

(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2012-207667

(P2012-207667A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO1D 11/08 (2006.01)</b>	FO1D 11/08	3G202
<b>FO2C 7/28 (2006.01)</b>	FO2C 7/28 A	3H130
<b>FO1D 25/00 (2006.01)</b>	FO1D 25/00 M	
<b>FO1D 25/16 (2006.01)</b>	FO1D 25/16 J	
<b>FO4D 29/16 (2006.01)</b>	FO4D 29/16	
審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-160065 (P2012-160065)  
 (22) 出願日 平成24年7月19日 (2012.7.19)  
 (62) 分割の表示 特願2007-265053 (P2007-265053) の分割  
 原出願日 平成19年10月11日 (2007.10.11)  
 (31) 優先権主張番号 11/580,789  
 (32) 優先日 平成18年10月13日 (2006.10.13)  
 (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、スケネクタデー、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  
 (72) 発明者 チン・パン・リー  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、カマルゴ・パインズ・レーン、12番  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ式ブレード先端間隙制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端間隙制御システムを提供する。

【解決手段】 ブレード先端間隙制御システム(11)は、回転ブレード先端(82)を囲む環状シュラウド(72)と、ブレード先端(82)から半径方向外側にかつ離れて配置された環状プラズマ発生器(2)とを含む。環状プラズマ発生器(2)は、環状シュラウド(72)の半径方向内向き表面(7)の環状グループ(6)内に配置され誘電体材料(5)によって分離された半径方向内側及び外側電極(3、4)を含む。プラズマ発生器(2)は、環状シュラウド(72)とブレード先端(82)との間に環状プラズマを生成し、また環状プラズマによって環状シュラウド(72)とブレード先端(82)との間に生成されかつ該環状シュラウド(72)とブレード先端(82)との間の間隙(CL)よりも小さい有効間隙(ECL)を生成するように、作動可能である。

【選択図】 図1

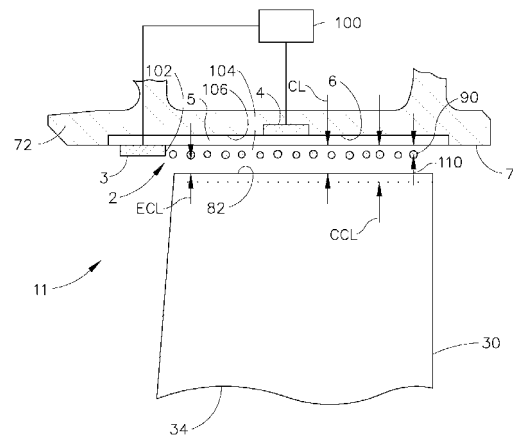


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端間隙制御システム（11）であって、  
 回転ブレード先端（82）を囲む環状シュラウド（72）と、  
環状プラズマ発生器（2）と  
を含み、

前記環状プラズマ発生器（2）の全体が、前記ブレード先端（82）から半径方向外側  
にかつ離れて間隔を置いて配置されている  
ことを特徴とする、システム（11）。

## 【請求項 2】

前記環状プラズマ発生器（2）が、誘電体材料（5）によって分離された半径方向内側  
 及び外側電極（3、4）をさらに含む、請求項1記載のシステム（11）。

## 【請求項 3】

前記環状プラズマ発生器（2）が、前記環状シュラウド（72）に取付けられる、請求  
 項1記載のシステム（11）。

## 【請求項 4】

前記電極に接続されて該電極に高電圧AC電位を供給するAC電源（100）をさらに  
 含む、請求項3記載のシステム（11）。

## 【請求項 5】

前記誘電体材料（5）が、前記環状シュラウド（72）の半径方向内向き表面（7）の  
 環状グループ（6）内に配置される、請求項4記載のシステム（11）。

## 【請求項 6】

前記プラズマ発生器（2）が、前記環状シュラウド（72）とブレード先端（82）と  
 の間に環状プラズマ（90）を形成し、また前記環状プラズマ（90）によって前記環状  
 シュラウド（72）とブレード先端（82）との間に生成されかつ該環状シュラウド（7  
 2）とブレード先端（82）との間の冷間間隙（CCL）よりも小さい有効間隙（ECL  
 ）を形成する、ように作動可能である、  
 請求項1記載のシステム（11）。

