

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6741647号

(P6741647)

(45) 発行日 令和2年8月19日 (2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月29日 (2020.7.29)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 5/18 (2006.01)

F O 1 D 5/18

F O 2 C 7/00 (2006.01)

F O 2 C 7/00 C

B 2 2 C 9/22 (2006.01)

F O 2 C 7/00 D

B 2 2 C 9/24 (2006.01)

B 2 2 C 9/22 C

B 2 2 C 9/24 C

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2017-500065 (P2017-500065)
 (86) (22) 出願日 平成27年6月29日 (2015.6.29)
 (65) 公表番号 特表2017-532475 (P2017-532475A)
 (43) 公表日 平成29年11月2日 (2017.11.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2015/051747
 (87) 国際公開番号 W02016/001544
 (87) 国際公開日 平成28年1月7日 (2016.1.7)
 審査請求日 平成30年5月10日 (2018.5.10)
 (31) 優先権主張番号 1456426
 (32) 優先日 平成26年7月4日 (2014.7.4)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 フランス (FR)

(73) 特許権者 315008740
 サフラン エアークラフト エンジニア
 フランス国、エフー 7 5 0 1 5 パリ、ブ
 ールバール デュ ジェネラル マルシア
 ル バラン 2
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100153084
 弁理士 大橋 康史
 (74) 代理人 100160705
 弁理士 伊藤 健太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジンのための2つの構成要素からなるブレードの製造方法及び上記製造方法により得られたブレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジンのための2つの構成要素からなるブレード（10、10'、10''）の製造方法において、

前記製造方法は、連続して、

セラミック材料で作られたブレード形状部（24）を得る工程であって、前記ブレード形状部（24）は、その第1の長手方向端部において、前記第1の長手方向端部から延びている1つの内側側壁と肩部とによって形成されている、上部空洞部（26a）と、前記肩部と前記ブレード形状部（24）の第2の長手方向端部の間で、前記上部空洞部（26a）から通じている長手方向通路（28）を形成するように、その長さ方向において前記ブレード形状部を貫通する穴とを有し、断面における前記1つの内側側壁の間の距離は前記長手方向通路（28）の直径よりも大きい、セラミック材料で作られたブレード形状部（24）を得る工程と、

前記ブレード形状部の前記第2の長手方向端部において前記ブレード形状部の前記長手方向通路（28）と連通する底部空洞部（26b）であって、型（30）の1つの側壁と、前記型（30）の底壁と、前記ブレード形状部（24）の前記第2の長手方向端部とによって形成される、底部空洞部（26b）を形成するように、型（30）内に前記ブレード形状部を配置し且つ維持する工程と、

前記上部空洞部（26a）及び前記底部空洞部（26b）と、前記上部空洞部（26a）と前記底部空洞部（26b）を相互に連結する前記長手方向通路（28）とを満たすよう

10

20

に前記ブレード形状部内へと溶融金属（M f）を鑄造する工程と、

前記上部空洞部及び前記底部空洞部において冷却された前記溶融金属の収縮が前記ブレード形状部の前記セラミックに圧縮予応力を付与させるように前記溶融金属を冷却する工程と、を含む、製造方法。

【請求項 2】

前記ブレード形状部を形成するために使用される前記セラミック材料がアルミナであり、鑄造のために使用される前記溶融金属がニッケル系金属合金である、請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記ブレード内に内部冷却回路を作る工程を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の製造方法。 10

【請求項 4】

前記内部冷却回路が、前記溶融金属を鑄造する工程の前に、1つの細長いコアを前記長手方向通路（28）内に配置し、前記溶融金属を鑄造する工程の後に、前記ブレードを貫通する通気路（30、30'）を形成するために前記細長いコアを引き出すことによって、前記ブレード内に作られる、請求項 3 に記載の製造方法。

