

(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2014-196735

(P2014-196735A)

(43) 公開日 平成26年10月16日(2014.10.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F O 1 D</b> 5/18 (2006.01)	F O 1 D 5/18	3 G 2 0 2
<b>F O 1 D</b> 9/02 (2006.01)	F O 1 D 9/02 1 O 2	
<b>F O 2 C</b> 7/00 (2006.01)	F O 2 C 7/00 D	
<b>F O 2 C</b> 7/18 (2006.01)	F O 2 C 7/18 A	
<b>B 2 2 C</b> 9/04 (2006.01)	B 2 2 C 9/04 C	
審査請求 未請求 請求項の数 22 O L 外国語出願 (全 23 頁)		

(21) 出願番号 特願2014-759 (P2014-759)  
 (22) 出願日 平成26年1月7日(2014.1.7)  
 (31) 優先権主張番号 13/737,023  
 (32) 優先日 平成25年1月9日(2013.1.9)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3  
 4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (74) 代理人 100113974  
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンブレードの内部冷却回路

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ガスタービンエンジン翼形の製造性を向上させると共に各翼形のコストを低減させかつこれを実現する冷却スキームを改善する。

【解決手段】翼形部分及びルート部分と、該ルート部分及び翼形部分内にフロー通路36を有する内部冷却回路と、を備えた回転子ブレードであって、該内部冷却回路は第1のフロー通路と非一体型プラグとを含んでいる回転子ブレードを提供する。このプラグは、第1の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを含むことがある。このプラグは、第1のフロー通路を基準とした固定の阻止位置で回転子ブレードに接続されることがある。

【選択図】図7

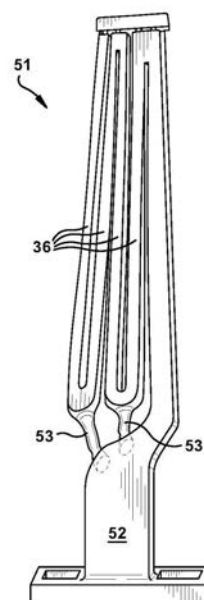


Figure 7

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

翼形部分及びルート部分を備えた燃焼タービンエンジン内で用いるように構成されている内部冷却回路を有するブレードを製造する方法であって、

コア堅牢性を強化するように構成された特大の支持用接続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、該特大の支持用接続は内部冷却回路内に第 1 のフロー通路を形成すると共に動作中に第 1 の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに比して特大である鋳造工程と、

プラグを形成する工程と、

プラグを通過するプラグチャンネルであって、第 1 の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを形成する工程と、

第 1 のフロー通路を基準とした阻止位置にプラグが固定されるようにブレードに対してプラグを接続する工程と、

を含む方法。

**【請求項 2】**

前記ブレードは燃焼タービンエンジンのタービン区画内に回転子ブレードを備えている、請求項 1 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 3】**

ブレードに対してプラグを接続する前記工程は阻止位置にプラグをろう付けする工程を含む、請求項 2 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 4】**

前記阻止位置は、プラグチャンネルを通る冷却剤フローを許容する一方で第 1 のフロー通路を通る他のあらゆる冷却剤フローを防止するようにプラグを整列させることを含む、請求項 2 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 5】**

前記プラグ及び第 1 のフロー通路は、所定の点を越えるプラグの下流側への動きを防止する機械的締め込みをその間を含むように構成されている、請求項 2 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 6】**

前記機械的締め込みはプラグを係合するように構成された台座を含み、かつ前記所定の点は第 1 のフロー通路内の幅狭のネック区画を含むこと、

前記阻止位置は第 1 のフロー通路の上流側部分内に配置させたプラグを含むこと、を特徴とする請求項 5 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 7】**

前記プラグはテーパ付き形状を備えており、該テーパ付き形状の小さい側の端部は機械的締め込みの台座を係合するように構成されかつテーパ付き形状の大きい側の端部はネック区画を係合するように構成されている、請求項 6 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 8】**

前記プラグは形状が球形である、請求項 6 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 9】**

プラグチャンネルを形成する前記工程は、阻止位置でプラグをブレードに接続した後に機械加工過程を介して完成させている、請求項 5 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 10】**

プラグチャンネルを形成する前記工程は、阻止位置でプラグをブレードに接続する前に機械加工過程を介して完成させている、請求項 5 に記載のブレード製造方法。

**【請求項 11】**

前記所望冷却剤フローレベルはブレード冷却基準に基づいた最小冷却剤フローレベルを備えており、さらに

第 1 のフロー通路を通る実際の冷却剤フローレベルが不十分であると判定する工程と、

第 1 のフロー通路内のプラグチャンネルを広げる工程と、

10

20

30

40

50

を含む請求項 2 に記載のブレード製造方法。

【請求項 1 2】

プラグをブレードから切り離す工程と、  
阻止位置に修正済みプラグを再接続する工程と、  
をさらに含む請求項 1 1 に記載のブレード製造方法。

【請求項 1 3】

前記所望の冷却剤フローレベルはブレード冷却基準に基づいた最小冷却剤フローレベルを備えており、さらに  
第 1 のフロー通路を通る実際の冷却剤フローレベルが大き過ぎると判定する工程と、  
第 1 のフロー通路内のプラグチャンネルを狭める工程と、  
を含む請求項 2 に記載のブレード製造方法。

10

【請求項 1 4】

プラグをブレードから切り離す工程と、  
プラグチャンネルを低減した新たなプラグを形成する工程と、  
阻止位置に該新たなプラグを再接続する工程と、  
をさらに含む請求項 1 3 に記載のブレード製造方法。

【請求項 1 5】

前記プラグは第 1 のプラグを備えており、さらに  
該第 1 のプラグのプラグチャンネルと比較して修正したプラグチャンネルを備えた第 2 のプラグによって第 1 のプラグを置き換える工程をさらに含む請求項 2 に記載のブレード製造方法。

20

【請求項 1 6】

前記プラグは第 1 のプラグを備えており、さらに  
第 2 のプラグを形成する工程と、  
第 2 のプラグを通過するプラグチャンネルであって、第 1 の冷却通路を通る新たな所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを形成する工程と、  
第 1 のプラグをブレードから切り離す工程と、  
第 2 のプラグが第 1 のフロー通路を基準とした固定の阻止位置を備えるようにブレードに対して第 2 のプラグを接続する工程と、  
を含む請求項 2 に記載のブレード製造方法。

30

【請求項 1 7】

翼形部分及びルート部分と、該ルート部分及び翼形部分内にフロー通路を有する内部冷却回路と、を備えた回転子ブレードであって、該内部冷却回路は、  
第 1 のフロー通路と、  
非一体型プラグと、を含んでおり、  
該プラグは第 1 の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを備えること、  
該プラグは第 1 のフロー通路を基準とした固定の阻止位置で回転子ブレードに接続されること、  
を特徴とする回転子ブレード。

40

【請求項 1 8】

前記プラグチャンネル及び前記プラグの阻止位置は、動作中にプラグチャンネルを通過する冷却剤フローを許容する一方で第 1 のフロー通路を通る他のあらゆる冷却剤フローを阻止するように構成されることを特徴とする請求項 1 7 に記載の回転子ブレード。

【請求項 1 9】

前記第 1 のフロー通路の上流側端は内部冷却回路のチェンバからの冷却剤フロー出口を備えること、  
第 2 のフロー通路がチェンバからの第 2 の冷却剤フロー出口を備えること、  
前記プラグは第 1 のフロー通路と第 2 のフロー通路の間でチェンバからの冷却剤フローをメータリングするように構成されること、

50

を特徴とする請求項 17 に記載の回転子ブレード。

【請求項 20】

前記第 2 のフロー通路は、該回転子ブレードに対して非一体型とした第 2 のプラグを備え、第 2 の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを含むこと、

