

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4383060号  
(P4383060)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int. Cl.	F I	
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08	
FO1D 25/00 (2006.01)	FO1D 25/00	M
FO1D 25/24 (2006.01)	FO1D 25/24	P
FO1D 25/28 (2006.01)	FO1D 25/28	C
FO2C 7/28 (2006.01)	FO2C 7/28	A

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-16827 (P2003-16827)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成15年1月27日(2003.1.27)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2003-293704 (P2003-293704A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成15年10月15日(2003.10.15)		MPANY
審査請求日	平成18年1月24日(2006.1.24)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(31) 優先権主張番号	10/109014		クタデイ、リバーロード、1番
(32) 優先日	平成14年3月28日(2002.3.28)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	メアリー・エレン・オールフォード
			アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナテ
			イ、グロウブ・ロード、317番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンエンジン用のシュラウドセグメント及び組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも円周方向(16)に弓形である半径方向内側表面(22)と、半径方向外側表面(24)と、前記内側表面(22)及び外側表面(24)の各々とかつそれらの間に接続された、第1の複数の間隔を置いて配置された軸方向前方及び後方の端縁表面(26、27)と、前記内側表面(22)及び外側表面(24)の各々とかつそれらの間に接続された、第2の複数の間隔を置いて配置された円周方向端縁表面(28)とを備えるシュラウドセグメント本体(12)を含むタービンエンジンのシュラウドセグメント(10)であって、

該シュラウドセグメント(10)は、前記シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面(24)と一体でありかつそれから半径方向外向きに突出する、該シュラウドセグメント本体(12)を支持するためのシュラウドセグメント突出部(14)を含み、

該突出部(14)は、軸方向前方及び後方の端縁表面(26、27)の間の表面部分において、前記シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面(24)上に配置され、

前記突出部(14)は、前記シュラウド本体の半径方向外側表面(24)から間隔を置いて配置された突出部頭部(30)と、移行表面(34)を有する突出部移行部分(32)とを含み、該突出部移行部分(32)は、前記突出部頭部(30)及び前記シュラウド本体の半径方向外側表面(24)の両方と一体であり、かつ前記軸方向(18)において前記突出部頭部(30)より断面が小さく、

前記突出部(14)は、前記第2の複数の円周方向端縁表面(28)の間を延び、

10

20

前記突出部(14)の前記シュラウドセグメント本体(12)上の位置(X)が、前記軸方向前方の端縁(26)から軸方向後方の端縁(27)までの距離の3分の2乃至4分の3の範囲内にある

ことを特徴とするシュラウドセグメント(10)。

【請求項2】

前記移行表面(34)は、平坦部分を含むことを特徴とする、請求項1に記載のシュラウドセグメント(10)。

【請求項3】

前記シュラウドセグメント(10)は、室温で測定されて1%より大きくない低引張延性を有する低延性材料で作られており、前記突出部移行部分(32)は弓形である、ことを特徴とする、請求項1又は2に記載のシュラウドセグメント(10)。

10

【請求項4】

少なくとも円周方向(16)に弓形である半径方向内側表面(22)と、半径方向外側表面(24)と、前記内側表面(22)及び外側表面(24)の各々とかつそれらの間に接続された、第1の複数の間隔を置いて配置された軸方向前方及び後方の端縁表面(26、27)と、前記内側表面(22)及び外側表面(24)の各々とかつそれらの間に接続された、第2の複数の間隔を置いて配置された円周方向(16)端縁表面(28)とを備えるシュラウドセグメント本体(12)を含むタービンエンジンのシュラウドセグメント(10)であって、

該シュラウドセグメント(10)は、前記シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面(24)と一体でありかつそれから半径方向外向きに突出する、該シュラウドセグメント本体(12)を支持するためのシュラウドセグメント突出部(14)を含み、

20

該突出部(14)は、軸方向前方及び後方の端縁表面(26、27)の間の表面部分において、前記シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面(24)上に配置され、