【請求項 5】

前記ブレード内に前記内部冷却回路を作るための前記細長いコアがシリカで作られた、請求項 4 に記載の製造方法。

【請求項 6】

溶融金属の鑄造中において、前記溶融金属が前記長手方向通路を形成する前記ブレード形状部の内側壁に直接的に接触する、請求項 1 に記載の製造方法。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンエンジンのためのブレードの製造の一般的分野に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンブレード、特にターボジェットの高圧タービンブレードは、燃焼チャンバから来る高温ガスに曝される。 30

【0003】

エンジンの効率を向上させるため、燃焼チャンバからのこうした排出ガスの温度を、ブレードが概して製造される最適な金属合金の溶融点よりかなり高い温度まで上昇させることが知られている。

【0004】

こうして、金属合金ブレードがかなりの高温に耐えるのを可能とするため、それらを、熱的バリアを構成するセラミックコーティング内で覆うことと、内部冷却回路を提供することが知られている。

【0005】

それにもかかわらず、こうしたコーティング及び内部冷却回路は、提供するのがますます複雑になっており、それらは必ずしもブレードが燃焼チャンバからの排出ガスのかなりの高温に耐えるのを可能としない。特に、その傾向は、燃焼チャンバ排出ガスの現在の温度より高く上昇されるこうした排出ガスの温度のためであり、これによりコーティングを形成する熱的バリア及び内部冷却回路の提供をより複雑としている。 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、上述した欠点を有することなく、かなりの高温に耐えるのを可能とするブレードの製造方法を有することを可能とする必要が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、この目的は、ガスタービンエンジンのための2つの構成要素からなるブレードの製造方法であって、連続して、ブレード形状部の第1の長手方向端部において上部空洞部へと通じている長手方向通路を形成するように、その長さ方向においてブレード形状部を貫通する穴を有するセラミック材料で作られたブレード形状部を得ることと、ブレード形状部の第2の長手方向端部においてブレード形状部の長手方向通路と連通する底部空洞部を形成するように、型内にブレード形状部を配置し且つ維持することと、上部空洞部及び底部空洞部と、上部空洞部と底部空洞部を相互に連結する長手方向通路とを満たすように、ブレード形状部内へと溶融金属を鑄造することと、上部空洞部及び底部空洞部において冷却された溶融金属の収縮がブレード形状部のセラミックに圧縮予応力を付与させるように、溶融金属を冷却することと、を含む製造方法によって実現される。

10

【0008】

本発明に係る製造方法は、ブレード形状部の空洞部内の金属鑄造の冷却の間、金属の自然収縮がブレード形状部を構成するセラミックにおいて（ブレード形状部の長さ方向に）圧縮力を付与するという点で優れる。この製造方法によって得られたブレードは、こうしてセラミック内に圧縮予応力（compression prestress）を有する。運転中、ブレードが受ける力は、（ブレード形状部の長さ方向における）遠心力であり、これは、ブレードの構成要素においてけん引力を増加させる。その圧縮予応力により、セラミックとそれを構成する金属との間の膨張差のため、ブレードは、こうしてそれが受けるけん引力に容易に耐えることができる。特に、この圧縮予応力を取り除くためには、金属がもはやいかなる機械的強度も有しない温度に至らせる必要があり、ガスタービンエンジンにおける実施においてこうした温度に至ることはない。

20

【0009】

更に、本発明に係る製造方法によって得られるブレードのブレード形状部を構成するセラミックに圧縮を受けさせることは、セラミックの広い範囲から、特に通常用いられるものより低価のセラミックからセラミックを選択することを可能とする。このようにして得られるブレードの重量は、先行技術のブレードの重量より小さい。最後に、こうしたブレードは、単にセラミックを置き換えることによって容易に修復可能である。