## 【請求項 7】

前記環状シュラウド（72）が、セグメント化されかつシュラウドセグメント（73）  
 を有し、

環状グループセグメント（106）が、前記環状シュラウドセグメント（73）の半径  
 方向内向き表面（7）内に設けられ、

前記環状プラズマ発生器（2）が、前記環状グループセグメント（107）内の誘電体  
 材料（5）によって分離された半径方向内側及び外側電極（3、4）を含む、  
 請求項1記載のシステム（11）。

## 【請求項 8】

航空機ガスタービンエンジン（10）のブレード先端間隙システム（9）であって、  
 回転ブレード先端（82）を囲む環状シュラウド（72）と、  
 熱制御空気（36）を使用して前記回転ブレード先端（82）と環状シュラウド（72  
 ）との間の先端運転間隙（CL）を維持するようになった能動間隙制御システム（12）  
 と、

環状プラズマ発生器（2）と

を含み、

前記環状プラズマ発生器（2）の全体が、前記ブレード先端（82）から半径方向外側  
にかつ離れて間隔を置いて配置されている  
ことを特徴とする、システム（9）。

## 【請求項 9】

前記環状プラズマ発生器（2）が、前記環状グループセグメント（107）内の誘電体  
 材料（5）によって分離された半径方向内側及び外側電極（3、4）を含む、

10

20

30

40

50

請求項 8 記載のシステム ( 9 ) 。

【請求項 10】

前記環状シュラウド ( 7 2 ) が、セグメント化されかつシュラウドセグメント ( 7 3 ) を有し、

環状グループセグメント ( 1 0 6 ) が、前記環状シュラウドセグメント ( 7 3 ) の半径方向内向き表面 ( 7 ) 内に設けられている

請求項 8 記載のシステム ( 9 ) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービンブレード先端間隙を維持するための装置及び方法に関し、より具体的には、受動及び能動間隙制御によってタービンブレード先端間隙を維持するための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

推力、燃料消費量 ( S F C ) 及び排出ガス温度 ( E G T ) マージンのようなエンジン性能パラメータは、タービン及び圧縮機ブレード先端とそれらブレード先端を囲む固定シール又はシュラウドとの間の間隙に強く依存している。エンジン寿命の期間にわたって、これらの間隙は、ブレードの摩擦、酸化及び侵食の結果として増大する傾向にある。ブレード先端間隙の増大は、ブレード先端とそれを囲むシュラウドとの両方の侵食によるものであり、従って、エンジン性能の低下、具体的には燃料消費量 ( S F C ) の増加を引き起こす。こうしたエンジン性能低下を防止する又は制限することは、極めて望ましい。

【0003】

航空機ガスタービンエンジンのエンジン効率の低下及び燃料消費量の増加の主要な要因が、タービンブレード先端とそれを囲む固定シール又はシュラウドとの間の間隙が徐々に増大することであることは、よく知られている。先端間隙の悪化により、ガスタービンエンジンのタービンの個々のロータ段におけるタービンのブレード先端とそれを囲むシュラウドとの間での作動流体の流れ損失及び漏洩の量が増加し、これは圧縮機段にいても同様である。このような漏洩は、全エンジン効率を低下させ、従って全燃料消費量を上昇させる。

【0004】

ブレード先端及びそれを囲むシュラウドの劣化を相殺するようにブレード先端間隙を制御する 1 つの方法は、「能動間隙制御」である。能動間隙制御は、特定の運転条件、すなわち定常状態高高度巡航条件下において、高圧又は低圧タービンケーシング上にスプレーするエンジンファン及び/又は圧縮機からの冷却空気の流量を調整して該ケーシングを高圧タービンブレード先端に対して収縮させるようにする。冷却空気は、ブレード先端の周りのシュラウド又はシールを支持するために使用する他の固定構造体上に流すか又はスプレーすることができる。冷却空気の調整流量は、事前選択したエンジン運転条件において使用することができる。

例えば離陸、減速などのような過渡条件の間に発生するおそれがあるシールとブレード先端との間の干渉又は摩擦を減少させるか又は排除しながら、エンジンがその運転サイクルの大部分において最小のシール間隙で作動するのを可能にするように設計される。また、ブレード先端とシュラウドとの間の摩擦を回避するか又は減少させることによってブレード先端間隙を維持する受動間隙制御システムも存在する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ブレード先端とシュラウドとの間の摩擦を排除し、減少させ又は最少にし、かつ可能な限り長期間にわたってブレード先端とシュラウドとの間のブレード先端運転間隙を維持することは極めて望ましい。ブレード先端とそれを囲むシュラウドとの間での作動流体の流

