、加熱器 4 によって、縦軸線 1 3 に沿った温度勾配を調整することが知られている。この場合、タービン羽根は、例えば羽根先端部から羽根足部 4 0 0 まで、延在し、その結果、最も低い温度は、羽根先端部 4 1 5 であり、部品 1 は温度勾配 7 によって引っ張られる。

【 0 0 4 9 】

幅広の縦長結晶物 1 1 ' を形成するべき片側に補助的な加熱器を設けることにより、第 1 の縦長結晶物 1 1 ' がエッジ 1 3 , 4 0 9 においてより幅広に形成されるよう達成される。

【 0 0 5 0 】

同様に、縦長結晶物 1 1 ' の幅を目的に応じて調整するため、1 個又は複数個の核生成物を使用してよい。

【 0 0 5 1 】

図 8 は、ガスタービン 1 0 0 を縦断面図で例示したものである。

ガスタービン 1 0 0 は、内部に、回転軸線 1 0 2 の周りに回転支持される、シャフト 1 0 1 を備える回転子 1 0 3 を有している。回転子 1 0 3 は、タービンロータとも呼ばれる。

回転子 1 0 3 に沿って、順次、吸気ケーシング 1 0 4 と、圧縮機 1 0 5 と、例えばトラス状の燃焼室 1 1 0、特にバーナー 1 0 7 を同軸に複数個配置した環状燃焼室、と、タービン 1 0 8 と、排気ガスケーシング 1 0 9 と、が続いている。

環状燃焼室 1 1 0 は、例えば環状の熱ガス管路 1 1 1 と、連通している。そこで、例えば 4 個の直列に接続されたタービン段 1 1 2 がタービン 1 0 8 を形成する。

各タービン段 1 1 2 は、例えば 2 つのブレードリングから形成されている。熱ガス管路 1 1 1 内部では、作業媒体 1 1 3 の流動方向に見て、案内羽根列 1 1 5 には、回転羽根 1 2 0 から形成される列 1 2 5 が続いている。

【 0 0 5 2 】

案内羽根 1 3 0 は、固定子 1 4 3 の内側ケーシング 1 3 8 に固定され、これに対し列 1 2 5 の回転羽根 1 2 0 は、例えば、タービンディスク 1 3 3 を用いて回転子 1 0 3 に装着されている。

回転子 1 0 3 には、発電機又は作業機 (図示せず) が連結されている。

【 0 0 5 3 】

ガスタービン 1 0 0 の作動中に、圧縮機 1 0 5 から吸気ケーシング 1 0 4 を通じて空気 1 3 5 が吸い込まれ、圧縮される。圧縮機 1 0 5 のタービン側に提供される圧縮空気は、バーナー 1 0 7 へ案内され、そこで燃焼剤と混合される。混合気は、燃焼室 1 1 0 内で燃焼して作業媒体 1 1 3 を形成する。作業媒体 1 1 3 は、そこから熱ガス管路 1 1 1 に沿って案内羽根 1 3 0 と回転羽根 1 2 0 とを通過する。回転羽根 1 2 0 で作業媒体 1 1 3 は、インパルスを送達しながら弛緩し、その結果、回転羽根 1 2 0 は回転子 1 0 3 を駆動し、回転子はこれに連結されている作業機を駆動する。

【 0 0 5 4 】

熱い作業媒体 1 1 3 に曝される部品は、ガスタービン 1 0 0 の作動中に熱負荷を受ける

10

20

30

40

50

。作業媒体 1 1 3 の流動方向に見て最初のタービン段 1 1 2 の案内羽根 1 3 0 と回転羽根 1 2 0 とは、環状燃焼室 1 1 0 を内張りしている遮熱要素に加えて、最も熱負荷を受ける。

そこで支配的な温度に耐えるように、冷却媒体を用いて、これを冷却してよい。

同様に、部品の基材は、指向性のある構造を有してよく、即ち、該基材は単結晶であり（S X 構造）、又は、縦方向にのみ結晶物を有している（D S 構造）。

部品の材料としては、特にタービン羽根 1 2 0 , 1 3 0 及び燃焼室 1 1 0 の部品の材料としては、例えば、鉄、ニッケル又はコバルトをベースにした超合金を使用する。

このような超合金は、例えば、欧州特許第 1 2 0 4 7 7 6 B 1 号明細書、E P 1 3 0 6 4 5 4、欧州特許出願公開第 1 3 1 9 7 2 9 A 1 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 号パンフレットから知られている。これらの文献は、合金の化学組成に関し、本願の開示事項の一部とする。