前記突出部(14)は、前記第2の複数の円周方向端縁表面(28)の間を延び、

前記突出部(14)は、前記シュラウド本体の半径方向外側表面(24)から間隔を置いて配置された突出部頭部(30)と、移行表面(34)を有する突出部移行部分(32)とを含み、該突出部移行部分(32)は、前記突出部頭部(30)及び前記シュラウド本体の半径方向外側表面(24)の両方と一体であり、かつ前記軸方向(18)において前記突出部頭部(30)より断面が小さい、

30

シュラウドセグメント(10)を作る方法であって、

エンジン作動中に、空気冷却される前記半径方向外側表面(24)と該タービンエンジンのフローストリームに曝される前記半径方向内側表面(22)との間の温度差及び圧力差が組み合わさる結果として、前記シュラウドセグメント本体(12)に作用する作動力を求める段階と、

前記シュラウドセグメント本体(12)を支持する前記突出部(14)に作用する前記作動力を減少させるように、前記突出部(14)の前記半径方向外側表面(24)上の位置(X)を前記軸方向前方の端縁(26)から軸方向後方の端縁(27)までの距離の3分の2乃至4分の3の範囲内に選定する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

40

【請求項5】

タービンエンジンのシュラウド組立体であって、

セグメント化されたタービンエンジンシュラウドを形成するために、円周方向(16)に組み立てられた請求項1に記載の複数の前記タービンエンジンシュラウドセグメント(10)と、

各シュラウドセグメント突出部(14)において前記シュラウドセグメント(10)を支持するシュラウドハンガ(40)と、  
を含む、

該シュラウドハンガ(40)は、互いに対向する少なくとも一対の間隔を置いて配置された半径方向内側フック部材(48)で終わるハンガ空洞(46)を形成するハンガの半

50

径方向内側表面(44)を含み、

前記フック部材(48)の各々は、端部分内側表面(52)を有する端部分(50)を備え、該端部分内側表面(52)は、前記ハンガ空洞の半径方向内側表面(44)の一部を形成し、かつ前記シュラウドセグメント突出部の移行表面(34)において前記シュラウドセグメント突出部(14)と整合して協働し該突出部(14)を支持するような形状にされている、

ことを特徴とするシュラウド組立体。

【請求項6】

各フック部材の前記端部分内側表面(52)は、シュラウドセグメント突出部の移行表面(34)の平坦部分と整合する平坦部分を含むことを特徴とする、請求項5に記載のシュラウド組立体。

10

【請求項7】

前記シュラウドハンガ(40)は、前記シュラウドセグメント(10)と接触するシュラウドセグメント位置決め部材(54)を含み、該位置決め部材(54)は、前記円周方向(16)、半径方向(20)及び軸方向(18)の少なくとも1つにおいて前記シュラウドセグメント(10)を位置決めすることを特徴とする、請求項5又は6に記載のシュラウド組立体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、一般的に、高温エンジンガス流に曝される表面を含むタービンエンジンのシュラウドセグメント及びシュラウドセグメント組立体に関する。より具体的には、本発明は、例えばガスタービンエンジンのタービンセクション内で用いられ、低延性材料で作られたガスタービンエンジンの空気冷却式シュラウドセグメントに関する。

【0002】

【従来の技術】

軸流式エンジンの軸線の周りで円周方向に、かつ回転する翼配列部材の周り、例えばタービンブレードの周りで半径方向外側に組み立てられた、ガスタービンエンジンの複数の固定シュラウドセグメントは、ブレードを覆う半径方向外側流路境界の一部を形成する。ガスタービンエンジン技術の様々な形態において述べられてきたように、回転ブレードの先端と固定シュラウドセグメントの協働する並置された表面との間の作動間隙をできるだけ緊密に維持して、エンジン作動効率を高めるのが望ましい。タービンエンジンのシュラウド及びこのようなシュラウド間隙に関する米国特許の代表的な例には、特許文献1ないし特許文献4が含まれる。

30

【0003】

【特許文献1】

米国特許第5,071,313号

【特許文献2】

特許公開平04-252824号

【特許文献3】

40

特許公開平04-330302号

【特許文献4】

米国特許第5,562,408号

【0004】

流路構成部品としてのその機能において、シュラウドセグメント及び組立体は、設計されたエンジン作動温度及び圧力環境で用いられるように選定された設計寿命要求を満たす能力がなければならない。最新型のガスタービンエンジンのタービンセクション流路内に存在するような激しい温度及び圧力条件で現在の材料がシュラウドとして有効に作動することができるためには、シュラウドの半径方向外側部分に冷却空気を供給するのが常法であった。代表的な冷却構成の例は、先に特定した特許の一部に述べられている。

