

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 1 区分

【発行日】平成30年3月1日(2018.3.1)

【公開番号】特開2014-196735(P2014-196735A)

【公開日】平成26年10月16日(2014.10.16)

【年通号数】公開・登録公報2014-057

【出願番号】特願2014-759(P2014-759)

【国際特許分類】

F 0 1 D 5/18 (2006.01)

F 0 1 D 9/02 (2006.01)

F 0 2 C 7/00 (2006.01)

F 0 2 C 7/18 (2006.01)

B 2 2 C 9/04 (2006.01)

【 F I 】

F 0 1 D 5/18

F 0 1 D 9/02 1 0 2

F 0 2 C 7/00 D

F 0 2 C 7/18 A

B 2 2 C 9/04 C

【誤訳訂正書】

【提出日】平成30年1月17日(2018.1.17)

【誤訳訂正 1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】タービンプレードの内部冷却回路

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、燃焼タービンエンジンのブレードの製造方法に関し、また具体的にはタービンプレードの鋳造における特定の内部コア機構の使用並びにそうして形成される内部冷却機構を有するブレードに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来の燃焼タービンエンジンは、圧縮機、燃焼器及びタービンを含む。当技術分野で周知の通り、圧縮機で圧縮された空気は燃料と混合されて燃焼器内で燃焼し、タービン内で膨張してタービンを回転させるとともに圧縮機を駆動させる。タービン部品は、タービンに流入する高温燃焼生成物の極めて高い温度及び圧力によって特徴付けられる過酷な環境に付される。こうした高温環境での繰返し熱サイクルに耐えるためには、タービン翼形部の構造的健全性及び冷却を最適化しなければならない。

【 0 0 0 3 】

当業者には明らかであろうが、蛇行つまり曲がりくねった冷却回路は、燃焼タービンエンジンにおけるロータ及びステータブレードのシャンク及び翼形部を空気冷却するための効率的かつ経済的な手段であることが判明しており、こうした冷却スキームは最新エンジンでは非常に精巧なものになっている。翼形部は典型的には、非常に薄い翼形部内部で半径方向に延在する複雑な内部冷却通路を含む。半径方向通路は、大きな流路間を冷却空気が流れるように、複数の小さな通路によって接続されることが多い。こうした小さな内部

フィーチャを有する翼形部の製作には複雑な多段階鋳造プロセスが必要とされる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7780414号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

現行の製造プロセスの問題点の1つは、鋳造に用いるコア（中子）の製作及びメンテナンス並びに従来のプロセスで得られる歩留りが低いことである。歩留りが低い主な原因は、翼形部の製造プロセスに際して翼形部の冷却通路を画定するセラミックコアが割れるか裂けるかすることが多いことである。このようにセラミックコアが高い割合で損傷する原因となる要因は数多く存在する。第1に、セラミックが一般に脆性材料であることである。第2に、翼形部が非常に薄く、そのためコアも非常に薄いことである。最後に、翼形部内の小さなクロスオーバー通路その他の複雑な構造によって、細くて脆弱なフィーチャが生じ、荷重下で容易に破損してしまうことである。

【0006】

別の欠点は、セラミックコアの脆い性質のために、製造上の制約が生じ、最適な冷却スキームが制限されてしまうことである。多くの場合、翼形部冷却及びエンジン効率に関してクロスオーバー孔を小さくするか幾何学的フィーチャを複雑にするのが有利である。しかし、冷却通路を複雑にするのは、現行の製造プロセスで得られる有用な翼形部の数が少なすぎ、セラミックコアが損傷する割合が高いので、実用的でないことがある。冷却スキームを複雑にすると、製造歩留りがさらに低下し、翼形部1枚当たりのコストがさらに高くなる。したがって、各翼形部のコストを低減させるためにガスタービンエンジン翼形部の製造性を向上させるとともに、それを実現する冷却スキームを改善することに対する多大なニーズが存在する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

そこで、本願では、翼形部と、根元部と、根元部及び翼形部内に複数の流路を有する内部冷却回路であって、第1の流路及び非一体型プラグを含む内部冷却回路とを備えるロータブレードについて開示する。プラグは、第1の冷却通路を通る所望の冷却剤流量に対応するように構成されたプラグチャネルを含んでいてもよい。プラグは、第1の流路に対する一定の閉塞位置でロータブレードに接続してもよい。