【0010】

好適には、ブレード形状部を形成するために使用されるセラミック材料は、アルミナであり、鑄造のために使用される金属は、ニッケル系金属合金である。

30

【0011】

更に、好適には、本方法は、内部冷却回路を作ることを更に含む。こうした状況の下、内部冷却回路は、溶融金属を鑄造する工程の前に、その長さ方向にブレード形状部を貫通して延びる少なくとも1つの細長いコアを通路内に配置し、溶融金属を鑄造する工程の後に、ブレードを貫通する通気路を形成するためにコアを引き出すように作用させることによって、ブレード内に作られてもよい。ブレード内に内部冷却回路を作るためのコアは、シリカで作られてもよい。

【0012】

こうした冷却回路は、特に先行技術において知られたブレードの内部冷却回路と比較すると作るのが容易である。更に、冷却回路は、エンジンの性能において小さな影響を有する。

40

【0013】

本発明は、上述の方法によって得られるガスタービンエンジンブレードを更に提供する。

【0014】

本発明は少なくとも1つのこのようなブレードを含むガスタービンエンジンを更に提供する。

【0015】

本発明の他の特性及び利点は、非限定的特徴を有する実施形態を示した、添付の図面を

50

参照しつつ与えられる以下の記載から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る製造方法によって得られるブレードの概略的斜視図である。

【図2】図1のブレードの製造方法の様々な工程を示す概略図である。

【図3】図1のブレードの製造方法の様々な工程を示す概略図である。

【図4】図1のブレードの製造方法の様々な工程を示す概略図である。

【図5】図1のブレードの製造方法の様々な工程を示す概略図である。

【図6】本発明に係る様々な実施形態を構成するブレードの縦断面図である。

【図7】本発明に係る様々な実施形態を構成するブレードの縦断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明は、ガスタービンエンジンにおける使用のための任意のブレード、特に図1に示されたブレード10のような、ターボジェットの高圧タービンのためのブレードを製造するために適用する。

【0018】

知られた方法において、ブレード10は、長手軸線X-Xを有し、溝穴内に概してクリスマスツリー形の根部12を係合することによる、ターボジェットの高圧タービンのローターディスクに対する固定のためのものである。

【0019】

20

ブレード10は、足部14から先端16へと長手軸線X-Xに沿って延び、前縁18及び後縁20を有する。根部12は、高圧タービンを通過する燃焼ガスの流路のための内壁を形成する台22を介して、ブレードの足部14と結合する。

【0020】

このようなブレード10は、高圧タービンからすぐ上流に配置されたターボジェットの燃焼チャンバから来るガスのかなりの高温に耐える必要がある。

【0021】

本発明によれば、本目的が実現されるのを可能とするようなブレードの製造方法が提供される。

【0022】

30

この目的のため、本発明に係る方法は、最初にセラミック材料からブレード形状部を製造することを提供する。「ブレード形状部」という語は、ブレードの最終形状を有する部分を意味するために使用される。

【0023】

このブレード形状部は、本明細書において詳細に記載されない様々な知られた方法を用いて、例えば適した形状の型内へのセラミックの射出を含む方法によって「アディティブ(additive)」と称される(すなわち、3次元印刷を用いる)製造方法によって得られてもよい。

【0024】

使用され得る(且つブレードの大量生産に適合される)別の知られた技術は、シェルモールドを用い、方向付けられた凝固により準備に対する回帰(recourse)を有するロストワックス鑄造技術である。このような方法が記載された欧州特許出願公開第2092999号が参照される。

40

【0025】

ブレード形状部を得るために用いられる方法がセラミックを適した形状の型内へと射出することを含むとき、ブレード形状部は、次いでその長さ方向に、すなわち、製造されるブレードの長手軸線X-Xに沿ってブレード形状部を貫通する穴を形成するように、(例えば機械的工具によって)穿孔される。

【0026】

この貫通穴は、ブレード形状部の上部長手方向端部において上部空洞部26aを形成す

50

るように作られ、この上部空洞部は、通路 28 内へと通じている。通路 28 は、それが延びる上部空洞部 26 a より寸法が小さい径 d 28 を有する。

【0027】

図 3 に示されるように、ブレード形状部 24 は、ブレード形状部の底部長手方向端部においてブレード形状部の通路 28 と連通する底部空洞部 26 b を構成するように、型 30 内の位置に配置され、保持される。上部空洞部と同様に、底部空洞部 26 b は、通路 28 の径 d 28 より寸法の大きい断面 (right section) を有する。