50

## 【 0 0 0 5 】

半径方向内側の回転ブレード周りのガスタービンエンジンシュラウド組立体内のシュラウドセグメントの半径方向内側表面又は流路表面は、円周方向に弧状であり、ブレードの回転する先端の周りに環状の流路表面を形成する。このような環状表面は、タービンブレード先端に対するシール面である。シュラウドは、タービンブレード間隙を制御する装置における主要な要素であるので、ガスタービンエンジンの作動中にシュラウドのゆがみを最小にしてシュラウドの半径方向内側表面の弧形すなわち「真円度」を維持することは、エンジンサイクルの性能低下を最小限にするのに役立つ。かかる真円度をゆがめる傾向のある作動状態が幾つかある。

## 【 0 0 0 6 】

1つの状態は、冷却空気をシュラウドセグメントの半径方向外側部分に施すことであり、比較的高い作動ガス流温度に曝される半径方向内側シュラウド表面と冷却される半径方向外側表面との間の熱勾配すなわち温度差をシュラウドセグメント内に作り出す。そのような熱勾配の1つの結果は、一般的に「コーディング」と呼ばれるシュラウドセグメントの変形又はゆがみの形態となる。シュラウド及びそのセグメントの少なくとも半径方向内側表面又は流路表面は、円周方向に弧状になっており、ブレードの回転する先端の回りに環状の流路表面を形成する。外側表面への冷却空気インピンジメントにより生じる、シュラウドの内面と外面との間の温度勾配は、シュラウドセグメントの弧形をコードさせる（弦状にさせる）、すなわち円周方向に真っ直ぐにさせる傾向がある。コーディングの結果として、シュラウドセグメントの内側表面の円周方向端部分は、セグメントの中央部分に対して半径方向外向きに移動する傾向がある。

## 【 0 0 0 7 】

このような熱勾配により生じる熱に加えて、シュラウドセグメントに作用する、流体圧力によるゆがみ力が生じる。このような力は、シュラウドセグメントの半径方向外側表面にかかるより高圧の冷却空気とシュラウドの半径方向内側表面にかかる軸方向に減少するより低圧のエンジンフローストリームとの間の流体圧力差から生じる。エンジン作動中に冷却空気がシュラウドの半径方向外側表面に対して実質的に一定の圧力に維持される場合には、シュラウドセグメントにおけるこのような流体圧力差は、タービンがガス流から動力を取り出すので、タービンセクション内のエンジンの軸方向下流側で増大する。この作用は、フローストリーム圧力を次第に減少させる。このような圧力差は、シュラウドセグメントの軸方向端部分を、軸方向後方部又は下流部分を余計に半径方向内向きに押しやる。

## 【 0 0 0 8 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

従って、複合の列の力及び圧力が、エンジン作動中にタービンエンジンのシュラウドセグメントをゆがませ、また該シュラウドセグメントに圧力を加えるように作用して、シュラウドセグメント組立体の弧状の半径方向内側表面の真円度を変化させる。このようなタービンエンジンシュラウド及びシュラウド組立体の設計においては、シュラウドセグメントを変形させ又はゆがませるように作用するこのような力及び圧力を補償することが望ましい。

## 【 0 0 0 9 】

シュラウド及びシュラウドセグメントとして今日一般的に用いられる金属タイプの材料は、熱勾配及び圧力差による力から生じるこのような変形又はゆがみに対してシュラウドが抑止されるのに十分な大きさの強度及び靱性を含む機械的特性を有する。このような抑止の例には、例えば特許文献3に述べられた公知のサイドレールタイプの構造又はCクリップタイプのシール構造が含まれる。この種の抑止及びシールは、少なくともシュラウドの1端に圧縮力を加えて、コーディング又は他のゆがみを抑止する。