【0008】

本発明はさらに、内部冷却回路を有するブレードであって、燃焼タービンエンジンで用いるように構成され、翼形部及び根元部を備えるブレードの製造方法について開示するが、本方法は、コアの堅牢性を高めるように構成された過大寸法の支持接続部を含むコアを用いて内部冷却回路を鋳造する工程であって、過大寸法の支持接続部が、内部冷却回路に第1の流路を形成するとともに作動時に第1の冷却通路を通る所望の冷却剤流量に比して過大寸法である、工程と、プラグを形成する工程と、プラグを貫通するプラグチャネルであって、第1の流路を通る所望の冷却剤流量に対応するように構成されたプラグチャネルを形成する工程と、第1の流路に対する閉塞位置にプラグが固定されるようにプラグをブレードに接続する工程とを含む。

【0009】

本願の上記その他の特徴は、添付の図面及び特許請求の範囲と併せて好ましい実施形態に関する以下の詳細な説明を参照することによって明らかとなろう。

【0010】

本発明の上記その他の特徴については、添付の図面と併せて本発明の例示的な実施形態に関する以下の詳細な説明を参照することによって理解を深めることができるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本願の幾つかの実施形態を利用し得る例示的なタービンエンジンの概略図である。

【 図 2 】 図 1 の燃焼タービンエンジンの圧縮機セクションの断面図である。

【 図 3 】 図 1 の燃焼タービンエンジンのタービンセクションの断面図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態を利用し得るタイプのタービンロータブレードの斜視図である。

【 図 5 】 従来設計の内部冷却チャネルを有するタービンロータブレードの横側断面図である。

【 図 6 】 従来設計に従ったタービンロータブレード用の鋳造用コアの斜視図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態に係るタービンロータブレード用の鋳造用コアの斜視図である。

【 図 8 】 本発明の別の実施形態に係るタービンロータブレード用の内部冷却機構の斜視図である。

【 図 9 】 図 8 に示すプラグの側面図である。

【 図 1 0 】 図 8 の内部冷却機構の斜視図である。

【 図 1 1 】 本発明の別の実施形態に係るタービンロータブレード用の内部冷却機構の斜視図である。

【 図 1 2 】 図 1 0 に示すプラグの側面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

まず最初に、本願発明について明瞭に記載するために、燃焼タービンエンジン内部の幾つかの部材又は機械部品について言及及び記載をする際の用語の選択が必要となる。上述の通り、本明細書で挙げる例は主に燃焼タービンエンジンに関するものであるが、本発明が燃焼又は蒸気タービンエンジンで用いられるロータブレードに適用できることは当業者には明らかであろう。できるだけ、一般的な工業用語をその通常の意味で用いる。ただし、これらの用語は広義に解釈すべきであり、本明細書で意図する意味並びに特許請求の範囲の技術的範囲が不合理に限定されてしまうほど狭義に解釈すべきではない。ある部品を幾つかの異なる用語で言及できることが多々あることも当業者には明らかであろう。さらに、本明細書で単一部材として記載したものであっても、別の文脈では複数の部品を包含し複数の部品からなることもあるし、或いは本明細書で複数の部品を含むものとして記載したものであっても別の箇所では単一部材として記載することもある。したがって、本発明の技術的範囲を解釈するに当たって、本明細書に記載された用語及び記載だけでなく、特に特許請求の範囲に記載された、部品の構造、構成、機能及び/又は使用法にも留意すべきである。

【 0 0 1 3 】

さらに、本明細書では幾つかの用語を繰返し用いることがあるが、本節の始めにこれらの用語について定義しておくことが有用であろう。これらの用語及びその定義は、別途記載しない限り、以下の通りである。本明細書において、「下流」及び「上流」はタービンエンジンを通過する作動流体のような流体の流れ或いは燃焼器を通る空気又はタービン部品システムの1つを通る冷却剤の流れの方向を示す用語である。したがって、用語「下流」は流体の流れの方向に対応し、用語「上流」はこの流れと反対の方向を意味する。用語「前方」及び「後方」は、特記しない限り、方向を示し、「前方」はエンジンの前方又は圧縮機端を意味し、「後方」はエンジンの後方又はタービン端を意味する。用語「半径方向」とは、軸に直交する運動又は位置を示す。中心軸に関して半径方向の様々な位置にある部材について説明しなくてはならないことが多い。このような場合、第1の部品が第2の部品よりも軸の近くにあれば、本明細書では第1の部品が第2の部品の「半径方向内向き」又は「内側」に位置すると記載する。他方、第1の部品が第2の部品よりも軸から遠くに位置していれば、本明細書では第1の部品が第2の部品の「半径方向外向き」又は「外側」に位置すると記載する。用語「軸方向」とは、軸に平行な運動又は位置を示す。最後に