該第 2 のプラグは回転子ブレードに対して第 2 のフロー通路を基準とした固定の阻止位置に接続されること、

を特徴とする請求項 17 に記載の回転子ブレード。

【請求項 21】

前記第 1 のプラグ及び第 2 のプラグは、第 1 のフロー通路と第 2 のフロー通路の間でチェンバからの冷却剤フローをメタリングするように構成されている、請求項 20 に記載の回転子ブレード。

10

【請求項 22】

前記チェンバはルート部区画内に前方部分を備えること、

翼形の前縁の近傍で平行でありかつ複数のクロスオーバー通路からの冷却剤の衝突性フローを受け入れるように構成された前縁フロー通路に対して第 1 のフロー通路によりチェンバを接続していること、

を特徴とする請求項 19 に記載の回転子ブレード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、燃焼タービンエンジンのブレードを製造する方法に関し、また具体的にはタービンブレードの鑄造におけるある具体的な内部コア機構の利用並びに該方式で形成した内部冷却構成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、コンプレッサ、燃焼器及びタービンを含む。当技術分野でよく知られているように、コンプレッサで圧縮された空気は燃料と混合され、これが燃焼器内で燃やされてタービン内で膨張しており、これによりタービンを回転させると共にコンプレッサを駆動させている。タービン構成要素は、タービンに入る高温の燃焼産物からの極めて高い温度及び圧力によって特徴付けられる不良環境に曝される。こうした高温環境における反復する熱サイクルに耐えるためには、タービン翼形 (airfoil) の構造保全性及び冷却を最適化しなければならない。

30

【0003】

当業者であれば理解されるであろうように、蛇行したすなわち曲がりくねった冷却回路であれば、燃焼タービンエンジン内の回転子及び固定子ブレードのシャンク及び翼形部分を空気冷却する高効率かつ高費用対効果な手段となることが証明されており、かつこうした冷却スキームによって最近のエンジンは極めて高性能になっている。翼形は典型的には、非常に薄い翼形内部を半径方向に延びる複雑な内部冷却通路を含む。この半径方向通路は複数の細い通路による接続を頻繁に受け、より太いフロー通路間における冷却用空気のフローを可能にしている。こうした微細な内部フィーチャを有する翼形の製作には複雑な多段階鑄造過程が必要である。

40

【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】

目下の製造処理法の問題点の 1 つは、鑄造に用いるコアの製作及びメンテナンス並びに

50

従来の処理法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の製造過程で翼形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。セラミックコアがこうした高い比率で破損に至る原因となる要因は数多く存在する。第1には、セラミックが一般に脆弱な素材であることである。第2には、翼形が非常に薄く、またこれに続いてコアが非常に薄いことである。最後に、翼形内の細いクロスオーバー通路やその他の錯綜体は荷重を受けて容易に破損するような幅狭で敏感なフィーチャとなっていることである。

【0006】

別の欠点は、セラミックコアの脆い性質のために、より最適な冷却スキームを制限するような製造制約が生じることである。多くの場合において、翼形冷却及びエンジン効率のためにクロスオーバー孔をより小さくするか幾何学的フィーチャをより複雑にすることがより有利となり得る。しかしより複雑な冷却通路は時には実用的でないことがある、というのは目下の製造法は利用可能な翼形では既に産生された数が少なく不十分でありかつセラミックコアが損傷する比率が高いためである。より複雑な冷却スキームにすると、製造歩留りがさらに低下すると共に、翼形1つあたりのコストがさらに高くなる。したがって、ガスタービンエンジン翼形の製造性を向上させ各翼形のコストを低減させかつこれを実現する冷却スキームを改善することが極めて必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本出願はしたがって、翼形部分とルート部分を備えた回転子ブレードと、該ルート部分及び翼形部分内にフロー通路を有している第1のフロー通路及び非一体型(non-integral)プラグを含んだ内部冷却回路と、について記述している。このプラグは、第1の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを含むことがある。このプラグは、第1のフロー通路を基準とした固定の阻止位置で回転子ブレードに接続されることがある。

【0008】

本発明はさらに、翼形部分及びルート部分を備えた燃焼タービンエンジン内で用いるように構成された内部冷却回路を有するブレードを製造する方法について記述しており、該方法は、コア堅牢性を強化するように構成された特大の支持用接続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、該特大の支持用接続は内部冷却回路内で第1のフロー通路を形成すると共に動作中に第1の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに比して特大である鋳造工程と、プラグを形成する工程と、プラグを通過するプラグチャンネルであって、第1の冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネルを形成する工程と、第1のフロー通路を基準とした阻止位置にプラグが固定されるようにブレードに対してプラグを接続する工程と、を含む。

【0009】

本出願のこれらの特徴及びその他の特徴は、添付の図面と連携して取り上げた好ましい実施形態に関する以下の詳細な説明及び特許請求の範囲を検討することにより明らかとなろう。

【0010】

本発明のこれらの特徴及びその他の特徴は、添付の図面と連携して取り上げた本発明の例示的な実施形態に関する以下のより詳細な説明を慎重に調べることにより完全に理解かつ認識されることになろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本出願のある種の実施形態をその中に使用し得る例示的なタービンエンジンの概要図である。

【図2】図1の燃焼タービンエンジンのコンプレッサ区画の断面図である。

【図3】図1の燃焼タービンエンジンのタービン区画の断面図である。

【図4】本発明の実施形態をその中で利用し得るタイプのタービン回転子ブレードの斜視

10

20

30

40

50

図である。

【図 5】従来設計の内部冷却チャンネルを有するタービン回転子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回転子ブレード用の鋳造コアの斜視図である。

【図 7】本発明の一実施形態によるタービン回転子ブレード用の鋳造コアの斜視図である。

【図 8】本発明の別の実施形態によるタービン回転子ブレード用の内部冷却構成の斜視図である。

【図 9】図 8 に示したプラグの側面図である。

【図 10】図 8 の内部冷却構成の斜視図である。

10

【図 11】本発明の別の実施形態によるタービン回転子ブレード用の内部冷却構成の斜視図である。

【図 12】図 10 に示した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、本出願の発明を明瞭に記述するために、燃焼タービンエンジン内部のある種の部品や機械構成要素について言及及び記述をする用語の選択が必要となろう。指摘したように、本明細書で提供する例は主に燃焼タービンエンジンを目的としているが、当業者であれば本発明が燃焼タービンエンジンや蒸気タービンエンジンで用いられる回転子ブレードに利用可能であることを理解されよう。可能である場合は常に、一般工業用語を一貫してその確立した意味で用いかつ利用するものとする。しかし、こうした任意の用語には広範な意味解釈を与えるべきであり、かつ本明細書の意図した意味並びに添付の特許請求の範囲の趣旨を不合理に制限するように狭く解釈されないように意図している。当業者であればある具体的な構成要素が幾つかの異なる用語を用いることで言及されることも多くあることを理解されよう。さらに、本明細書で単一の部品として記載されることがあるものであっても、別のコンテキストでは複数の構成要素を含みこれらから成るように参照されることがある、あるいは本明細書で複数の構成要素を含むように記載されているものであっても別の箇所では単一の部品として言及されることがある。したがって、本発明の趣旨の理解に際しては、本明細書で提供する用語法や記述にのみ注意を払うのではなく、構成要素の構造、構成、機能及び/または利用法にも（特に、添付の特許請求の範囲で提供されている場合）注意を払うべきである。