10

【 0 0 5 5 】

案内羽根 1 3 0 は、タービン 1 0 8 の内側ケーシング 1 3 8 側の案内羽根足部（ここには図示せず）と、該案内羽根足部とは反対側の案内羽根頭部とを有している。案内羽根頭部は回転子 1 0 3 側で固定子 1 4 3 の固定リング 1 4 0 に固定されている。

【 0 0 5 6 】

図 9 は、縦軸線 1 2 1 に沿って延在している流動機械の回転羽根 1 2 0 又は案内羽根 1 3 0 を、斜視図で示したものである。

【 0 0 5 7 】

流動機械は、飛行機若しくは発電用の動力装置のガスタービン、蒸気タービン、又はコンプレッサであってよい。

20

【 0 0 5 8 】

羽根 1 2 0 , 1 3 0 は、縦軸線 1 2 1 に沿って、順に、固定領域 4 0 0 と、これに境を接しているブレードプラットホーム 4 0 3 と、ブレード 4 0 6 と、羽根先端部 4 1 5 とを、有している。

羽根 1 3 0 は、その羽根先端部 4 1 5 に、案内羽根 1 3 0 として他のプラットホームを、有してよい（図示せず）。

【 0 0 5 9 】

固定領域 4 0 0 には、回転羽根 1 2 0 , 1 3 0 を軸又はディスクに固定するために用いる（図示せず）羽根足部 1 8 3 が形成されている。

30

羽根足部 1 8 3 は、例えばハンマーヘッドとして、構成されている。もみの木形足部又はあり溝状足部としての他の構成も可能である。

羽根 1 2 0 , 1 3 0 は、ブレード 4 0 6 を通過する媒体のために、向流エッジ 4 0 9 と排流エッジ 4 1 2 とを有している。

【 0 0 6 0 】

従来の羽根 1 2 0 , 1 3 0 の場合、羽根 1 2 0 , 1 3 0 の全ての領域 4 0 0 , 4 0 3 , 4 0 6 に、例えば中実の金属材料、特に超合金、が使用される。

このような超合金は、例えば、欧州特許第 1 2 0 4 7 7 6 B 1 号明細書、E P 1 3 0 6 4 5 4、欧州特許出願公開第 1 3 1 9 7 2 9 A 1 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 号パンフレットから知られている。これらの文献は、合金の化学組成に関し、本願の開示事項の一部とする。

40

この場合、羽根 1 2 0 , 1 3 0 は、鑄造方法（凝固に指向性をもたせることもある）、鍛造方法、フライス加工方法又はこれらの方法を組み合わせることによって作製されてよい。

【 0 0 6 1 】

単結晶構造を備えた材料は、作動中に、高い機械的負荷、熱負荷及び/又は化学的負荷に曝される機械用の部品として使用される。

この種の単結晶材料の作製は、例えば、凝固に指向性をもたせることによって溶融物から行なわれる。この場合、鑄造方法が適用され、該鑄造方法では、液状の合金を単結晶構

50

造へ凝固させ、即ち、単結晶材料へ凝固させ又は指向性をもつように凝固させる。

その際、熱流に沿って指向性をもつ樹枝状結晶が生成され、柱状結晶構造（円柱状構造、即ち、材料の全長に亘って延在する結晶物、一般的な言葉を使用すれば、指向性をもたせて凝固させると言う。）が形成されるか、或いは、単結晶構造が形成され、即ち、材料全体がただ1つの結晶から構成される。この方法では、球晶（多結晶）凝固への移行を回避せねばならない。というのは、無指向性の成長によって、場合によっては、横方向及び縦方向の結晶粒界が形成され、該結晶粒界が指向性をもたせて凝固させた部品又は単結晶の部品の優れた特性を損なわせるからである。

一般に、指向性をもたせて凝固させた組織という場合、結晶粒界を有さない単結晶又はたかだか低角度結晶粒界を有する単結晶と、縦方向に延在する結晶粒界を有しているが、横方向の結晶粒界を有していない柱状結晶構造との、双方を意味する。後者の結晶構造の場合、指向性をもたせて凝固させた組織（directionally solidified structures；一方向凝固構造）という表現も用いる。

このような方法は、米国特許第6024792号明細書、欧州特許出願公開第0892090A1号明細書から知られている。これらの文献は、凝固方法に関し、本願の開示事項の一部とする。