、用語「円周方向」とは軸の周りの運動又は位置を示す。なお、これらの用語はタービンの中心軸を基準として適用される。

【0014】

技術的背景として、ここで図面を参照すると、図1～図3は本願の実施形態を利用し得る例示的な燃焼タービンエンジンを示す。当業者には明らかであろうが、本発明はこの種の用途に限定されるものではない。上述の通り本発明は、発電及び航空機に用いられるエンジンのような燃焼タービンエンジン、蒸気タービンエンジン、並びに別のタイプのロータリーエンジンで用いることができる。提示した例はタービンエンジンのタイプを限定することを意図したものではない。

【0015】

図1は、燃焼タービンエンジン10の概略図である。一般に燃焼タービンエンジンは、圧縮空気の流れの中での燃料の燃焼によって生じた高温ガスの圧縮流れからエネルギーを抽出することによって動作する。図1に示すように燃焼タービンエンジン10は、軸流圧縮機11を共通のシャフト又はロータによって下流のタービンセクション又はタービン13と機械的に結合し、圧縮機11とタービン13の間に燃焼器12を配置することによって構成し得る。

【0016】

図2は、図1の燃焼タービンエンジンで使用し得る例示的な多段軸流圧縮機11の図を示す。図示のように圧縮機11は複数の段を含んでいてもよい。各段は、圧縮機ロータブレード14の横列に続いて圧縮機ステータブレード15の横列を含んでいてもよい。したがって第1段は、中央シャフトの周りで回転する圧縮機ロータブレード14の横列に続いて、作動時に静止状態に保たれる圧縮機ステータブレード15の横列を含んでいてもよい。

【0017】

図3は、図1の燃焼タービンエンジンで使用し得る例示的なタービンセクション又はタービン13の部分図を示す。タービン13は複数の段を含んでいてもよい。例示的に3つの段を示すが、タービン13に存在する段の数は増減させることができる。第1段は、作動時にシャフトの周りを回転する複数のタービン動翼又はタービンロータブレード16と、作動時に静止状態に保たれる複数のノズル又はタービンステータブレード17とを含む。タービンステータブレード17は一般に互いに円周方向に離間していると同時に回転軸の周りに固定される。タービンロータブレード16は、シャフト（図示せず）の周りで回転させるためにタービンホイール（図示せず）に装着される。タービン13の第2段も示す。第2段も同様に、円周方向に離間した複数のタービンステータブレード17を含み、これに続いて同じく回転のためにタービンホイールに装着された円周方向に離間した複数のタービンロータブレード16を含む。第3段も図示しており、これもまた同様に複数のタービンステータブレード17及びロータブレード16を含む。なお、タービンステータブレード17及びタービンロータブレード16はタービン13の高温ガス経路内に位置する。高温ガス経路を通過する高温ガスの流れ方向を矢印で示す。当業者には明らかであろうが、タービン13は図3に示すものより多くの段を有することもあり、場合によってはこれより少ない段を有することもある。追加される各々の段は、タービンステータブレード17の横列を含み、続いてタービンロータブレード16の横列を含んでいてもよい。

【0018】

動作の一例として、軸流圧縮機11内での圧縮機ロータブレード14の回転によって空気の流れを圧縮する。燃焼器12では、圧縮空気を燃料と混合して点火したときにエネルギーが放出される。燃焼器12から得られる高温ガスの流れは、作動流体とも呼ばれ、次いでタービンロータブレード16へと導かれ、作動流体の流れによってシャフトの周りでのタービンロータブレード16の回転が惹起される。こうして、作動流体の流れのエネルギーが回転ブレードの力学的エネルギーに変換されるとともに、ロータブレードとシャフトの間の接続のために回転シャフトの力学的エネルギーに変換される。このシャフトの力学的エネルギーは次いで、所要量の圧縮空気が生成されるように圧縮機ロータブレード1