20

30

【0013】

さらに、本明細書では幾つかの記述用語を決まって用いることがあり、また本節の始まりにこれらの用途を定義しておくことは有用であることが確認されよう。したがって次の用語及びその定義は、特に説明のない限りにおいて以下のようにする。本明細書で用いる場合に、「下流側(downstream)」及び「上流側(upstream)」はタービンエンジンを通過する作用流体などの流体フローあるいは燃焼器を通る空気またはタービンの構成要素系統のうちの1つを通る冷却剤のフローを基準とした方向を示す用語である。したがって、用語「下流側」は流体のフロー方向に対応しており、また用語「上流側」はこのフローと反対の方向を意味する。用語「前方」及び「後方」は、何らかの追加の指定がなければ、「前方」がエンジンの前方端部またはコンプレッサ端部を意味しかつ「後方」がエンジンの後方端部またはタービン端部を意味するような方向を示している。用語「半径方向」とは、軸に対して直交する動きまたは位置を示している。中心軸に関して半径方向の様々な位置にある部品を説明する際に必要となることが多い。このような場合では、第1の構成要素が第2の構成要素と比べてより軸の近くにあれば、本明細書では第1の構成要素が第2の構成要素の「半径方向で内方に」または「内側に」位置すると記述することになる。他方、第1の構成要素が第2の構成要素と比べて軸からさらに遠くに位置していれば、本明細書では第1の構成要素が第2の構成要素の「半径方向で外方に」または「外側に」位置すると記述することがある。用語「軸方向」とは、軸に対して平行な動きまたは位置を示している。最後に、用語「円周方向」とは軸の周りの動きまたは位

40

50

置を示している。これらの用語はタービンの中心軸を基準として適用し得ることを理解されたい。

【 0 0 1 4 】

背景を知るためにここで図面を参照すると、図 1 ~ 3 は本出願の実施形態をその中に用い得る例示的な燃焼タービンエンジンを表している。本発明がこのタイプの利用に限定されないことは当業者であれば理解されよう。上述したように本発明は、発電や航空機内で用いられるエンジン、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などの燃焼タービンエンジン内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の限定を意図したものではない。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、燃焼タービンエンジン 10 の概要図である。一般に燃焼タービンエンジンは、圧縮空気のストリーム内での燃料の燃焼によって発生させた高温気体の加圧フローからのエネルギーを抽出することによって動作する。図 1 に示したように燃焼タービンエンジン 10 は、共通のシャフトまたは回転子によって下流側のタービン区画またはタービン 13 と機械的に結合させた軸方向コンプレッサ 11 と、コンプレッサ 11 とタービン 13 の間に位置決めされた燃焼器 12 と、を備えるように構成されることがある。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、図 1 の燃焼タービンエンジンで用い得る例示的な多段式の軸方向コンプレッサ 11 の図を表している。図示のようにコンプレッサ 11 は複数の段を含むことがある。各段は、コンプレッサ回転子ブレード 14 の横列に続いてコンプレッサ固定子ブレード 15 の横列を含むことがある。したがって第 1 段は、中央シャフトの周りに回転するコンプレッサ回転子ブレード 14 の横列に続いて、動作中に静止を維持するコンプレッサ固定子ブレード 15 の横列を含むことがある。

【 0 0 1 7 】

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区画またはタービン 13 の部分図を表している。タービン 13 は複数の段を含むことがある。例示的に 3 つの段を図示しているが、タービン 13 内にはこれより多くの段を存在させることもこれより少ない段を存在させることもあり得る。第 1 段は、動作中にシャフトの周りを回転する複数のタービン動翼またはタービン回転子ブレード 16 と、動作中に静止を維持する複数のノズルまたはタービン固定子ブレード 17 と、を含む。タービン固定子ブレード 17 は一般に、その 1 つがその他から円周方向に離間されると共に回転軸の周りに固定されている。タービン回転子ブレード 16 は、シャフト（図示せず）の周りの回転のためにタービンホイール（図示せず）上に装着させることがある。タービン 13 の第 2 段も図示している。第 2 段も同様に、円周方向に離間させた複数のタービン固定子ブレード 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上に装着させた円周方向に離間させた複数のタービン回転子ブレード 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固定子ブレード 17 及び回転子ブレード 16 を含む。タービン固定子ブレード 17 及びタービン回転子ブレード 16 がタービン 13 の高温気体経路内に位置することを理解されたい。高温気体経路を通過する高温気体のフロー方向を矢印で示している。タービン 13 は図 3 に示したものより多くの段を有することや、場合によってはこれより少ない段を有することもあり得ることは当業者であれば理解されよう。各追加段は、タービン固定子ブレード 17 の横列を含み、続いてタービン回転子ブレード 16 の横列を含むことがある。

【 0 0 1 8 】

動作の一例として、軸方向コンプレッサ 11 内部でのコンプレッサ回転子ブレード 14 の回転によって空気のフローを圧縮することがある。燃焼器 12 では、圧縮空気が燃料と混合されて点火されたときにエネルギーが放出されることがある。作用流体と呼ぶこともある燃焼器 12 から得られる高温気体のフローは次いでタービン回転子ブレード 16 を覆うように導かれており、作用流体のフローによってシャフトの周りでのタービン回転子ブレード 16 の回転が誘導される。これにより、作用流体のフローエネルギーが回転するブ

10

20

30

40

50

レードの力学的エネルギーに、また回転子ブレードとシャフトの間の接続のために回転する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、必要供給量の圧縮空気が生成されるようなコンプレッサ回転子ブレード 14 の回転またさらに例えば電気を発生させるための発電機の回転を駆動するために利用されることがある。

#### 【0019】

図4は、本発明の実施形態をその中で利用し得るタイプのタービン回転子ブレード 16 の斜視図である。タービン回転子ブレード 16 は、回転子ブレード 16 がそれによって回転子円盤に取り付けられているルート部 21 を含む。ルート部 21 は、回転子円盤の外周部内の対応するあり継ぎ (dovetail) スロット内に装着するように構成されたあり継ぎを含むことがある。ルート部 21 はさらに、あり継ぎと、翼形 25 とルート部 21 の接合位置に配置されたプラットフォーム 24 と、の間を延びると共にタービン 13 を通過するフロー経路の内部境界の一部を画定するシャンクを含むことがある。翼形 25 は作用流体フローを遮断すると共に回転子円盤の回転を誘導する回転子ブレード 16 の能動的構成要素であることを理解されたい。この例のブレードはタービン回転子ブレード 16 としているが、本発明はさらにタービン固定子ブレード 17 を含むタービンエンジン 10 内部の別のタイプのブレードにも適用できることを理解されたい。回転子ブレード 16 の翼形 25 は、凹形の圧力側壁 26 と円周方向または横方向で反対側にある凸形の吸引側壁 27 とを含んでおり、これらは相対する前縁と後縁 28、29 のそれぞれの間で軸方向に延びている。側壁 26 及び 27 はさらに、プラットフォーム 24 から外部先端 31 まで半径方向に延びている。

#### 【0020】

図5及び6は、図7～12に関連して以下で検討するようなその内部に本発明を使用し得る例示的な内部機構を表した従来設計の構成を有する内部冷却通路の図を示している。一般に、図5の内部冷却チャンネルは翼形 25 の内部に形成された複数のフロー通路 36 に接続させた1つまたは複数の供給通路 44 を含む。供給通路 52 は回転子ブレード 16 のルート部 21 を通じて冷却剤源に接続させると共に、フロー通路 36 に加圧した冷却剤を供給することがある。図示したように、フロー通路 36 のうちの幾つかは、軸方向に積み重なった多数の蛇行通路を含むことがある。この設計タイプは、翼形 25 の外側先端 31 の近くに位置する 180 度ターンまで外側に延びるフロー通路 36 と、回転子ブレード 16 のプラットフォーム 24 の近くに位置する別の 180 度ターンまで内側に延びるフロー通路 36 と、を含むことがある。

#### 【0021】

さらに図5で示したように翼形 25 は、蛇行回路の一部でない別のフロー通路 36 を含むことがある。例えば、翼形 25 の前縁 28 と平行にかつその近傍で前縁フロー通路 38 が延びており、これに対して隣り合って延びるフロー通路 36 が寄り添っている。このようにして隣り合って延びながら、これらのフロー通路 36 は多くのクロスオーバー通路 43 によって接続されることがある。クロスオーバー通路 43 はこれらフロー通路 36 の間に延びてこれらを接続している幅狭の横断衝突通路 (impingement passage) であることが理解されよう。図5はさらに、翼形 25 の後縁 29 と平行に延びる後縁フロー通路 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 25 の標的面積内部における冷却剤の冷却有効性を増大するために設けられると共に、前縁フロー通路 36 への冷却剤フローの衝突に対して特に狭い断面フロー面積を有するように形成しなければならないことが理解されよう。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であるため、コア歩留りは低くなりかつ製造コストは高いままであるのが一般的である。