## 【 0 0 1 0 】

最近のガスタービンエンジン開発により、シュラウドセグメント及び他の構成部品のようなより高温の用途で用いるために、現在使用されている金属タイプの材料よりもより高い耐高温性能を有する幾つかの材料が提案されている。しかしながら、このような材料は、

10

20

30

40

50

その形態がセラミック母材複合物（CMC）と呼ばれ市販されており、シュラウドセグメントのような部品の設計及び実用において考慮されなければならない機械的特性を有している。例えば、後に述べるように、CMCタイプの材料は、金属材料と比較した場合には比較的低い引張延性を有しすなわち破壊に至るまでのひずみが少ない。また、CMCタイプの材料は、金属シュラウド用の拘束支持体すなわちハンガとして用いられ、CMC材料と共に用いられることが望まれる市販の金属合金とは著しく異なり、約1.5～5マイクロインチ/インチ/°Fの範囲の熱膨張係数（CTE）を有する。このような金属合金は、一般的に約7～10マイクロインチ/インチ/°Fの範囲のCTEを有する。従って、CMCタイプのシュラウドセグメントが、作動中に拘束されて1つの表面が冷却される場合、セグメントの破壊をもたらすほどの力がCMCタイプのセグメントには発生する可能性がある。

10

#### 【0011】

一般的に、市販されているCMC材料は、例えばSiC用のセラミックタイプの繊維を含み、その形態はBNのようなコンプライアント材料で被覆される。この繊維は、セラミックタイプの母材中に組み込まれ、その1つの形態はSiCである。一般的に、CMCタイプの材料は、約1%より大きくない室温引張延性を有しており、これが本明細書では低引張延性材料を定め意味するのに用いられる。一般的にCMCタイプの材料は、約0.4～0.7%の範囲の室温引張延性を有する。CMCタイプの材料を、少なくとも約5%、例えば約5～15%の範囲にある室温引張延性を有する金属シュラウド材料及び/又は支持構造体すなわちハンガ材料と比較する。CMCタイプの材料から作られたシュラウドセグメントは、金属タイプの材料の耐高温能力より幾分か高い耐高温能力を有してはいるが、上述した現在用いられているタイプの圧縮力、或いはコーティング及び他の変形又はゆがみに対する類似の拘束力には耐えることができない。それらは、例えば比較的小さい曲がり又はフレットが付けられた表面区域に生じるような応力上昇タイプの特性にも、セラミックタイプの材料が一般的に受ける損傷又は破壊を受けることのない状態で、耐えることができない。更に、部品をCMC材料により製作することは、セラミック母材中の比較的脆いセラミックタイプの繊維の破損を防止するために、そのような比較的小さいフレットの周りでSiC繊維を曲げるのを制限する。このような低延性材料のシュラウドを、特に該セグメントを支持するシュラウド支持体すなわちハンガと組合せるか又は組み立てて、該セグメントに過度の圧力を加えることなく端部分をその周りでの漏洩からシールするための適当な表面を備えた状態で設けることにより、その目的のためにCMC材料のより高い耐高温能力を有利に利用することが可能になる。

20

30

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の形態は、例えばシュラウド組立体にシュラウドハンガで取り付けるためのタービンエンジンのシュラウドセグメント、及びそのようなシュラウドを製作する方法を提供する。シュラウドセグメントは、シュラウドセグメント本体と該シュラウドセグメント本体と一体でありかつそれからほぼ半径方向外向きに突出するシュラウドセグメント突出部とを含む。シュラウドセグメント本体は、半径方向内側表面と、半径方向外側表面と、該内側表面及び外側表面の各々とかつそれらの間に接続された、1つの例では一対のような第1の複数の間隔を置いて配置された軸方向端縁表面と、該内側表面及び外側表面の各々とかつそれらの間に接続された、1つの例では一対のような第2の複数の間隔を置いて配置された円周方向端縁表面とを含む。

40

#### 【0013】

シュラウドセグメントは、シュラウド本体の半径方向外側表面と一体でありかつそれからほぼ半径方向外向きに延びるシュラウドセグメント突出部を含む。突出部は、第1及び第2のうちの少なくとも1つの複数の端縁表面間のほぼ中間の表面部分において、間隔を置いて配置された本体の半径方向外側表面上に配置される。突出部がほぼ円周方向端縁表面の間を延びるシュラウドセグメントの1つの実施形態において、突出部は、作動中にシュラウドセグメントが受ける流体圧力差の関数として、軸方向端縁表面の間の位置において