4 並びに例えば発電機の回転を駆動するために利用し得る。

【0019】

図4は、本発明の実施形態を利用し得るタイプのタービンロータブレード16の斜視図である。タービンロータブレード16は根元部21を含んでおり、根元部21によってロータブレード16はロータディスクに取り付けられる。根元部21は、ロータディスクの外の対応ダブテールスロット内に装着するように構成されたダブテールを含んでいてもよい。根元部21はさらに、ダブテールとプラットフォーム24との間に延在するシャンクを含んでいてもよく、プラットフォーム24は翼形部25と根元部21との接続部に位置してタービン13を通過する流れ経路の内側境界の一部を画定する。なお、翼形部25は作動流体の流れを遮ってロータディスクの回転を惹起するロータブレード16の能動的部品である。なお、本例のブレードはタービンロータブレード16としているが、本発明はさらにタービンステータブレード17を始めとするタービンエンジン10内部の別のタイプのブレードにも適用できる。ロータブレード16の翼形部25は、凹形の正圧側壁26と円周方向又は横方向に対向する凸形の負圧側壁27とを含んでおり、これらは軸方向に対向する前縁28と後縁29の間に延在する。側壁26及び27はさらに、プラットフォーム24から外側先端31まで半径方向に延在している。

【0020】

図5及び図6は、従来設計の構成を有する内部冷却通路の図を示し、図示した例示的な内部機構には、図7～図12に関して以下で説明するように本発明を使用し得る。一般に、図5の内部冷却チャンネルは1以上の供給通路44を含んでいて、翼形部25の内部に形成された複数の流路36に接続している。供給通路52はロータブレード16の根元部21を通して冷却剤源に接続しており、流路36に加圧冷却剤を供給する。図に示すように、流路36の幾つかは、複数の軸方向に積み重なった多数の蛇行通路を含んでいてもよい。この設計タイプは、翼形部25の外側先端31の近くに位置する180度方向転換部まで外向きに延在する流路36と、ロータブレード16のプラットフォーム24の近くに位置する別の180度方向転換部まで内向きに延在する流路36とを含んでいてもよい。

【0021】

さらに図5で示すように、翼形部25は、蛇行回路の一部ではない別の流路36を含んでいてもよい。例えば、前縁流路38が翼形部25の前縁28と平行にかつその近傍に延在し、その脇に流路36が並行に延在している。このように並行に延在しているので、これらの流路36は多数のクロスオーバー通路43で接続することができる。クロスオーバー通路43はこれら流路36の間に延在してそれらを接続する狭い横断衝突（インピンジメント）通路であることが分かるであろう。図5はさらに、翼形部25の後縁29と平行に延在する後縁流路39を含む。こうしたクロスオーバー通路43は典型的には、翼形部25の目標領域での冷却剤の冷却効率を高めるために設けられ、冷却剤の流れを前縁流路36に衝突させるため特に狭い流れ断面積をもつように形成しなければならないことが分かるであろう。こうした通路の形成に用いられるコアは必然的に精巧な性質のものであるため、コア歩留りは低くなりかつ製造用コストは高いままであるのが一般的である。

【0022】

コアを補強し得る一つの方法を図6に示す。図6は、別の従来設計による鋳造用コア51の斜視図を示す。図に示すように、鋳造用コア51は、供給通路52を形成するコア51の部分に蛇行回路の内側パスの1つと接続することによってコア51の構造を支える支持接続部53を含む。支持接続部53が翼形部25で接続通路54を形成することが分かるであろう。しかし、支持接続部53は、形成される接続通路54を作動時に通過する冷却剤流量を制限することが望まれるので、寸法及び幾何学形状に制約がある。

【0023】

図7～図13は本発明の例示的な実施形態を示す。これらの図並びに関連する説明は例示にすぎず、本発明の技術的範囲の特許請求の範囲に比して狭めることを意図するものではないことが分かるであろう。図7は、支持接続部53をかなり大きくした点も含めて、図6の内部冷却機構に対する修正を示す。これらの過大寸法の支持接続部53はコアの構造

的堅牢性を高めるために設けられる。より具体的には、図 6 の過大寸法の支持接続部 5 3 は、鑄造用コア 5 1 の強化された内側部分と半径方向に延在する蛇行通路との動きを安定化させるために寸法を大きくしてある。このようなコアに対する修正が製造プロセスにおけるコア歩留りに有益な影響を与えることが分かるであろう。以下で説明する通り、本発明では、こうした過大寸法の支持接続部 5 3 に起因する接続通路 5 4 で起こりかねない過剰な冷却剤流れを、専用プラグ 6 1 (図 8 ~ 図 1 2 に関して説明する) によって調量する。