10

20

30

40

50

れ損失及び漏洩を最少にすることによってエンジン燃料効率を最大にしかつ燃料消費量（SFC）を最小にすることは極めて望ましい。ブレード先端運転間隙を機械的に又は熱的に閉じずに、漏洩流れ面積及びブレード先端運転間隙を減少させることができる間隙システムを有することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

ガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端間隙制御システムは、回転ブレード先端を囲む環状シュラウドと、ブレード先端から半径方向外側にかつ離れて間隔を置いて配置された環状プラズマ発生器とを含む。プラズマ発生器は、環状シュラウドとブレード先端との間に環状プラズマを形成し、また環状プラズマによって環状シュラウドとブレード先端との間に生成されかつ該環状シュラウドとブレード先端との間の冷間間隙よりも小さい有効間隙を形成するように、作動可能である。

10

【0007】

本システムの例示的な実施形態はさらに、環状シュラウドに取付けられ環状プラズマ発生器を含む。誘電体材料によって分離された半径方向内側及び外側電極は、該電極に対して高電圧AC電位を供給するAC電源に接続される。誘電体材料は、環状シュラウドの半径方向内向き表面の環状グループ内に配置される。電子式コントローラは、電極に対して制御可能に接続されて環状プラズマ発生器を制御する。

【0008】

本システムの別の例示的な実施形態では、環状シュラウドは、セグメント化されかつシュラウドセグメントを有し、環状グループセグメントが、環状シュラウドセグメントの半径方向内向き表面内に設けられ、環状プラズマ発生器は、環状グループセグメント内の誘電体材料によって分離された半径方向内側及び外側電極を含む。

20

【0009】

ガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端間隙制御システムはまた、能動間隙制御システムと共に航空機ガスタービンエンジンのブレード先端間隙システムで使用することができる。能動間隙制御システムは、熱制御空気を使用して回転ブレード先端と環状シュラウドとの間の先端運転間隙を維持する。環状プラズマ発生器は、ブレード先端から半径方向外側にかつ離れて間隔を置いて配置される。

【0010】

航空機ガスタービンエンジンは、回転ブレード先端と該回転ブレード先端を囲む環状シュラウドとの間の間隙を維持するようにプラズマ式ブレード先端間隙制御システムを作動させる方法を使用して運転することができる。本方法は、ブレード先端から半径方向外側にかつ離れて間隔を置いて配置された環状プラズマ発生器の誘電体材料によって分離された半径方向内側及び外側電極に対してAC電位を供給する段階を含む。本方法の1つの例示的な実施形態はさらに、環状シュラウドとブレード先端との間に環状プラズマを形成し、また環状プラズマによって環状シュラウドとブレード先端との間に生成されかつ該環状シュラウドとブレード先端との間の冷間間隙よりも小さい有効間隙を形成する段階を含む。電子式コントローラを使用して環状プラズマ発生器を制御することができる。能動間隙制御システムはまた、熱制御空気を流して回転ブレード先端と環状シュラウドとの間の先端運転間隙をさらに維持するプラズマ式ブレード先端間隙制御システムと共に使用することもできる。

30

40

【0011】

本発明の上記の態様及びその他の特徴は、添付図面に関連して行う以下の記載において説明する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】ガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端間隙制御システムの概略断面図。

【図2】セグメントシュラウドを備えたガスタービンエンジンのプラズマ式ブレード先端

50

間隙制御システムの概略断面図。

【図3】能動間隙制御システム及びプラズマ式ブレード先端間隙制御システムを備えた航空機ガスタービンエンジンの概略断面図。

【図4】図3に示すプラズマ式ブレード先端間隙制御システムの概略的に示したプラズマ発生器を備えたシュラウドの拡大断面図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1に概略的に断面で示しているのは、図3に断面で示す航空機ガスタービンエンジンのようなガスタービンエンジン10用のプラズマ式ブレード先端間隙制御システム11の例示的な実施形態である。このガスタービンエンジンプラズマ式ブレード先端間隙制御システム11は、回転ブレード先端82を囲む環状シュラウド72を含む。環状プラズマ発生器2が、ブレード先端82から半径方向外側にかつ離れて間隔を置いて配置される。