#### 【0022】

図6には、コアを補強し得る一方法を図示している。図6は、別の従来設計による鋳造コア 51 の斜視図を提供している。図に示すように鋳造コア 51 は、コア 51 のうち供給通路 52 を形成する部分を蛇行回路の内側パスのうちの1つと接続することによってコア

5 1 の構造を支えている支持用接続体 5 3 を含む。支持用接続体 5 3 はケース翼形 2 5 内に接続体通路 5 4 を形成することになることが理解されよう。しかし支持用接続体 5 3 は一般に、形成された接続体通路 5 4 を動作中に通過する冷却剤フローレベルを制限する要求があるとサイズ及び幾何学形状が束縛される。

#### 【 0 0 2 3 】

図 7 ~ 1 3 は本発明の例示的な実施形態を表している。これらの図並びに関連する検討は一例として提供したものであり、添付の特許請求の範囲の趣旨を逸脱して本発明を絞り込むことを意図していないことが理解されよう。図 7 は、支持用接続体 5 3 をかなり拡大させたことを含め図 6 の内部冷却機構に対する修正を表している。これらの特大の支持用接続体 5 3 はコアの構造堅牢性を高めるために設けたものである。より具体的には図 6 の特大の支持用接続体 5 3 は、鑄造コア 5 1 のより強力な内側部分と半径方向に延びる蛇行通路との間の動きを安定させるようにそのサイズが大きくなっている。コアに対するこうした修正は製造過程におけるコア歩留りに有益な影響をもたらすことになることが理解されよう。以下で検討することにするが本発明では、接続体通路 5 4 を通過して生じることがあり得るこうした特大の支持用接続体 5 3 に起因する過剰な冷却剤フローを特殊化プラグ 6 1 ごとにメータリング (meter) することがある (これについては、図 8 ~ 1 2 に関連して検討することにする)。

#### 【 0 0 2 4 】

図 8 は、本発明の一実施形態による内部冷却構成の斜視図である。図 8 は図 5 に示したのと同様の内部冷却機構を表しており、この際に供給通路 5 2 がフロー通路 3 6 まで狭まるように図示しており、これが次いで前縁フロー通路 3 8 と隣り合って延びた後、さらに多くの衝突クロスオーバー通路 4 3 を介して前縁フロー通路 3 8 に接続されて冷却を高めていることが理解されよう。図 5 の従来機構は前縁フロー通路 3 8 を供給通路 5 2 に接続する接続通路 5 4 を含んでおらず、これが本実施形態では特大の支持用接続体 5 3 を介して形成されていることが理解されよう。特大の支持用接続体 5 3 は、図 7 に関連して上で検討した支持用接続体 5 3 に対するより太いバージョンとすることがある。接続通路 5 4 は供給通路 5 2 と前縁フロー通路 3 8 の内側端との間を延びる。この方式で構成すると、対応する特大の支持用接続体 5 3 がケーシングコアのこの部分に対して大きな追加の堅牢性を提供することになり、またコアのうち前縁接続体 3 8 及びこれに隣り合うフロー通路 3 6 を形成した構成要素間の相対的な動きを制限するのに十分に適応することになることが理解されよう。クロスオーバー通路 4 3 に対応するコア構造が従来では鑄造過程の間に生じる不具合に関して最も問題となるものの 1 つであったため、鑄造コア内のこれら 2 つの通路間により大きな構造堅牢性を付加することで、必要な領域への対処のための十分な適応となる。図に示すように、本発明は、特大の支持用接続体 5 3 によってこれを形成させた場合に過大な接続通路 5 4 になる可能性が高いような関連するフロー断面積を小さくするためにプラグチャンネル 6 2 を含んだ特殊化プラグ 6 1 を含むことがある。以下でさらに検討することにするが、プラグ 6 1 は回転子ブレード 1 6 の内部に接続させると共に、接続体通路 5 4 を基準とした固定の阻止位置に配置し、またこれによりこの経路を通る冷却剤フローを制限またはメータリングしている。図 9 は形状を球体とし得る図 8 のプラグ 6 1 の側面図を提供しており、また図 1 0 は図 8 の機構に関する別の斜視図を提供している。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 1 及び 1 2 は本発明の別の実施形態を表している。この場合にプラグ 6 2 は、係合時に上で検討した図示の球形プラグ 6 2 と比べて接続通路 5 4 内により十分に挿入し得るテーパ付き形状を有する。本発明は、より堅牢な鑄造コアに関連する恩恵を越えて、これまではなかった鑄込み後チューナビリティを提供できることが理解されよう。

#### 【 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ような内部冷却構成を有する回転子ブレード及び / または固定子ブレード (並びにこれらの形成に用い得る鑄造コア) を含むことがある。したがってある種の実施形態では本発明は、その中を通るフローが非

10

20

30

40

50

一体型プラグ 6 1 によってメータリングされるように構成されたフロー通路を含む。非一体型プラグ 6 1 は、冷却通路を通る所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成されたプラグチャンネル 6 2 を含むことがある。プラグ 6 1 はフロー通路を基準とした固定の阻止位置で回転子ブレードに接続させることがある。プラグチャンネル 6 2 及びプラグ 6 1 の阻止位置は、動作中にフロー通路を通る他のすべての冷却剤フロー阻止する一方で冷却剤フローのプラグチャンネル 6 2 内の通過を可能にするように構成させることがある。

【 0 0 2 7 】

ある種の実施形態では上流側端の位置において、フロー通路が冷却剤フローに対して内部冷却回路のチェンバまたは供給通路 4 4 からの出口を提供することがある。内部冷却回路はさらに、当該チェンバまたは供給通路 4 4 に対する出口も提供している別のフロー通路を含むことがある。プラグ 6 1 及びプラグチャンネル 6 2 は、これらの 2 つのフロー通路間でチェンバからの冷却剤フローをメータリングするように構成されることがあることが理解されよう。ある種の実施形態ではその第 2 のフロー通路はさらに、プラグチャンネル 6 2 を有するように構成された非一体型プラグ 6 1 を含むことがある。こうした場合では、この 2 つのプラグ 6 1 はこの 2 つのフロー通路間の冷却剤フローのレベルを所望のレベルとするようにメータリングするように構成されたプラグチャンネル 6 2 を有することがある。図 8、10 及び 11 に関連して図示したように、この例のチェンバは前方供給通路 4 4 を含むことがあり、またここから分岐するその 2 つのフロー通路は蛇行回路の一部となったフロー通路 3 6 と供給通路 4 4 を前縁に接続させる接続体通路 5 4 とを含むことがある。

【 0 0 2 8 】

本発明はさらに、上で説明したような内部冷却構成の製造方法を含むことがある。これらの実施形態は、ターピンブレード 1 6 の内部冷却構成に対する鑄込み後チューナビリティのレベルを強化していることが理解されよう。ある種の実施形態では本方法は、コア堅牢性を強化するように構成された特大の支持用接続 5 3 を含むコア 5 1 を用いて回転子ブレード 1 6 内に内部冷却回路を鑄造する工程を含む。説明したように、特大の支持用接続 5 3 は、内部冷却回路内に接続体通路 5 4 を形成しており、この「特大の」とは動作中に接続体通路 5 4 を通る冷却剤フローの所望レベルに比してのことである。本発明では、プラグ 6 1 はプラグチャンネル 6 2 を有するように作成し得る。プラグチャンネル 6 2 は、接続体通路 5 4 を通過する所望の冷却剤フローレベルに対応するように構成させることがある。

【 0 0 2 9 】

本方法の別の工程は、プラグ 6 1 が接続体通路 5 4 を基準とした阻止位置に固定されるようにしてプラグ 6 1 を回転子ブレード 1 6 に接続する工程を含む。プラグ 6 1 をブレードに接続するこの工程は、ろう付けや溶接など従来の任意の過程または方法を含むことができる。この阻止位置はプラグチャンネル 6 2 を通過する冷却剤フローを許容する一方で接続体通路 5 4 を通過する他のあらゆる冷却剤フローを防止するようにプラグ 6 1 を整列させることができる。