【 0 0 2 4 】

図 8 は、本発明の一実施形態に係る内部冷却機構の斜視図である。図 8 は、供給通路 5 2 が狭まって流路 3 6 となり、流路 3 6 が前縁流路 3 8 と並行に延在し、冷却を促進するため多数の衝突クロスオーバー通路 4 3 を介して前縁流路 3 8 に接続されている点で、図 5 に示すものと同様の内部冷却機構を示していることが分かるであろう。図 5 の従来機構は前縁流路 3 8 を供給通路 5 2 に接続する接続通路 5 4 は含んでおらず、これが本実施形態では過大寸法の支持接続部 5 3 を介して形成されていることが分かるであろう。過大寸法の支持接続部 5 3 は、図 7 に関して既に説明した支持接続部 5 3 を太くしたものであってもよい。接続通路 5 4 は供給通路 5 2 と前縁流路 3 8 の内側端との間に延在する。このように構成すると、過大寸法の支持接続部 5 3 がケーシングコアのこの部分に大きな追加の堅牢性をもたらし、前縁流路 3 8 とそれに隣接する流路 3 6 を形成するコア部品間の相対的運動を制限するのよく適していることが分かるであろう。クロスオーバー通路 4 3 に対応するコア構造が、従前の鑄造プロセスの際の損傷に関して最も厄介な問題の一つであったので、鑄造用コアにおけるこれら 2 つの通路間の構造堅牢性を高めることで、必要な領域に対処するのによく適している。図に示すように、本発明は、過大寸法の支持接続部 5 3 によって形成すると過大な接続通路 5 4 になる可能性が高いことに伴う流れ断面積を減少させるためにプラグチャンネル 6 2 を含む専用プラグ 6 1 を含んでいてもよい。以下でさらに説明する通り、プラグ 6 1 はロータブレード 1 6 の内部に接続され、接続通路 5 4 に対して一定の閉塞位置に配置されて、この経路を通過する冷却剤の流れを制限又は調量する。図 9 は、図 8 のプラグ 6 1 の側面図を示し、形状は球体としてもよく、図 1 0 は図 8 の機構に関する別の斜視図を示す。

【 0 0 2 5 】

図 1 1 及び図 1 2 は本発明の別の実施形態を示す。この例では、プラグ 6 2 は、係合時に上述の球形プラグ 6 2 よりも、接続通路 5 4 にもっと深く挿入できるテーパ付き形状を有する。本発明は、堅牢性の向上した鑄造用コアに付随する恩恵だけでなく、従前は利用できなかった鑄造後チューナビリティ (調整可能性) をもたらすことが分かるであろう。

【 0 0 2 6 】

図に示すように本発明の実施形態は、本明細書で提供する内部冷却機構を有するロータブレード及び / 又はステータブレード (並びにこれらの形成に用い得る鑄造用コア) を包含する。したがって、ある実施形態では、本発明は、非一体型プラグ 6 1 によって流路を通過する流れが調量されるように構成された流路を含む。非一体型プラグ 6 1 は、冷却通路を通る所望の冷却剤流量に対応するように構成されたプラグチャンネル 6 2 を含んでいてもよい。プラグ 6 1 は流路に対する一定の閉塞位置でロータブレードに接続してもよい。プラグチャンネル 6 2 及びプラグ 6 1 の閉塞位置は、作動時にプラグチャンネル 6 2 を通して冷却剤を流すことができるが、流路を通過する他の冷却剤流れは阻止するように構成することができる。

【 0 0 2 7 】

ある実施形態では、上流端で、流路に、内部冷却回路のチャンバ又は供給通路 4 4 から冷却剤を流出させるためのの出口を設けてもよい。内部冷却回路、チャンバ又は供給通路 4 4 に対する出口も提供する別の流路をさらに含んでいてもよい。プラグ 6 1 及びプラグチャンネル 6 2 は、これらの 2 つの流路間のチャンバからの冷却剤流れを調量するように構成できることが分かるであろう。ある実施形態では、第 2 の流路は、プラグチャンネル 6 2 を備えるように構成された非一体型プラグ 6 1 をさらに含んでいてもよい。こうした場合