【0062】

同様に、羽根120, 130は、腐食又は酸化を防止するコーティング部を有してよく、例えばMCrAlXを有してよい（MCrAlX；Mは鉄（Fe）族、コバルト（Co）族、ニッケル（Ni）族の少なくとも1つの元素であり、Xは活性元素であり、代表的なものとしてイットリウム（Y）及び/又は珪素及び/又は希土類の少なくとも1つの元素或いはハフニウム（Hf）が挙げられる）。このような合金は、欧州特許第0486489B1号明細書、欧州特許第0786017B1号明細書、欧州特許第0412397B1号明細書又は欧州特許出願公開第1306454A1号明細書から知られている。これらの文献は、合金の化学組成に関し、本願の開示事項の一部とする。

密度は、好ましくは、理論的密度の95%程度である。

（中間層又は最も外側の層としての）MCrAlX上には、酸化アルミニウム保護層（TGO；熱成長酸化物層）が形成される。

【0063】

好ましくは、層組成は、Co-30Ni-28Cr-8Al-0.6Y-0.7Si又はCo-28Ni-24Cr-10Al-0.6Yを有している。コバルトをベースにしたこれらの保護コーティング部以外に、好ましくは、Ni-10Cr-12Al-0.6Y-3Re又はNi-12Co-21Cr-11Al-0.4Y-2Re又はNi-25Co-17Cr-10Al-0.4Y-1.5Reのようなニッケルをベースにした保護層も使用される。

【0064】

MCrAlX上には、更に遮熱層があってもよい。遮熱層は、好ましくは最も外側の層であり、例えばZrO₂、Y₂O₃-ZrO₂から成り、即ち、酸化イットリウム及び/又は酸化カルシウム及び/又は酸化マグネシウムによって部分的に又は完全に安定化されていない。

遮熱層は、MCrAlX層全体を覆う。

例えば、電子ビーム蒸着（EB-PVD）のような適当なコーティング方法により、柱状結晶物を遮熱層内部に生成させる。

他のコーティング方法として、例えば、大気プラズマ溶射（APS）、LPDS、VPS又はCVDが考えられる。遮熱層は、耐熱衝撃性を改善するため、多孔性の又はマイクロ若しくはマクロクラック性の結晶物を有してよい。即ち、遮熱層は、好ましくはMCrAlX層よりも多孔性である。

【0065】

羽根120, 130は、中空又は中実に実施されていてよい。

羽根120, 130を冷却すべき場合には、羽根は中空であり、場合によっては更に膜

10

20

30

40

50

冷却穴 418 (破線で示した) を有する。

【0066】

図10は、ガスタービン100の燃焼室110を示している。燃焼室110は、例えば、いわゆる環状燃焼室として構成されており、回転軸線102のまわりに周方向に配置される多数のパーナ107が共通の1つの燃焼室空間154に開口して炎156を生成させる。このため、燃焼室110は、その全体が環状構造として構成され、回転軸線102のまわりに位置決めされている。

【0067】

比較的高い効率を得るため、燃焼室110は、ほぼ1,000 から1,600 までの比較的高い作業媒体Mの温度用に設計されている。材料にとって好ましくない作動温度の場合でも、比較的に長い耐用年数を可能にするため、燃焼室壁153は、その作業媒体M側に、遮熱要素155から形成される内張りを備えている。

10

【0068】

加えて、燃焼室110の内部が高温であるため、遮熱要素155のために、又は、その保持要素のために、冷却システムを設けてもよい。この場合、遮熱要素155は中空であり、場合によっては燃焼室154に開口する冷却穴(図示せず)を更に有している。

【0069】

合金から成っている各遮熱要素155は、作業媒体側に、特に耐熱性のある保護層(MCrAlX層及び/又はセラミックコーティング)を備え、或いは、高温に耐えうる材料(中実のセラミックスストーン)から製造されている。

20

この保護層はタービン羽根に類似のものでよく、即ち、MCrAlXを有してよい(MCrAlX; Mは鉄(Fe)族、コバルト(Co)族、ニッケル(Ni)族の少なくとも1つの元素であり、Xは活性元素であり、代表的なものとしてイットリウム(Y)及び/又は珪素及び/又は希土類の少なくとも1つの元素或いはハフニウム(Hf)が挙げられる)。このような合金は、欧州特許第0486489B1号明細書、欧州特許第0786017B1号明細書、欧州特許第0412397B1号明細書又は欧州特許出願公開第1306454A1号明細書から知られている。これらの文献は、合金の化学組成に関し、本願の開示事項の一部とする。