50

本体の半径方向外側表面上に設置される。かかる位置は、セグメントの軸方向前方端縁表面と後方端縁表面間のほぼ圧力差の中間点又は釣り合い位置であり、エンジン作動中にセグメント本体を支持する突出部に対する力の差を減少させかつ好ましくはそれを実質的に排除する。冷却空気とエンジンフローストリームとの間の圧力差は、作動中に、動力がガスタービンを通るフローストリームから取り出されるにつれて、セグメントの軸方向前方から後方まで増大するので、突出部は、一般的にセグメントのより軸方向後方部分寄りに配置される。

【 0 0 1 4 】

突出部は、本体の半径方向外側表面から間隔を置いて配置された突出部頭部と、移行表面を有し、突出部頭部及び該本体の半径方向外側表面の中間部分の両方と一体である突出部移行部分とを含む。突出部頭部と本体の半径方向外側表面との間の突出部移行部分は、少なくとも軸方向及び円周方向の1つにおいて突出部頭部より断面が小さい。低延性材料、例えばCMCを用いる場合には、移行部分における応力上昇タイプの状態を避けるために移行表面は弓形である。本体と一体の突出部の1つの実施形態は、「ダブテール」形状と呼ばれることもある。

10

【 0 0 1 5 】

本発明の別の形態は、タービンエンジンのシュラウド組立体であり、該シュラウド組立体は、円周方向に組み立てられてセグメント化されたタービンエンジンシュラウドを形成する上述の複数のシュラウドセグメントと該シュラウドセグメントを支持するシュラウドハンガとを含む。シュラウドハンガは、互いに対向する少なくとも一対の間隔を置いて配置されたハンガの半径方向内側フック部材で終わるハンガ空洞を形成するハンガの半径方向内側表面を含み、フック部材の各々は、例えば、間隔を置いて配置されたハンガの半径方向内側フック部分のような端部分を含む。各端部分は、ハンガ空洞の半径方向内側表面の一部を形成する端部分の内側表面を含み、シュラウドセグメント突出部の移行表面においてシュラウドセグメント突出部と整合して協働し該突出部を支持するような形状にされている。1つの実施形態において、シュラウドハンガは、シュラウドセグメントを円周方向、半径方向及び軸方向の少なくとも1つにおいて位置決めするためのシュラウドセグメント位置決め部材を含む。例えば、このような部材は、突出部頭部の凹部において又はその内部に受けられた、半径方向内向きに配置され予荷重を掛けられたピンであり、該ピンは、突出部の移行表面をハンガ端部分の内側表面に向かって該内側表面と接触するように押圧するのに十分なほぼ半径方向内向きの圧力を突出部頭部に加える。

20

30

【 0 0 1 6 】

【 発明の実施の形態 】

例えば、米国特許第5,562,408号で説明している一般的なタイプの軸流式ガスタービンエンジンに関して、本発明を説明することにする。このようなエンジンは、ほぼ前方から後方まで直列に流体連通する、1つ又はそれ以上の圧縮機と、燃焼セクションと、長手方向のエンジン軸線の周りに軸対称に配置された1つ又はそれ以上のタービンセクションとを含む。従って、本明細書で用いるように、例えば「軸方向前方」及び「軸方向後方」のような「軸方向」という用語を用いる表現は、エンジン軸線に対する相対位置の方向であり、「円周方向」という用語の形態を用いる表現は、エンジン軸線のほぼ周りの円周方向の位置を指し、また例えば「半径方向内側」及び「半径方向外側」のような「半径方向」という用語の形態を用いる表現は、ほぼエンジン軸線からの相対的半径方向位置を指す。

40

【 0 0 1 7 】

図1の概略斜視図は、全体を符号10で表すシュラウドセグメントを示し、該シュラウドセグメントは、シュラウド本体12と全体を符号14で示すシュラウドセグメント突出部とを含む。図1では、突出部14は、タービン技術界ではダブテール形状と呼ばれることもある形状で示されている。図1の実施形態において、タービンエンジン内のシュラウドセグメント10の配向は、それぞれエンジンの円周方向、軸方向及び半径方向を表わす矢印16、18及び20で示される。