【0028】

当然のことながら、ブレード形状部を得るために用いられる方法が特にシェルモールドを用いるロストワックス鑄造のような他の製造技術を含むとき、ブレード形状部の通路並びに上部空洞部及び底部空洞部は、他の手段によって (通常コアによって) 得られる。

10

【0029】

本発明に係る以下の方法の工程は、空洞部 26 a 及び 26 b の両方並びにこれらと相互に連結する通路 28 を満たすような、ブレード形状部 24 内への溶融金属の鑄造で構成される。

【0030】

この鑄造作業は、概して型 30 が配置される鑄造炉 (図示せず) において実行される。溶融金属 M f は、底部空洞部 26 b、通路 28 及び上部空洞部 26 a を完全に満たすように、上部空洞部 26 a からブレード形状部 24 を通して型 30 内へと注がれる。例示により、鑄造のために選択される金属は、その単結晶 (monocrystalline) タービンブレードのいくつかを作るために製造業者スネクマによって通常使用されるような AM1 のようなニッケル系金属合金であってもよい。

20

【0031】

一旦、溶融金属の鑄造が完了すると、型 30 は、鑄造炉から引き出され、ブレード 25 形状部 24 が冷却される。この冷却により、金属が空洞部 26 a、26 b の内側及びこれらと相互に連結する通路 28 の内側で収縮するという当然の結果となる (この収縮は図 4 の矢印によって示される)。

【0032】

こうして、図 5 に示されるように、その上部空洞部 26 a がブレードの先端 16 近くに配置された金属で満たされ、その底部空洞部 26 b が少なくともブレードの根部 12 の部分を形成する、2 つの構成要素からなるブレード 10 が得られる。

30

【0033】

空洞部内及びこれらを相互に連結する通路内で冷却された金属の収縮は、ブレード形状部のセラミックに圧縮予応力を付与させる (この圧縮予応力は矢印 F c で示される)。

【0034】

運転中、ブレードは、高温のみならず、(根部から先端へと向かうブレード形状部の長さ方向の) 遠心力にも曝され、この遠心力は、ブレード形状部においてけん引力を増加させる。その圧縮予応力により、ブレードは、こうしてそれが受けるけん引力に容易に耐えることができる。特に、ブレード形状部を構成するセラミックと空洞部及びこれらの中の通路内の金属鑄造部との間の膨張差は、運転中にブレード形状部のセラミックにおいて圧縮予応力を低減させる効果を有する。

40

【0035】

図 6 は、本発明に係る方法により得られるブレード 10 ' の変形実施形態を示す。

【0036】

この変形例において、ブレード内に内部冷却回路が提供される。この目的のため、ブレード形状部内へと溶融金属を鑄造する工程の前に、細長いコア (図示せず) が空洞部 26 a 及び 26 b を相互に連結する通路 28 内に配置され、このコアは、例えばノックアウト (knocking out) に適したシリカから作られてもよい。このコアは、こうしてブレード形状部をその長さ方向に貫通する。

【0037】

50

熔融金属を鋳造する工程の後、コアは、ブレード 10 を貫通する通気路 30 を形成するように、ロックアウトによってブレード形状部から引き出される。冷却空気の流れは、ブレードの根部 12 の基部から通気路 30 内へと噴射され、ブレードの先端 16 における高圧タービン通路内へと吐出される。