10

【0014】

図1に示す環状プラズマ発生器2の例示的な実施形態は、環状シュラウド72に取付けられ、誘電体材料5によって分離された半径方向内側及び外側電極3、4を含む。誘電体材料5は、環状シュラウド72の半径方向内向き表面7の環状グループ6内に配置される。環状シュラウド72は、図2に示すようにシュラウドセグメント73にセグメント化することができる。シュラウドセグメント73の各々は、環状グループセグメント106を含み、この環状グループセグメント106内に誘電体材料5が配置される。環状グループセグメント106内に誘電体材料5が配置された状態のこのグループセグメント106の環状配列により、環状プラズマ発生器2が形成される。

20

【0015】

AC電源100は、電極に接続されて該電極に高電圧AC電位を供給する。AC振幅が十分に大きい時には、空気は、最大電位の領域内でイオン化してプラズマ90を発生する。プラズマ90は一般的に、空気に曝された半径方向内側電極3の端縁部102で開始し、誘電体材料5で覆われた外側電極4によって投射される領域104上に広がる。電場勾配の存在下におけるプラズマ90（イオン化空気）は、該プラズマ90の半径方向内側に位置する周囲空気に対して、仮想空気力学的形状を誘起する力を生成し、この力により、環状シュラウド72の半径方向内向き表面7上にわたって圧力分布の変化が生じる。電極近傍の空気は、弱くイオン化され、また空気の加熱は殆どないか又は全くない。

30

【0016】

エンジン運転時に、プラズマ式ブレード先端間隙制御システム11は、プラズマ発生器2をオンにして環状シュラウド72とブレード先端82との間に環状プラズマ90を形成する。電子式コントローラ48を使用して、プラズマ発生器2及び該プラズマ発生器2のオン及びオフ切り替えを制御することができる。電子式コントローラ48はまた、電極に接続されて該電極に高電圧AC電位を供給するAC電源100の作動を制御するために使用することができる。プラズマ90は、環状シュラウド72の半径方向内向き表面7から離れる方向に境界層110を押し、これにより、環状シュラウド72とブレード先端82との間に該環状シュラウド72とブレード先端82との間の冷間間隙CCLよりも小さい有効間隙ECLが形成される。冷間間隙CCLは、エンジンが作動していない時の間隙である。環状シュラウド72とブレード82との間の実際又は運転間隙CLは、エンジン運転の間に熱膨張及び遠心荷重により変化する。

40

【0017】

環状シュラウド72とブレード先端82との間の冷間間隙CCLは、例えばブレードディスク及びブレードが高温及び遠心荷重の結果として拡張している離陸時のようなエンジンの高出力運転時にブレード先端が環状シュラウド72に対して摩擦しないように設計される。本明細書に示すプラズマ式ブレード先端間隙制御システム11のこの例示的な実施形態は、エンジンによって駆動される航空機の巡航状態時にプラズマ発生器2を起動させて環状プラズマを形成するように設計されかつ作動可能である。プラズマ式ブレード先端間隙制御システム11の他の実施形態は、船舶用或いはもしかすると産業用ガスタービ

50

ンエンジンのような他の形式のガスタービンエンジンにおいても使用することができる。

【 0 0 1 8 】

図 3 に概略的に断面で示しているのは、ブレード先端間隙システム 9 を備えた航空機ガスタービンエンジン 1 0 の例示的な実施形態である。ブレード先端間隙システム 9 は、熱制御空気 3 6 ( 本明細書に示した例示的な実施形態では冷却空気 ) を使用して先端間隙を維持するものとして示した能動間隙制御システム 1 2 と、プラズマ式ブレード先端制御システム 1 1 とを含む。他の実施形態におけるプラズマ式ブレード先端間隙制御システム 1 1 は、能動間隙制御システム 1 2 ではなく受動間隙制御装置と共に使用することができる。エンジン 1 0 は、直列流れ関係で、ファン 1 4 を備えたファンセクション 1 3 と、ブースタ又は低圧圧縮機 ( L P C ) 1 6 と、高圧圧縮機 ( H P C ) 1 8 と、燃焼セクション 2 0 と、高圧タービン ( H P T ) 2 2 と、低圧タービン ( L P T ) 2 4 とを有する。エンジン中心線 8 の周りに配置された高圧シャフト 2 6 が、H P T 2 2 を H P C 1 8 に駆動連結し、また低圧シャフト 2 8 が、L P T 2 4 を L P C 1 6 及びファン 1 4 に駆動連結する。H P T 2 2 は、その周辺部に取付けられたタービンブレード 3 4 を有する H P T ロータ 3 0 を含む。