【 0 0 1 8 】

50

シュラウドセグメント本体 1 2 は、円周方向 1 6 において弓形であるように示される半径方向内側表面 2 2 と、半径方向外側表面 2 4 と、軸方向前方端縁表面 2 6 及び軸方向後方端縁表面 2 7 を含む第 1 の複数の間隔を置いて配置された軸方向端縁表面と、第 2 の複数の間隔を置いて配置された円周方向端縁表面 2 8 とを含む。図 1 の実施形態で対をなす表面とし示される軸方向及び円周方向端縁表面は、シュラウドセグメント本体の半径方向内側表面 2 2 及び半径方向外側表面 2 4 とかつそれらの間に接続されて、それらの間にシュラウドセグメント本体 1 2 を形成する。シュラウドセグメント突出部 1 4 は、シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面 2 4 と一体でありかつそれからほぼ半径方向外向きに延びる。突出部 1 4 は、シュラウド本体の半径方向外側表面から間隔を置いて配置された突出部頭部 3 0 と、移行表面 3 4 を有する突出部移行部分すなわち頸部 3 2 とを含む。移行部分 3 2 は、シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面 2 4 及び突出部頭部 3 0 の両方と一体であり、図面に示すように、突出部頭部 3 0 の断面より小さい断面を有する。

#### 【 0 0 1 9 】

図 1 の実施形態において、突出部 1 4 は、円周方向端縁表面 2 8 の間を延び、シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面 2 4 のほぼ中央部分上に軸方向端縁表面 2 6 及び 2 7 から間隔を置いて配置される。突出部 1 4 は、距離 3 6 より大きい距離 3 8 で表わされるように軸方向前方端縁表面 2 6 に対してよりも、距離 3 6 で表われるように軸方向後方端縁表面 2 7 に対して軸方向により近接して配置される。軸方向前方端縁表面と軸方向後方端縁表面との間における、シュラウド 1 0 の軸方向後方部分により近接した突出部 1 4 のかかる相対的位置は、エンジン作動中にシュラウドセグメントが受ける上述の流体圧力差の関数として選定される。このような「オフセンタ」タイプの位置決めは、エンジン作動中にシュラウド本体 1 2 を支持する突出部 1 4 に作用する力を減少させかつ好ましくは釣り合わせる。このような力は、エンジン作動中にシュラウドセグメント 1 0 にわたる可変圧力差から生じて、例えば図 5 に示すように、タービンフローストリーム圧力がタービンの下流側で減少するので、エンジンの軸方向後方方向 1 8 で増大する。シュラウドセグメント突出部に掛かる力をこのように減少又は釣り合わせることは、シュラウドセグメントが低延性材料で作られる実施形態においては特に重要であり、シュラウド本体を支持する突出部に掛かる損傷を与える可能性がある有害な力が、少なくとも減少される。

#### 【 0 0 2 0 】

図 2 は、図 1 の線 2 - 2 に沿って円周方向に切断したシュラウドセグメント 1 0 の一部分の拡大部分断面図である。図 2 は、突出部 1 4 のほぼ近傍におけるシュラウドセグメント 1 0 の部材及び表面の実施形態をより明確にかつ詳細に示す。図 2 において、図 3 に示すようなシュラウドハンガと整合するようになっている突出部移行表面 3 4 の一部分は、協働するハンガ表面と容易に形状が合致するように平坦面になっていることが好ましい。このような協働する平坦な表面は、シュラウドセグメントが C M C 材料で作られる場合に、移行表面 3 4 に掛かる望ましくない力を減少させる上で特に好ましい。