この２つのプラグ６１は、２つの流路間の冷却剤流量が所望のレベルとなるように調量するように構成されたプラグチャネル６２を有していてもよい。図８、図１０及び図１１に関して示したように、本例のチャンバは前方供給通路４４を含んでいてもよく、そこから分岐した２つの流路は蛇行回路の一部をなす流路３６と供給通路４４を前縁に接続する接続通路５４とを含んでいてもよい。

【００２８】

本発明はさらに、上述の内部冷却機構の製造方法を包含する。これらの実施形態は、タービンブレード１６の内部冷却機構に対する鑄造後チューナビリティのレベルを高めることが分かるであろう。ある実施形態では、本方法は、コアの堅牢性を高めるように構成された過大寸法の支持接続部５３を含むコア５１を用いてロータブレード１６内に内部冷却回路を鑄造する工程を含む。上述の通り、過大寸法の支持接続部５３は、内部冷却回路内に接続通路５４を形成しするが、「過大寸法」とは作動時に接続通路５４を流れる所望の冷却剤流量に対するものである。本発明では、プラグ６１はプラグチャネル６２を有するように作成し得る。プラグチャネル６２は、接続通路５４を流れる所望の冷却剤流量に対応するように構成できる。

【００２９】

本方法のもう一つの工程は、プラグ６１が接続通路５４に対する閉塞位置に固定されるようにプラグ６１をロータブレード１６に接続することを含む。このプラグ６１をブレードに接続する工程は、ろう付けや溶接のような、従来のプロセス又は方法を含むことができる。閉塞位置は、プラグチャネル６２を通して冷却剤を流すことができるが、接続通路５４を通過する他の冷却剤流れは阻止するようにプラグ６１と整列させることができる。

【００３０】

プラグ６１及び接続通路５４は図に示すように、プラグ６１が接続通路５４内の所定の地点を越えて下流に動くのを防ぐような機械的締め込みをそれらの間に含むように構成してもよい。この機械的締め込みは、プラグ６１が接続通路５４の狭いネック部又はネック６４と係合するように構成された台座を含んでいて、プラグ６１の下流への移動を防いでもよい。図に示すように、閉塞位置は、接続通路５４の上流部に存在するプラグ６１を含んでいてもよい。

【００３１】

プラグ６１は幾つかの可能な構成のいずれでもよいことが分かるであろう。図９及び図１２はプラグ６１の構成に関する好ましい実施形態を示す。図９に示すように、プラグ６１は丸い又は球形状を有していてもよい。図１２に示すように、プラグ６１はテーパ付き形状を有していてもよく、その細い方の側の端部で機械的締め込みの台座と係合し、その太い方の端部でネック５４と係合して運動を制約するように構成してもよい。プラグ６１をロータブレードに固定する前にプラグチャネル６２を形成しておいてもよいし、或いはロータブレード１６に接続した後でプラグ６１を貫通するプラグチャネル６２を機械加工してもよい。典型的な冷却通路構成で利用し得るプラグ６１への見通し線によって、プラグ６１を貫通する特殊な設計の孔又は通路を、ＥＤＭその他慣用の機械加工プロセスによって穿孔して、プラグ６１を貫通する調量用チャネルを作成することができる。

【００３２】

上述の通り、プラグチャネル６２は、所望の冷却剤流量に応じた寸法にすることができる。この所望の流量は、ロータブレードの冷却要件を満たすために予測される最小限の冷却剤流量とすることができる。本発明では、接続通路５４を通過する実際の冷却剤流量が後で不十分であると判明したときにプラグ６１及びプラグチャネル６２に対する効率的な改造が可能であることが分かるであろう。例えば、実際の冷却剤流量が不十分であると判明したときに、プラグチャネル６２を広げてタービンエンジン作動時にプラグチャネルを流れる冷却剤の量が増すようにすればよい。かかる改造は、プラグ６１をロータブレードから外して、より幅広のプラグチャネル６２を機械加工することによって行ってもよい。かかる改造は、プラグ６１をロータブレードから外して、これをより幅広のプラグチャネ

ル 6 2 を含む別の修正済み又は新品プラグ 6 1 であって所望の冷却剤流量をもたらす幾何学形状を有するものと交換することによって行ってもよい。最後に、改造はプラグ 6 1 をロータブレード 1 6 に取り付けたまの状態で機械加工することによって行ってもよい。