【 0 0 3 0 】

プラグ 6 1 及び接続体通路 5 4 は図示したように、接続体通路 5 4 内のある点を越えるようなプラグ 6 1 の下流側への動きを防止するような機械的締め込みをその間に含むように構成されることがある。この機械的締め込みは、接続体通路 5 4 内でプラグ 6 1 と狭いネック区画またはネック 6 4 を係合するように構成された台座を含むことがあり、これによりプラグ 6 1 の下流側への動きを防止している。図示したように阻止位置は、接続体通路 5 4 の上流側部分内に位置させたプラグ 6 1 を含むことがある。

【 0 0 3 1 】

プラグ 6 1 は幾つかの可能な構成のうちの任意の 1 つを有し得ることが理解されよう。図 9 及び 12 はプラグ 6 1 の構成に関する好ましい実施形態を提供している。図 9 に示したように、プラグ 6 1 は丸みのある形状または球形状を有することがある。図 12 に示したようにプラグ 6 1 は、その狭い側の端部では機械的締め込みの台座を係合するように構

成されておりかつその太い側の端部がネック 5 4 を係合して動きを制約するように構成されているようなテーパ付き形状を有することがある。プラグチャンネル 6 2 はプラグ 6 1 を回転子ブレードに固定する前に形成させることがあり、あるいはプラグチャンネル 6 2 は回転子ブレード 1 6 に接続した後にプラグ 6 1 を通して機械加工されることがある。プラグ 6 1 まで見通せる（典型的な冷却通路構成では可能となる）ようにして、プラグ 6 1 を貫通するように E D M または従来の別の機械加工過程を介して指定の設計の孔または通路を錐もみし、プラグ 6 1 を通過するメータリング用チャンネルを作成することがある。

#### 【 0 0 3 2 】

指摘したようにこのプラグチャンネル 6 2 は、所望の冷却剤フローレベルに準じたサイズ設定とすることがある。この所望レベルは、回転子ブレードの冷却要件を満足させるような冷却剤フローに関する予測される最小レベルとすることがある。本発明によって、接続体通路 5 4 を通過する実際の冷却剤フローレベルが後から不十分であると判定された場合にプラグ 6 1 及びプラグチャンネル 6 2 に対する効率の良い修正が可能となることが理解されよう。例えば、実際の冷却剤フローレベルが不十分であると判定された場合に、プラグチャンネル 6 2 を広げてタービンエンジン動作中にこれより多くの量の冷却剤フローが中を通過するようにすることができる。この修正は、プラグ 6 1 を回転子ブレードから切り離してより幅広のプラグチャンネル 6 2 を機械加工することによって実施することがある。こうした修正はまた、プラグ 6 1 を回転子ブレードから切り離し、これをより幅広のプラグチャンネル 6 2 を含む異なる修正済みのまたは新たなプラグ 6 1（その中に所望の冷却剤フローレベルを提供するような幾何学配慮を備える）と交換することによって完了させることがある。最後にこの修正はプラグ 6 1 を回転子ブレード 1 6 に取り付けられた状態のままでこれを機械加工することによって完了させることがある。

#### 【 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フローレベルが大き過ぎて低下させるべきであると判定されることもある。ここでも、このタイプの修正を幾つかの方法で完了させることができる。例えばプラグ 6 1 を、サイズを低減したプラグチャンネル 6 2 を有する修正済みプラグ 6 1 と交換することがある。あるいはプラグ 6 1 自体を、そのプラグチャンネル 6 2 のサイズが低減されるように修正することがある。これは、プラグ 6 1 を回転子ブレード 1 6 から取り外すことによって実施されることがあり、あるいはプラグ 6 1 が回転子ブレードに取り付けられたままで実施されることがある。こうした修正は、従来の任意の処理法及び材料を用いて完了させることがあり、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することがある。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、また内部冷却構成の異なる領域における具体的な流量に合わせて調整されることがあることが理解されよう。

#### 【 0 0 3 4 】

この方式によって本発明は、従来の鋳込み後修正の機会を提供する一方で、コアの幾何学形状を鋳造過程に十分に耐えるように十分に堅牢とすることが可能である。例えば本発明は、鋳造コア内により大型の特大接続構造を可能とし、これによりコア製造過程とブレード鋳造過程の両過程をより多くが首尾よく耐え抜くようにそのコアを補強するために用いることができる。したがって本発明のプラグ 6 1 は、これらの特大の接続構造により形成されるフロー通路を狭め、その内部のフローを受容可能なレベルに見合うように制限するために用いることができる。本発明は、例えばあるフロー通路を通るように希望する冷却剤の量が十分に少なくそのフロー通路を「鋳放し ( a s c a s t ) 」フィーチャとして鋳造することでコアが必然的に過度にデリケートなフィーチャを有するようになる場合に利用することができる。本発明はさらに、コア領域間の相対的な動きを制約することによってある種の別のメータリング方法及びより複雑な冷却通路設計を可能にすることができる。

#### 【 0 0 3 5 】

例えば従来では、前縁フロー通路 3 8 内において、このキャビティへのメータリングフ

ローを衝突冷却を提供する多数の非常に細いクロスオーバー通路を用いて実現していた。クロスオーバー通路は、そのサイズ、幾何学形状が小さくかつ熱勾配が大きいために応力が高い領域となることが理解されよう。本発明によれば、内側接続体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、回転子ブレードのこうした高応力の領域を補強することが可能となる。より具体的には本発明によれば、ブレード上への機械的及び熱的応力が最も厳しい箇所である翼形の前縁に沿った最底部のクロスオーバー衝突通路を排除することが可能となる。これによって、構成要素の寿命が向上すると共に、タービンエンジンのライフサイクルコストが削減されることになる。

#### 【 0 0 3 6 】

幾つかの例示的な実施形態に関連して上で説明した多くの様々な特徴及び構成はさらに本発明の可能な別の実施形態を形成するために選択的に適用できることは当業者であれば理解されよう。簡潔とすると共に当業者の能力を考慮に入れて、可能な反復についてすべてを詳細に提供または検討していない（ただし、以下の幾つかの請求項に包含されたすべての組み合わせ及び可能な実施形態やその他は本出願の一部とする意図である）。さらに、本発明の幾つかの例示的な実施形態に関する上の説明から、当業者には改良、変形及び修正が認識されよう。本技術分野域内にあるこうした改良、変形及び修正もまた添付の特許請求の範囲によって包含されるように意図している。さらに、上述したことは本出願の記載した実施形態にのみ関係すること、並びに本出願の精神及び趣旨を逸脱することなく添付の特許請求の範囲及びその等価物による規定に従って多くの変形及び修正がここでなされ得ることは明らかであろう。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 3 7 】

- 1 0 燃 焼 タービン エンジン
- 1 1 コ ン プ レ ッ サ
- 1 2 燃 焼 器
- 1 3 タービン
- 1 4 回 転 子 ブ レード
- 1 5 固 定 子 ブ レード
- 1 6 回 転 子 ブ レード
- 1 7 固 定 子 ブ レード
- 2 1 ルート部
- 2 4 プラットフォーム
- 2 5 翼形
- 2 6 凹形側壁
- 2 7 凸形側壁
- 2 8 前縁
- 2 9 後縁
- 3 1 外部先端
- 3 6 フロー通路
- 3 8 前縁フロー通路
- 3 9 後縁フロー通路
- 4 3 クロスオーバー通路
- 4 4 供給通路
- 5 1 鑄造コア
- 5 2 供給通路
- 5 3 支持用接続体
- 5 4 接続通路
- 6 1 プラグ
- 6 2 プラグ
- 6 4 ネック

