

【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】タービンブレードの内部冷却回路

【技術分野】

【0001】

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ブレードの鑄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】

【0002】

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。

【0003】

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ことは、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考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】

【0011】

【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铸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铸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10】図8の内部冷却機構の斜視図である。

【図11】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12】図10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】

【0012】

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ろう。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応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く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。

【0013】

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と有用であろう。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ルード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ルード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ルード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ルード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ルード17とを含む。タービンステータブルード17は一般に互いに円周方向に離間しているとともに回転軸の周りに固定される。タービンロータブルード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ルード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ルード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ルード17及びロータブルード16を含む。なお、タービンステータブルード17及びタービンロータブルード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ルード17の横列を含み、続いてタービンロータブルード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内の圧縮機ロータブルード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ルード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ルード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、ロータブル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ルード1

4 並びに例えれ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いてタービン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通路43で接続することができる。クロスオーバ通路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铸造用コア51の斜視図を示す。図に示すように、铸造用コア51は、供給通路52を形成するコア51の部分を蛇行回路の内側バスの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を形成することができるであろう。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できるので、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を特許請求の範囲に比して狭めることを意図するもので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53は、铸造用コア51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53に起因する接続通路54で起こりかねない過剰な冷却剤流れを、専用プラグ61(図8～図12に関して説明する)によって調量する。

【0024】

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52が狭まって流路36となり、流路36が前縁流路38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通路43を介して前縁流路38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38を供給通路52に接続する接続通路54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53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53は、図7に関して既に説明した支持接続部53を太くしたものであってもよい。接続通路54は供給通路52と前縁流路38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53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38とそれに隣接する流路36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。クロスオーバ通路43に対応するコア構造が、従前の铸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、铸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53によって形成すると過大な接続通路54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ネル62を含む専用プラグ61を含んでいてもよい。以下でさらに説明する通り、プラグ61はロータブレード16の内部に接続され、接続通路54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61の側面図を示し、形状は球体としてもよく、図10は図8の機構に関する別の斜視図を示す。

【0025】

図11及び図12は本発明の別の実施形態を示す。この例では、プラグ62は、係合時に上述の球形プラグ62よりも、接続通路54にもっと深く挿入できるテープ付き形状を有する。本発明は、堅牢性の向上した铸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铸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。

【0026】

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铸造用コア)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61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61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ネル62を含んでいてもよい。プラグ61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。プラグチャネル62及びプラグ61の閉塞位置は、作動時にプラグチャネル62を通して冷却剤を流すことができるが、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。

【0027】

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44から冷却剤を流出させるため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44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61及びプラグチャネル62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、プラグチャネル62を備えるように構成された非一体型プラグ61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 6 1 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 6 2 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 4 4 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 3 6 と供給通路 4 4 を前縁に接続する接続通路 5 4 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 1 6 の内部冷却機構に対する铸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 5 3 を含むコア 5 1 を用いてロータブレード 1 6 内に内部冷却回路を铸造する工程を含む。上述の通り、過大寸法の支持接続部 5 3 は、内部冷却回路内に接続通路 5 4 を形成しするが、「過大寸法」とは作動時に接続通路 5 4 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 6 1 はプラグチャネル 6 2 を有するように作成し得る。プラグチャネル 6 2 は、接続通路 5 4 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 6 1 が接続通路 5 4 に対する閉塞位置に固定されるようにプラグ 6 1 をロータブレード 1 6 に接続することを含む。このプラグ 6 1 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 6 2 を通して冷却剤を流すことができるが、接続通路 5 4 を通過する他の冷却剤流れは阻止するようにプラグ 6 1 と整列させることができる。

【0030】

プラグ 6 1 及び接続通路 5 4 は図に示すように、プラグ 6 1 が接続通路 5 4 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り嵌めをそれらの間に含むように構成してもよい。この機械的締り嵌めは、プラグ 6 1 が接続通路 5 4 の狭いネック部又はネック 6 4 と係合するように構成された台座を含んでいて、プラグ 6 1 の下流への移動を防いでよい。図に示すように、閉塞位置は、接続通路 5 4 の上流部に存在するプラグ 6 1 を含んでいてもよい。

【0031】

プラグ 6 1 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 6 1 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 6 1 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 6 1 はテープ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り嵌めの台座と係合し、その太い方の端部でネック 5 4 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 6 1 をロータブレードに固定する前にプラグチャネル 6 2 を形成しておいてもよいし、或いはロータブレード 1 6 に接続した後でプラグ 6 1 を貫通するプラグチャネル 6 2 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 6 1 への見通し線によって、プラグ 6 1 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 6 1 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 6 2 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ます。本発明では、接続通路 5 4 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 6 1 及びプラグチャネル 6 2 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 6 2 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 6 1 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 6 2 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 6 1 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 に替えることによってもよい。

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 に取り付けたままの状態で機械加工することによって行ってもよい。

【0033】

他方、プラグチャネル 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ネル 6 2 を有する修正済みプラグ 6 1 と交換しててもよい。或いはプラグ 6 1 自体を、そのプラグチャネル 6 2 の寸法が小さくなるように改造していくてもよい。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くてもよい。プラグチャネル 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。

【0034】

こうして、本発明は、都合のよい铸造後改造の機会をもたしながら、コアの幾何学形状を铸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、铸造用コアの接続構造を大きな過大寸法のものとすることができる、コア製造プロセス及びブレード铸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「铸造」フィーチャとして铸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。

【0035】

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通路を用いて従前達成されていた。クロスオーバ通路は、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。

【0036】

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】

【0037】

- 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 プラグチャネル
6 4 ネック