10

【 0 0 1 9 】

図 4 に示すのは、前方及び後方ケースフック 6 8 及び 7 0 によって H P T 2 2 の半径方向外側ケーシング 6 6 に取付けられたステータ組立体 6 4 である。ステータ組立体 6 4 は、前方及び後方シュラウドフック 7 4 及び 7 6 によって環状セグメントシュラウド支持体 8 0 に取付けられた環状セグメントステータシュラウド 7 2 を含む。シュラウド 7 2 は、

20

【 0 0 2 0 】

小さいタービンブレード先端運転間隙 C L により、より低い運転燃料消費量 ( S F C ) が得られ、従って特に巡航又は定常状態運転条件時において多くの燃料節約が得られることは、当技術分野でよく知られている。最小の時間遅れ量及び熱制御 ( 運転条件に応じた冷却又は加熱 ) 空気流量でブレード先端運転間隙 C L を一層効果的に制御するために、前方及び後方熱制御リング 8 4 及び 8 6 が設けられる。前方及び後方熱制御リング 8 4 及び 8 6 は、外側ケーシング 6 6 と組合され、かつそれぞれのケーシングと一体形 ( 図 4 に示すように ) にし、ケーシングに対してボルト止めするか又はその他の方法で締結し、或いはケーシングから機械的に分離しているが該ケーシングとシール係合状態にすることができる。熱制御リングにより、ステータシュラウド 7 2 を半径方向内向きに ( そのように設計した場合には外向きに ) より効率的に移動させてブレード先端運転間隙 C L を調整する熱制御質量が得られる。スプレー管 6 0 は、熱制御空気 3 6 ( 冷却空気 ) を前方及び後方熱制御リング 8 4 及び 8 6 上に、また必要に応じて外側ケーシング 6 6 上に衝突させて、ステータシュラウド 7 2 を半径方向内向きに移動させてブレード先端運転間隙 C L を狭くするか又は最少にする。

30

【 0 0 2 1 】

図 3 及び図 4 を参照すると、加圧ファン空気供給部 3 2 は、軸方向空気供給管 4 2 を介して符号 4 0 でその全体を示したタービンブレード先端能動間隙制御装置に供給される熱制御空気 3 6 用の供給源として使用することができる。軸方向空気供給管 4 2 への空気供給入口 1 9 は、ファン 1 4 の下流のファンバイパスダクト 1 5 内に配置された出口案内ベーン 1 7 の下流に設置される。空気供給管 4 2 内に配置された空気弁 4 4 は、それを通して流れる熱制御空気 3 6 の全体量を制御する。熱制御空気 3 6 は、本明細書に示す能動間隙制御システム 1 2 の例示的な実施形態では冷却空気である。冷却空気は、ブースタ又は低圧圧縮機 ( L P C ) 1 6 を囲むファンバイパスダクト 1 5 から軸方向空気供給管 4 2 を通ってタービンブレード間隙制御装置 4 0 の分配マニホールド 5 0 に制御可能に流される。

40

【 0 0 2 2 】

50

空気弁 44 及びタービンブレード先端運転間隙 CL (図 1 及び図 4 に示す) を制御するために衝突させられる熱制御空気 36 の量は、電子式コントローラ 48 によって制御される。本明細書に示すコントローラ 48 は、全自動デジタル式電子制御装置 (F A D E C) と呼ばれることが多いデジタル式電子エンジン制御システムであり、必要に応じて、前方及び後方熱制御リング 84 及び 86 上に衝突させる熱制御空気量及び温度を制御し、従ってタービンブレード先端運転間隙 CL を制御する。マニホールド 50 は、図 4 に示すように、複数のプレナム 56 に冷却空気を分配する環状ヘッダ管 54 を含み、該複数のプレナム 56 は次に複数のスプレー管 60 に冷却空気を分配する。