10

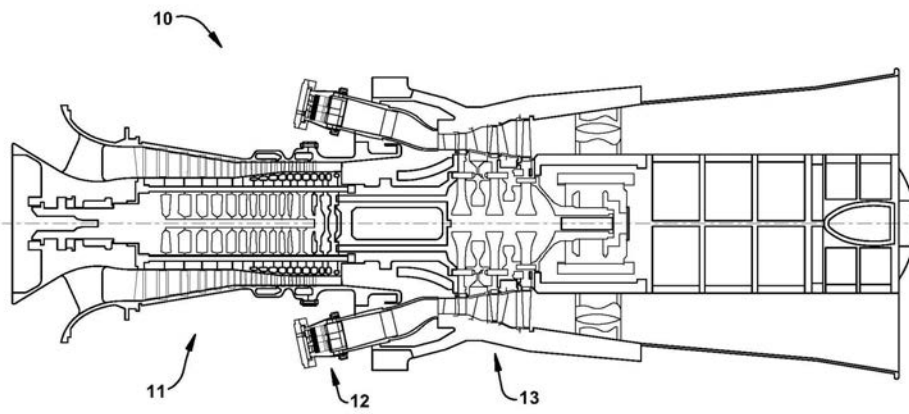
20

30

40

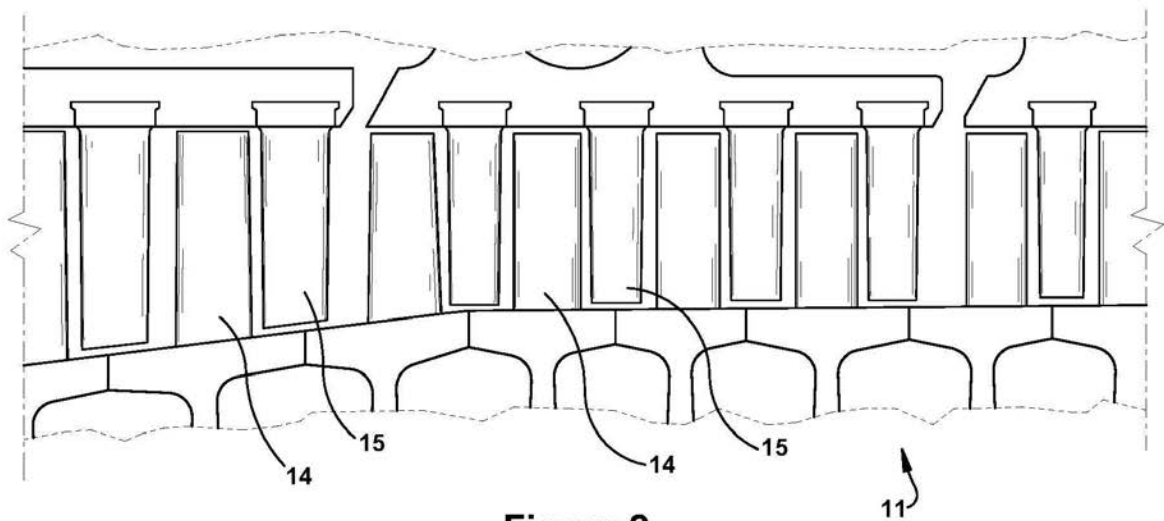
50

【図 1】



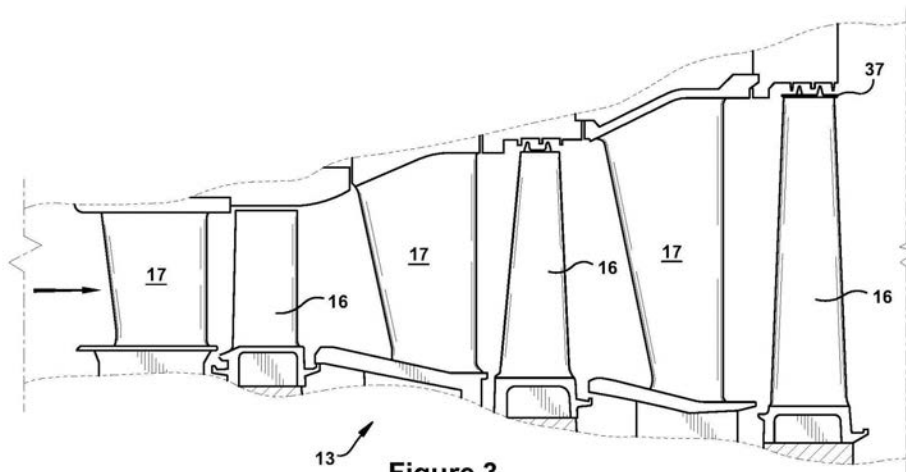
**Figure1**  
(従来技術)

【図 2】



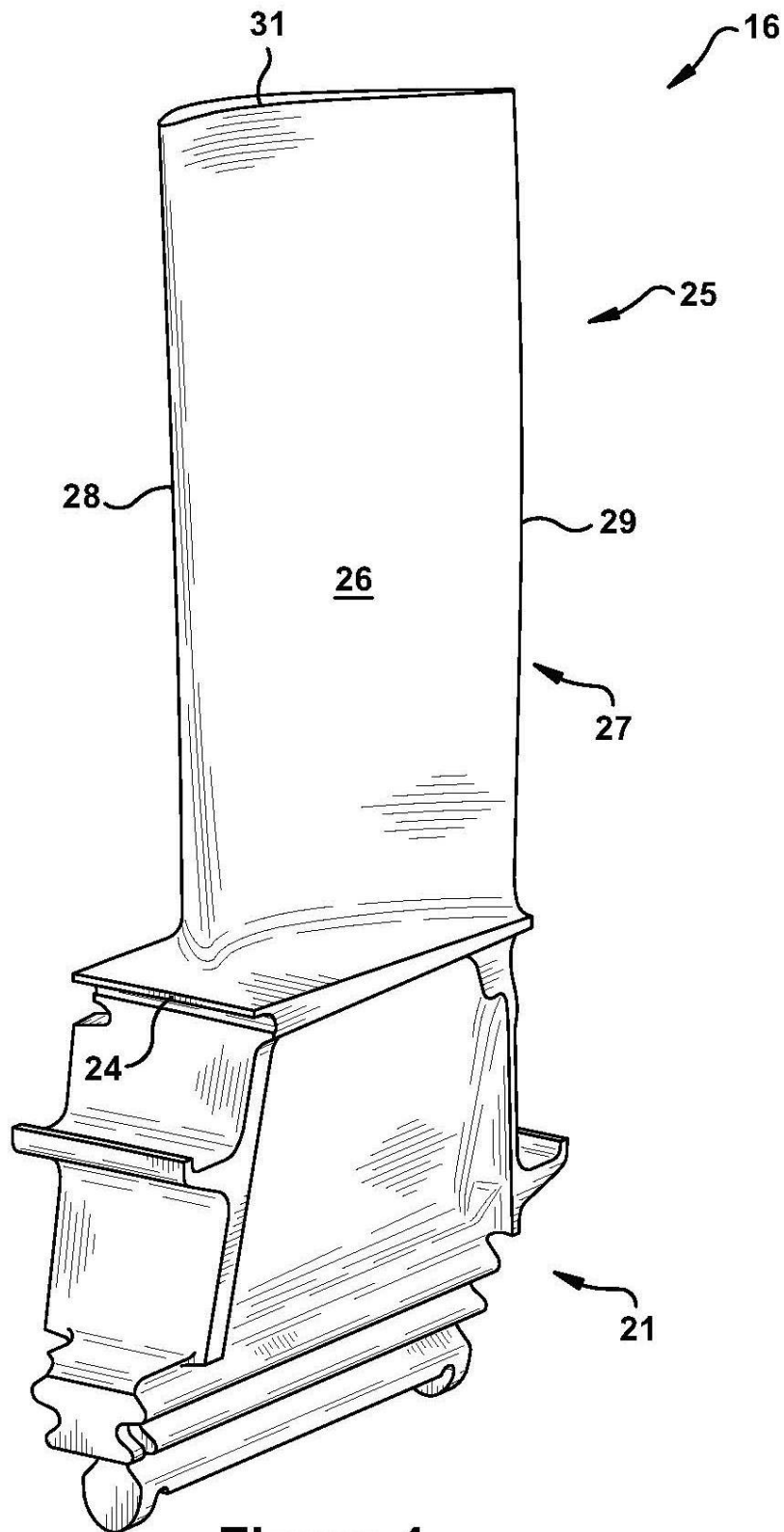
**Figure 2**  
(従来技術)