【0070】

MCrAlX上には、更に、例えば、セラミックの遮熱層があってもよく、遮熱層は、例えばZrO₂、Y₂O₃-ZrO₂から成り、即ち、酸化イットリウム及び/又は酸化カルシウム及び/又は酸化マグネシウムによって部分的に又は完全に安定化されていない。

30

例えば、電子ビーム蒸着(EB-PVD)のような適当なコーティング方法により、柱状結晶物を遮熱層内部に生成させる。

他のコーティング方法として、例えば大気プラズマ溶射(APS)、LPPS、VPS又はCVDが考えられる。遮熱層は、耐熱衝撃性を改善するため、多孔性の又はマイクロ若しくはマクロクラック性の結晶物を有してよい。

【0071】

再処理すること(再仕上げすること)とは、タービン羽根120, 130、遮熱要素155を使用後、場合によっては(例えば、サンドブラストによって)保護層を除去しなければならないことを意味している。その後、腐食層及び/又は酸化層或いは腐食物及び/又は酸化物の除去が行なわれる。場合によっては、タービン羽根120, 130又は遮熱要素155の亀裂も修復される。その後、タービン羽根120, 130、遮熱要素155の再コーティングが行なわれ、タービン羽根120, 130又は遮熱要素155が新たに使用される。