【0038】

図 7 は、本発明に係る方法によって得られるブレード 10' の別の変形実施形態を示す。

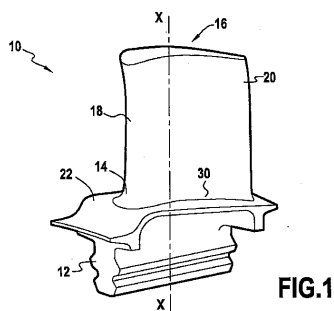
【0039】

この他の変形例において、ブレード 10' は、内部冷却回路も有する。ブレード形状部を得るために用いる方法がセラミックに適した形状の型内へと射出することを含むとき、この回路は、ブレード形状部内へと熔融金属を鋳造する工程の前又はブレード形状部を鋳造型内に配置するときに、通路 28 内に軸受筒形式でコアを配置することによって形成される。ブレード形状部を得るために用いられる方法がシェルモールドによるロストワックス鋳造を含むとき、冷却回路は、内部冷却回路に対応する形状のコアをワックス射出型内へと配置することによってワックスを射出する工程の前に形成される。

【0040】

熔融金属を鋳造する工程の後、軸受筒形状のコアは、ブレード 10' の中央部において環状の通気路 30' を形成するようにブレード形状部から引き出される。冷却空気の流れは、ブレードの根部 12 の基部からこの通気路 30' 内へと噴射され、ブレードの先端 16 を介して高圧タービンの通路内へと吐出される。