【 図 3 】



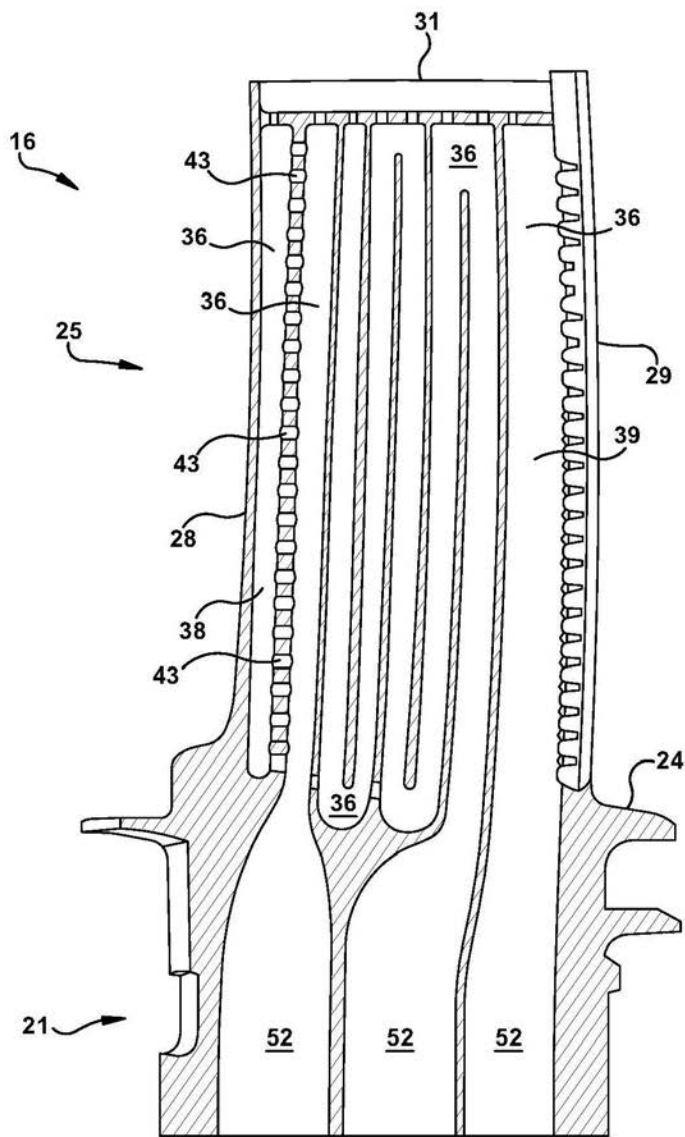
**Figure 3**  
(従来技術)

【 図 4 】



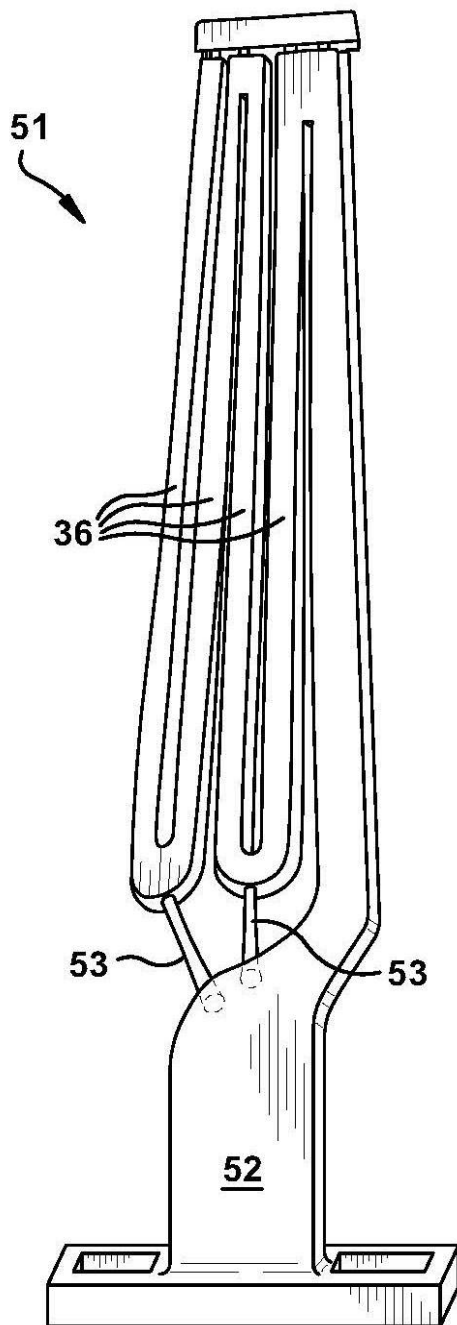
**Figure 4**  
(従来技術)

【図 5】



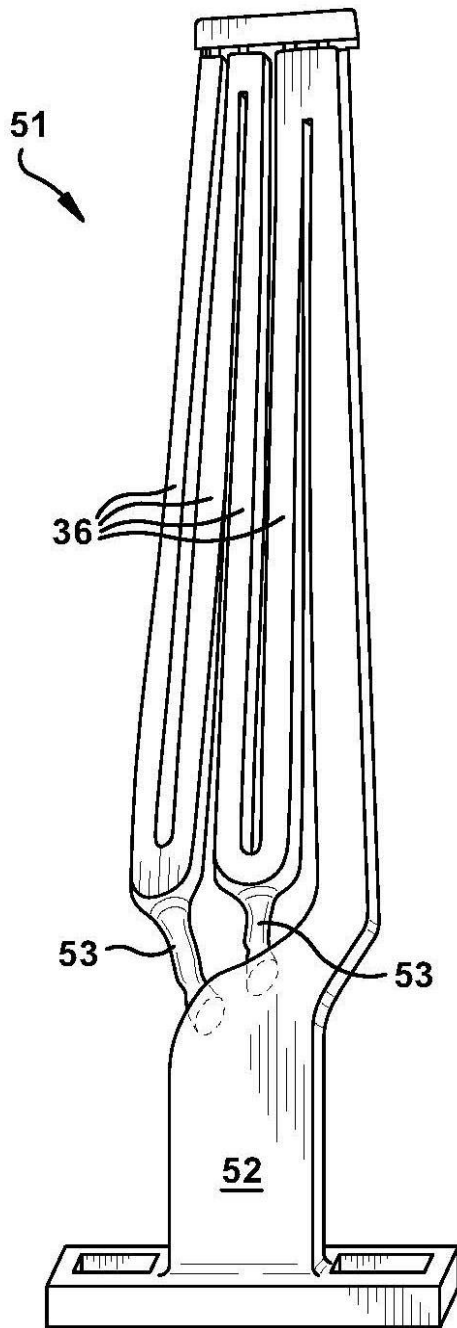
**Figure 5**  
(従来技術)