40

【符号の説明】

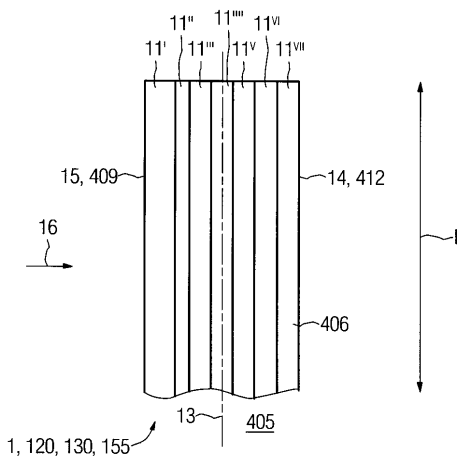
【0072】

- 1, 120, 130, 155 縦長の部品
- 13, 1 縦長の部品の縦軸線
- 11', 11'', ... 縦長結晶物

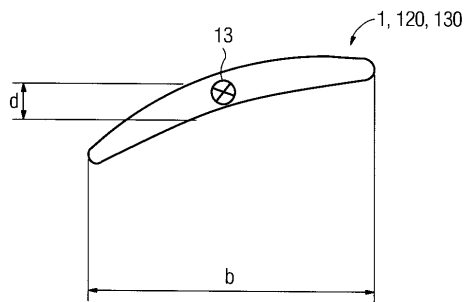
50

- 15, 409 縦長の部品のエッジ
- 16 媒体の流動方向
- b 縦長の部品の幅
- d 縦長の部品の厚さ
- l 縦長の部品の長さ

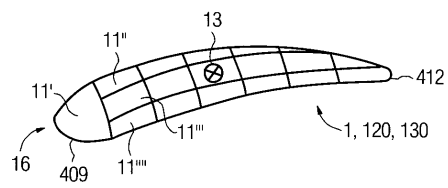
【 図 1 】



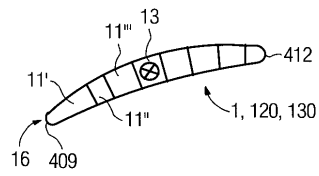
【 図 2 】



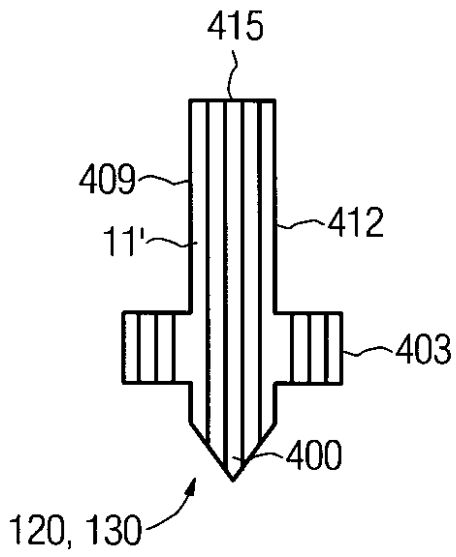
【 図 3 】



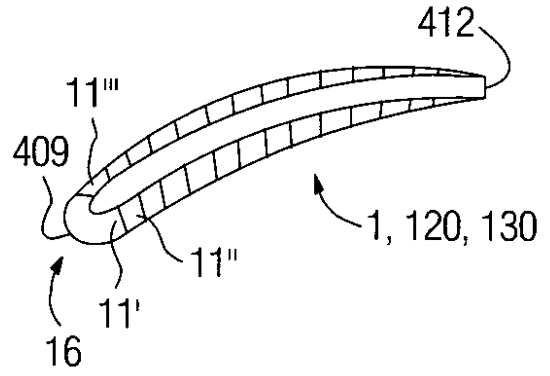
【 図 4 】



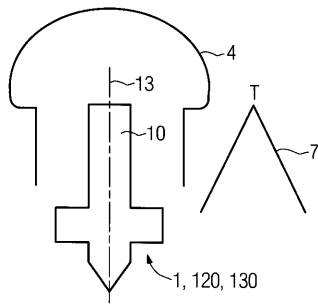
【 図 5 】



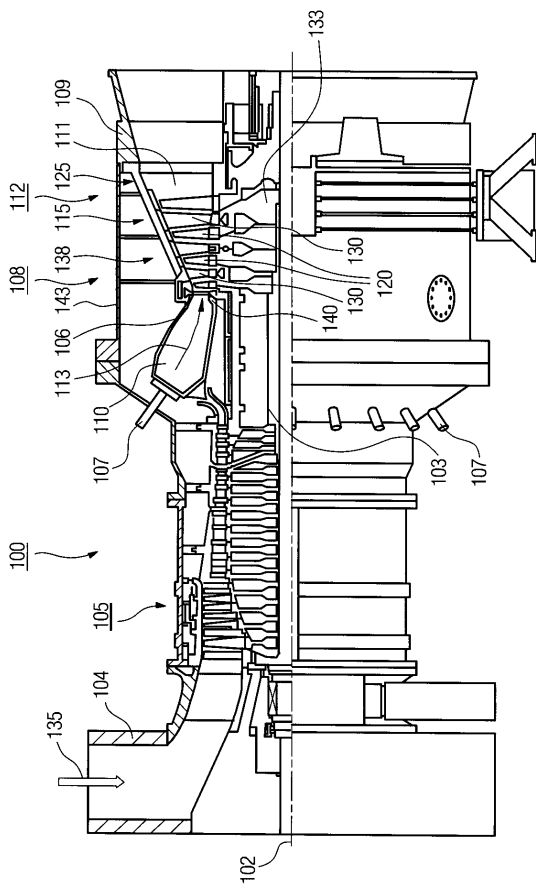
【 図 6 】



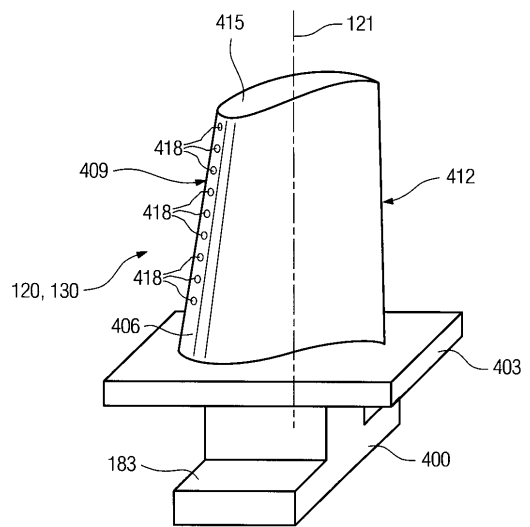
【 図 7 】



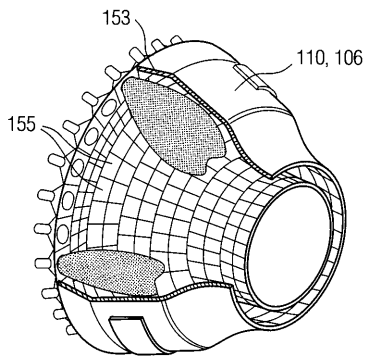
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

材料	化学組成 (%)													
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf	
ニッケルをベースにした精密鍛造合金														
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	
GTD 111 DS	0.10	14.0	残部	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03		
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 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	

フロントページの続き

(72)発明者 シュテファン クラウゼ

ドイツ連邦共和国 4 7 8 0 3 クレフェルト シュレースディク 4 9 ツェー

(72)発明者 オリファー リューゼブリンク

ドイツ連邦共和国 5 8 4 5 6 ヴィッテン アン デア ヴァベック 3 7

Fターム(参考) 3G002 EA02 EA06