【図 1】



【図 2】

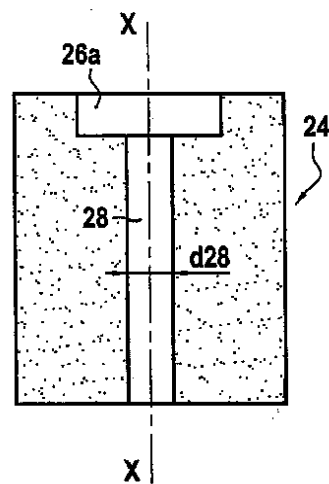


FIG.2

【図 3】

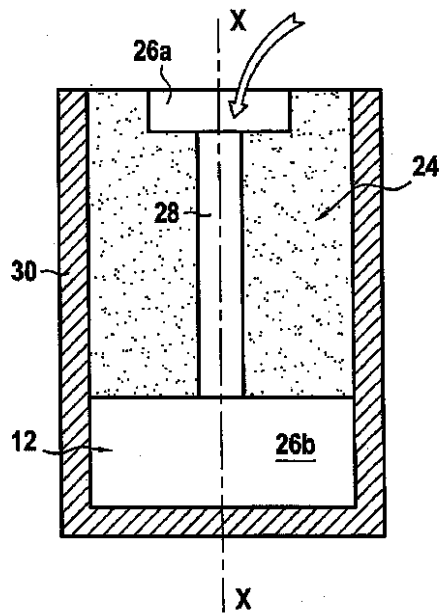


FIG.3

【図 4】

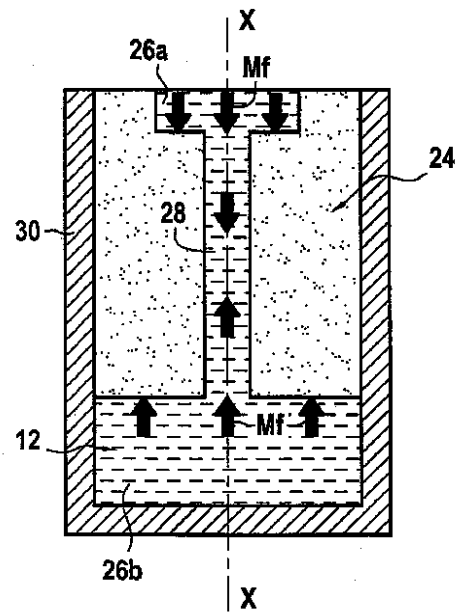


FIG.4

【図 5】

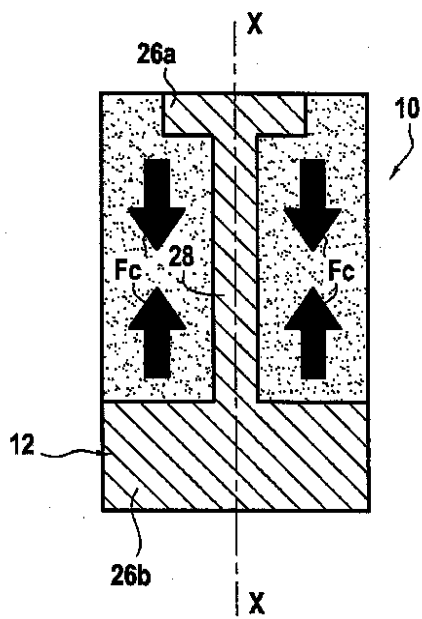


FIG.5

【図 6】

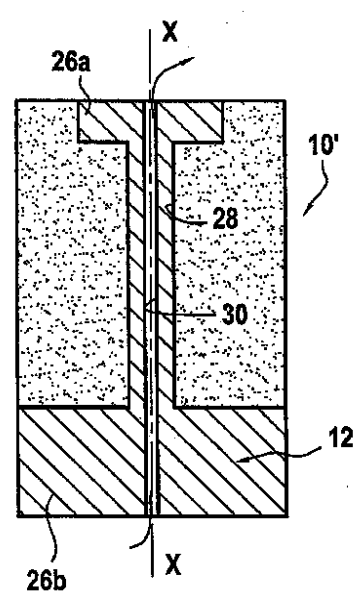
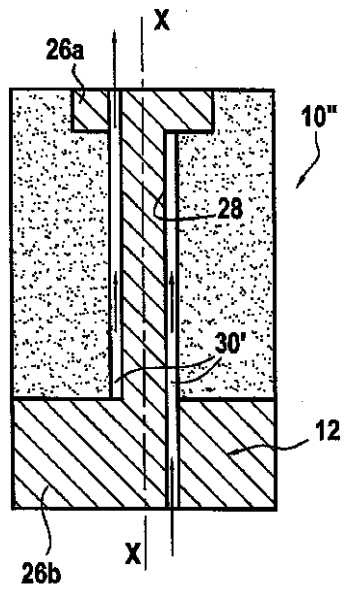


FIG.6

【図 7】

**FIG.7**

フロントページの続き

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 フランソワ カステイラ

フランス国, エフー７７５５０ モワシーークラマイエル セデ, ロンーポワン ルネ ラボー
レオ, セ／オ スネクマ ペイ (アジイ)

(72)発明者 セバスチャン ディガール ブルー ドゥ キュイサール

フランス国, エフー７７５５０ モワシーークラマイエル セデ, ロンーポワン ルネ ラボー
レオ, セ／オ スネクマ ペイ (アジイ)

(72)発明者 セルジュ ファルジャ

フランス国, エフー７７５５０ モワシーークラマイエル セデ, ロンーポワン ルネ ラボー
レオ, セ／オ スネクマ ペイ (アジイ)

(72)発明者 バンサン エーブ

フランス国, エフー７７５５０ モワシーークラマイエル セデ, ロンーポワン ルネ ラボー
レオ, セ／オ スネクマ ペイ (アジイ)

(72)発明者 シャンタル シルベット ラングロワ

フランス国, エフー７７５５０ モワシーークラマイエル セデ, ロンーポワン ルネ ラボー
レオ, セ／オ スネクマ ペイ (アジイ)

審査官 高吉 統久

(56)参考文献 米国特許第０３８４４７２８ (US, A)

特開昭５９－１６０００１ (JP, A)

特開平０３－１８２６０１ (JP, A)

特開昭５６－０８３５０２ (JP, A)

特開２００４－１６９６８９ (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 2 C 9 / 2 2

B 2 2 C 9 / 2 4

F 0 1 D 5 / 1 8

F 0 1 D 5 / 3 4

F 0 1 D 2 5 / 0 0

F 0 2 C 7 / 0 0