#### 【 0 0 2 3 】

シュラウド 72 は、ロータ 30 のタービンブレード 34 を囲み、流れが該ブレード 34 の半径方向外側ブレード先端 82 の周りで漏洩するのを減少させる働きをする。プラズマ式ブレード先端間隙制御システム 11 は、航空機ガスタービンエンジン 10 の ACC システムと共に使用することができ、回転ブレード先端 82 を囲むセグメント環状シュラウド 72 を含む。環状プラズマ発生器 2 は、ブレード先端 82 から半径方向外側にかつ離れて間隔を置いて配置される。環状シュラウド 72 はセグメント化され、従って環状プラズマ発生器 2 は、セグメント環状グループ 6 と該セグメント環状グループ 6 内に配置されたセグメント誘電体材料 5 とを有する状態でセグメント化される。シュラウドの各セグメントは、環状グループのセグメントと、該環状グループのセグメント内に配置された誘電体材料のセグメントと、環状グループのセグメント内に配置された誘電体材料のセグメントによって分離された半径方向内側及び外側電極とを有する。

10

20

#### 【 0 0 2 4 】

AC (交流) 電源 100 を使用して、電極に対して約 3 ~ 20 kV (キロボルト) の範囲内の高電圧 AC 電位を供給する (AC は、交流を表わす)。AC 振幅が十分に大きい時には、空気は、最大電位の領域内でイオン化してプラズマ 90 を発生する。プラズマ 90 は一般的に、半径方向内側電極の端縁部で開始し、誘電体材料で覆われた外側電極によって投射される領域上に広がる。電場勾配の存在下におけるプラズマ 90 (イオン化空気) は、該プラズマ 90 の半径方向内側に位置する周囲空気に対して、仮想空気力学的形状を誘起する力を生成し、この力により、環状シュラウド 72 の半径方向内向き表面 7 上にわたって圧力分布の変化が生じる。電極近傍の空気は、弱くイオン化され、また空気の加熱は殆どないか又は全くない。

30

#### 【 0 0 2 5 】

プラズマ式ブレード先端間隙制御システム 11 はまた、それらもまた環状シュラウド 72 及びロータブレード先端 82 を有する低圧圧縮機 (L P C) 16 及び/又は高圧圧縮機 (H P C) 18 のようなエンジンの圧縮機セクションにおいて使用することもできる。

#### 【 0 0 2 6 】

本明細書では、本発明の好ましくかつ例示的な実施形態であると考えられるものについて説明してきたが、本明細書の教示から当業者には本発明の他の変更が明らかになる筈であり、従って、全てのそのような変更は本発明の技術思想及び技術的範囲の範囲内に属するものとして特許請求の範囲で保護されることが望まれる。従って、本特許によって保護されるのを望むものは、特許請求の範囲に記載しかつ特定した発明である。

40

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 2 7 】

- 2 プラズマ発生器
- 3 内側電極
- 4 外側電極
- 5 誘電体材料
- 6 環状グループ
- 7 内向き表面
- 8 エンジン中心線
- 9 ブレード先端間隙システム

50

1 0	ガスタービンエンジン	
1 1	プラズマ式ブレード先端間隙制御システム	
1 2	能動間隙制御システム	
1 3	ファンセクション	
1 4	ファン	
1 5	ファンバイパスダクト	
1 6	ブースタ又は低圧圧縮機 ( L P C )	
1 7	出口案内ベーン	
1 8	高圧圧縮機 ( H P C )	
1 9	空気供給入口	10
2 0	燃焼セクション	
2 2	高圧タービン ( H P T )	
2 4	低圧タービン ( L P T )	
2 6	高圧シャフト	
2 8	低圧シャフト	
3 0	H P T ロータ	
3 2	加圧ファン空気供給部	
3 4	タービンブレード	
3 6	熱制御空気	
4 0	タービンブレード先端能動間隙制御装置	20
4 2	空気供給管	
4 4	空気弁	
4 8	電子式コントローラ	
5 0	分配マニホールド	
5 4	ヘッダ管	
5 6	プレナム	
6 0	スプレー管	
6 4	ステータ組立体	
6 6	外側ケーシング	
6 8	前方ケースフック	30
7 0	後方ケースフック	
7 2	シュラウド	
7 3	シュラウドセグメント	
7 4	前方シュラウドフック	
7 6	後方シュラウドフック	
8 0	シュラウド支持体	
8 2	ブレード先端	
8 4	前方熱制御リング	
8 6	後方熱制御リング	
9 0	プラズマ	40
1 0 0	A C 電源	
1 0 2	端縁部	
1 0 4	領域	
1 0 6	グループセグメント	
1 1 0	境界層	
C L	運転間隙	
C C L	冷間間隙	
E C L	有効間隙	