【 図 6 】



**Figure 6**  
(従来技術)

【 図 7 】

**Figure 7**

【 図 8 】

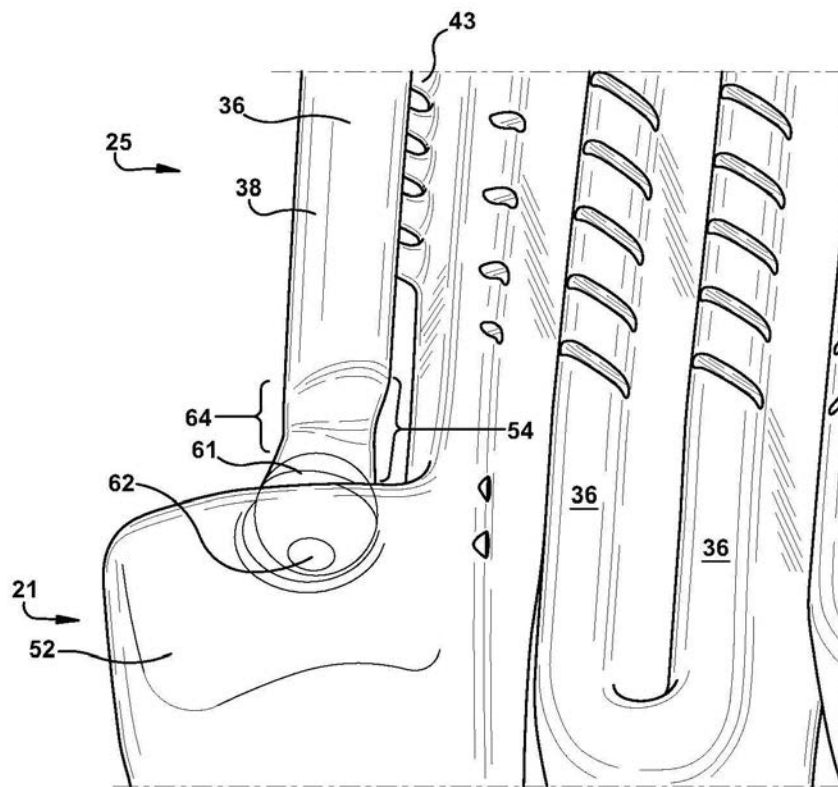


Figure 8

【 図 9 】

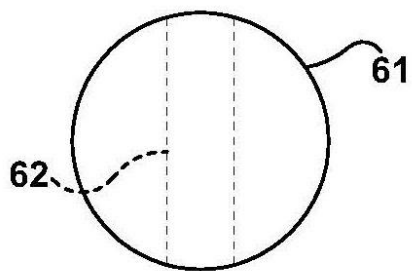
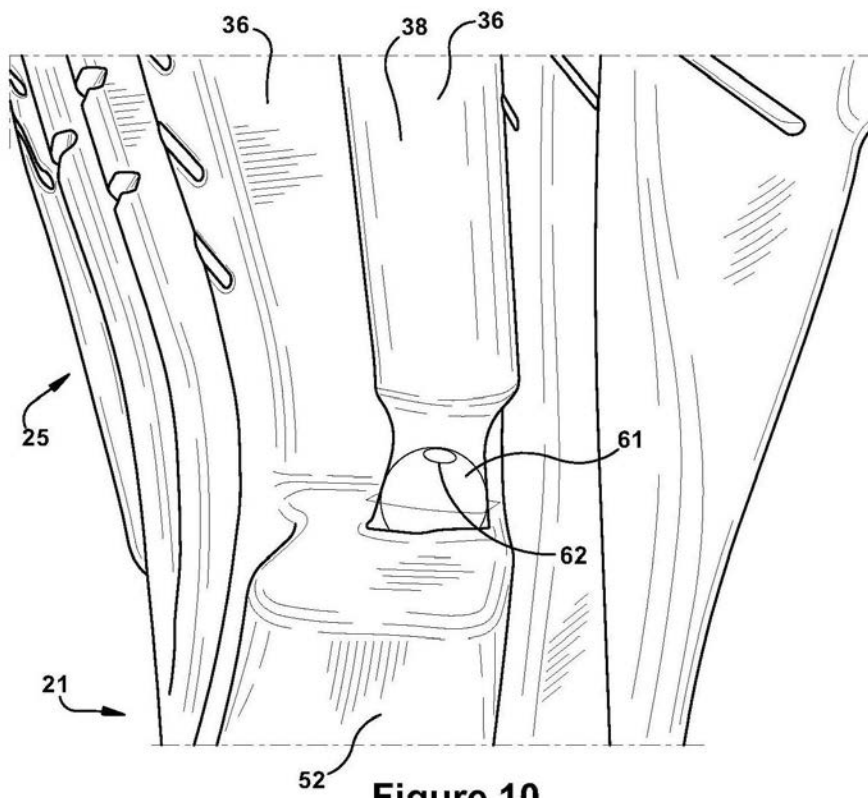


Figure 9

【図 10】

**Figure 10**

【図 1 1】

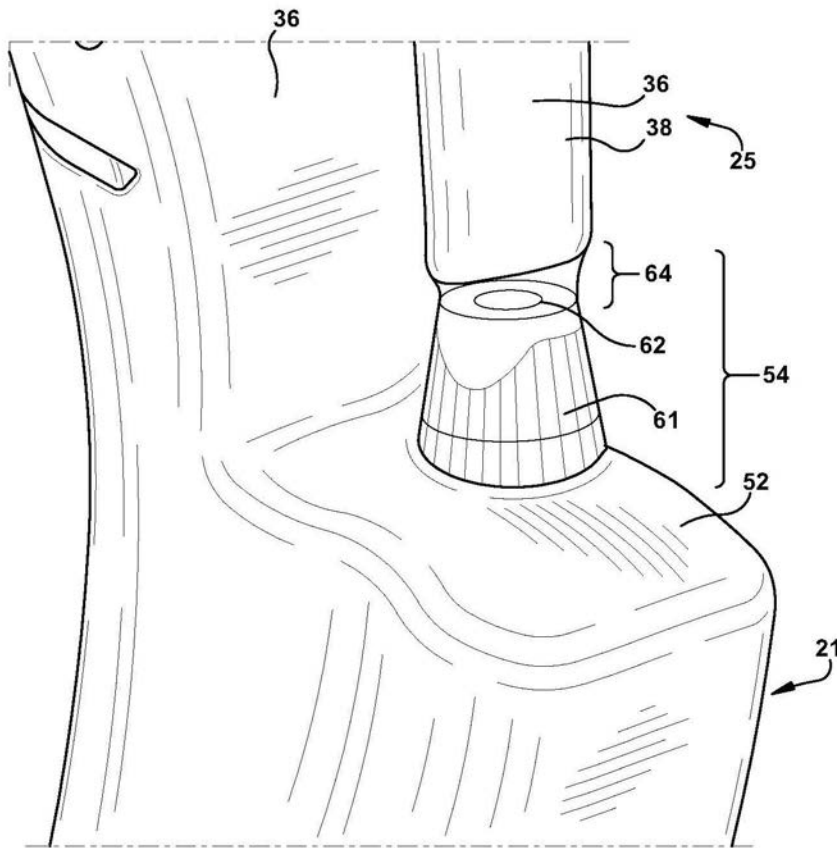


Figure 11

【図 1 2】

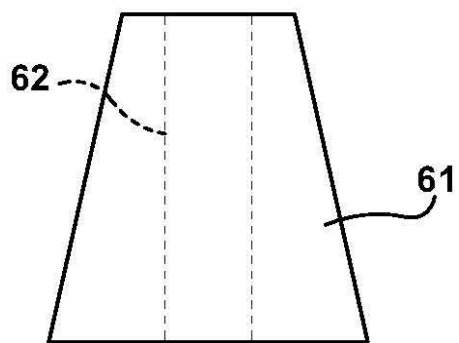


Figure 12

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ジェイソン・ダグラス・ハーツリンジャー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・ 1 2 3 4 5、スケネクタディ、リバー・ロード、 1 番
- (72)発明者 ハリッシュ・ボンマナカッテ  
インド、カルナタカ・ 5 6 0 0 6 6、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、ホワイトフィ  
ールド・ロード・フーディ・ビレッジ、ジョン・エフ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 ブラッドリー・テイラー・ボイヤー  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・ 2 9 6 1 5、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
3 0 0 番
- (72)発明者 アンソニー・ギグリオ  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・ 2 9 6 8 1、シンプソンヴィル、ノースフィールド・レー  
ン、 3 3 番

Fターム(参考) 3G202 CA07 CB01 GA08 GB01 JJ02 JJ33

【外国語明細書】  
2014196735000001.pdf