【 0 0 3 3 】

他方、プラグチャンネル 6 2 を通過する実際の冷却剤流量が多すぎて、流量を低下させるべきであると判定されることもある。この場合も、このタイプの修正は幾つかの方法で完遂することができる。例えばプラグ 6 1 を、寸法の小さいプラグチャンネル 6 2 を有する修正済みプラグ 6 1 と交換していてもよい。或いはプラグ 6 1 自体を、そのプラグチャンネル 6 2 の寸法が小さくなるように改造していてもよい。これは、プラグ 6 1 をロータブレード 1 6 から取り外して行ってもよいし、或いはプラグ 6 1 をロータブレードに取り付けたままの状態で行ってもよい。こうした修正は、従来のプロセス及び材料を用いて行ってもよいし、またプラグ 6 1 は燃焼タービンエンジンの極限環境に適した任意の材料を用いて構築していてもよい。プラグチャンネル 6 2 の具体的な寸法は、その具体的な用途に応じて異なることがあり、また内部冷却機構の異なる領域における具体的な流量に応じて調整できることが分かるであろう。

【 0 0 3 4 】

こうして、本発明は、都合のよい鑄造後改造の機会をもたしながら、コアの幾何学形状を鑄造プロセスに十分に耐えるように十分に堅牢にすることができる。例えば、本発明を用いると、鑄造用コアの接続構造を大きな過大寸法のものとしてことができ、コア製造プロセス及びブレード鑄造プロセスの両方を耐え残る数が増えるようにコアを補強することができる。本発明のプラグ 6 1 は、過大寸法の接続構造によって形成される流路を狭めて、流量を妥当なレベルに制限するために用いることができる。本発明は、例えば、ある流路を通る所望の冷却剤の流量が十分に少なく、その流路を「鑄放し」フィーチャとして鑄造するとコアが必然的に過度に精巧なフィーチャをもつようになる場合に利用できる。本発明では、コア領域間の相対的な運動を制約することによって別の調量方法及びより複雑な冷却通路設計が可能となる。

【 0 0 3 5 】

例えば、前縁流路 3 8 では、このキャビティへの調量流れは、衝突冷却をもたらす多数の非常に小さなクロスオーバー通路を用いて従前達成されていた。クロスオーバー通路は、寸法・幾何学形状が小さく熱勾配が大きいために高応力領域となることが分かるであろう。本発明によれば、内側接続通路を備えるクロスオーバー通路のうちの幾つかを除去し、ロータブレードの高応力領域を補強することができる。より具体的には、本発明によれば、ブレードでの機械的及び熱的応力が最も厳しい翼形部の前縁に沿って最底部のクロスオーバー衝突通路をなくすことができる。これによって、部品の寿命が向上するとともに、タービンエンジンのライフサイクルコストが低減される。

【 0 0 3 6 】

当業者には明らかであろうが、幾つかの実施形態に関して述べた様々な特徴及び構成を選択的に適用することによって、本発明の別の実施形態を構成することができる。当業者の能力を考慮に入れるとともに簡略化のため、本明細書では、詳細を繰返して記載し説明することは避けたが、幾つかの請求項に包含される組合せ及び実施形態はすべて本願の一部をなす。さらに、本発明の例示的な実施形態に関する以上の説明から、様々な改良、変更及び修正が当業者には自明であろう。かかる改良、変更及び修正も、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲に属する。さらに、以上の説明は、本願に記載された実施形態に関するものにすぎず、特許請求の範囲に記載された本願の技術的思想及び技術的範囲並びにその均等の範囲内で、数多くの変更及び修正をなすことができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

- 1 0 燃焼タービンエンジン
- 1 1 圧縮機
- 1 2 燃焼器

- 1 3 タービン
- 1 4 ロータブレード
- 1 5 ステータブレード
- 1 6 ロータブレード
- 1 7 ステータブレード
- 2 1 根元部
- 2 4 プラットフォーム
- 2 5 翼形部
- 2 6 凹形側壁
- 2 7 凸形側壁
- 2 8 前縁
- 2 9 後縁
- 3 1 外側先端
- 3 6 流路
- 3 8 前縁流路
- 3 9 後縁流路
- 4 3 クロスオーバー通路
- 4 4 供給通路
- 5 1 鑄造用コア
- 5 2 供給通路
- 5 3 支持接続部
- 5 4 接続通路
- 6 1 プラグ
- 6 2 プラグチャンネル
- 6 4 ネック