【 図 1 】

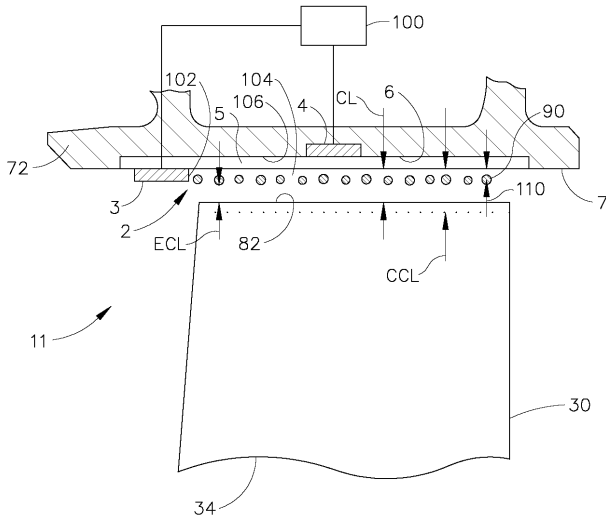


FIG. 1

【 図 2 】

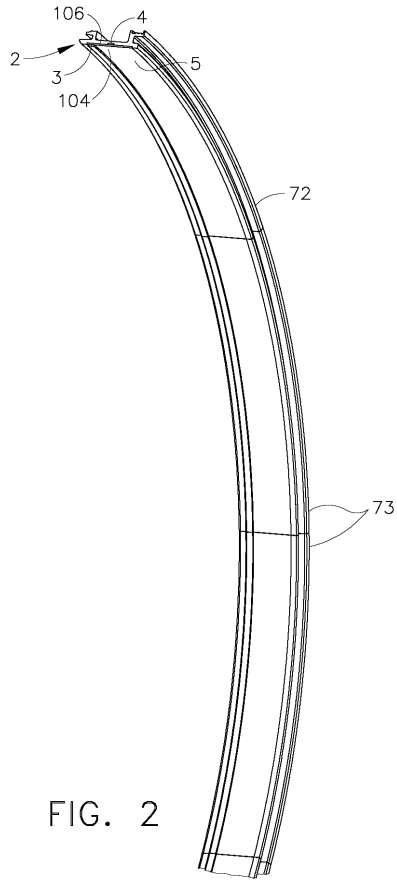


FIG. 2

【 図 3 】

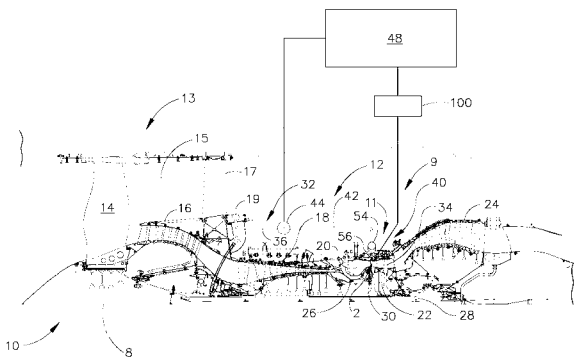


FIG. 3

【 図 4 】

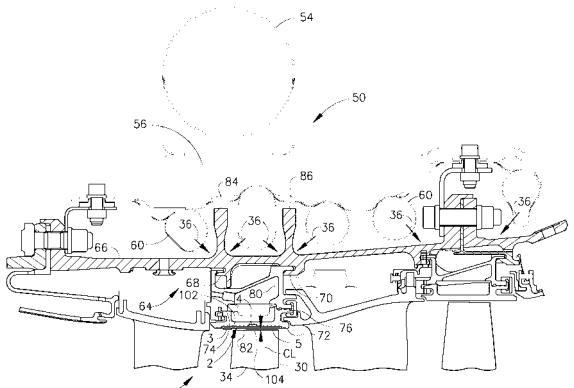


FIG. 4

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
F 0 4 D 29/08 (2006.01) F 0 4 D 29/08 E

(72)発明者 アスピ・ラストム・ワディア  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、モーガンストレイス・ドライブ、10003番

(72)発明者 デイヴィッド・グレン・チェリー  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、サドルバック・ドライブ、254番

(72)発明者 スコット・マイケル・カーソン  
アメリカ合衆国、オハイオ州、メイソン、スパロウ・プレイス、9534番

Fターム(参考) 3G202 KK04 KK40  
3H130 AA13 AB07 AB27 AB52 AB62 AB65 AB69 AC17 BA51A BA51F  
BA51H CA05 DA02Z DC11X DD09Z DF00X EA07A EA07C EA07F EA07H