#### 【 0 0 2 1 】

図 3 は、全体を符号 4 0 として示すシュラウドセグメントハンガの 1 つの一般的な実施形態の概略部分断面図である。シュラウドセグメントハンガ 4 0 は、ハンガ空洞 4 6 を形成するハンガの半径方向内側表面 4 4 を含み、ハンガ空洞 4 6 におけるハンガ 4 0 は、互いにほぼ軸方向に対向しかつフック端部分 5 0 で終わる少なくとも一対の間隔を置いて配置された半径方向内側フック部材 4 8 を含む。各端部分 5 0 は、端部分内側表面 5 2 を含む。内側表面 5 2 は、移行表面 3 4 の少なくとも協働する部分と形状が合致するのが好ましく、図 2 に示すように突出部頸部 3 2 の平坦な移行表面 3 4 とより容易に合致するように平坦であるのが好ましい。従って、内側表面 5 2 は、ハンガ空洞 4 6 の一部分を形成しかつシュラウドセグメント突出部の移行表面 3 4 において図 1 のシュラウドセグメント突出部 1 4 と整合して協働しかつそれを支持するような形状にされる。図 3 の実施形態において、シュラウドハンガ 4 0 は、軸方向に間隔を置いて配置された第 1 及び第 2 のシュラウドセグメント安定アーム 5 3 を含み、該安定アームは、半径方向内向きに配置された安定アーム端部分 5 5 を含む。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

図4は、図3のシュラウドハンガ40のより詳細な実施形態を備えるガスタービンエンジン内の組立体の図1のシュラウドセグメントの円周方向16における概略部分断面図である。このような組立体において、シュラウドセグメント10は、エンジンのタービンセクション内に配置された複数の円周方向に配置された隣接するシュラウドセグメントの1つである。このような組立体において、シュラウドセグメント10は、突出部14において、全体を符号40で示す固定シュラウドハンガにより突出部移行部分表面34と協働する該シュラウドハンガの端部分内側表面52で支持される。従って、シュラウド本体の半径方向内側表面22は、全体が米国特許第5,562,408号にほぼ示されるように回転タービンブレード42の先端41と並置される。上述のように、シュラウドセグメント10は、シュラウドセグメント突出部14によって、シュラウドセグメントの軸方向前方表面26によりもシュラウドセグメントの軸方向後方表面27の方により近接した位置において、シュラウドセグメントハンガ40により支持される。この位置決めにより、エンジン作動中にシュラウドセグメント突出部14に作用する力は減少される。

10

## 【 0 0 2 3 】

図4の組立体のより詳細な図において、シュラウドハンガ40は、ハンガ40と組み合わされたピンの形態で示すシュラウドセグメント位置決め部材54を含む。図4の実施形態において、位置決め部材54は、ハンガ40を貫通して延び突出部頭部30と整合してシュラウドセグメント10の位置を円周方向、軸方向及び半径方向の少なくとも1つにおいて維持する。その特定の事例において、部材は、頭部30の凹部49内で該頭部30と整合して、シュラウドセグメント10の位置を全ての3つの方向において維持する。図示するように、部材54は、突出部移行部分表面34をハンガ端部分表面52に向かってかつそれと接触するように押圧するのに十分な半径方向内向きの圧力を突出部頭部30に加えるように、半径方向内向きに予荷重が掛けられている。更に、その実施形態においては、シュラウドセグメント10のシュラウドハンガ40との組立体は、それぞれシュラウド本体の軸方向前方表面26及び後方表面27においてシュラウドセグメント本体の半径方向外側表面に対して配置された各々の安定アーム53の半径方向内側部分に、ハンガ40とシュラウドセグメント10との間の全体を符号56で示す軸方向前方及び後方シールを含む。このようなシールは、例えばシュラウドセグメント本体の半径方向外側表面24と並置されたハンガアーム53の端部分55の凹部60内で協働する、特許公開平04-330302号に示すタイプの棒状シール58の形態で図4に示されている。シールは、シュラウドセグメント10の半径方向外側表面に施される冷却流体すなわち空気の漏洩を減少させる。ガスタービンエンジン技術界においては一般的に、このような冷却空気は、シュラウドセグメント半径方向内側表面22に隣接するエンジンフローストリームの圧力より大きい圧力で、流路(図示せず)を通してハンガ空洞62及び64中に供給される。

20

30

## 【 0 0 2 4 】

図5の線図は、シュラウド本体12の半径方向外側表面24のほぼ中間部分におけるシュラウドセグメント10の突出部14の相対的位置決めの1つの例を表わす。突出部14は、1つの代表的なタイプのエンジン作動中にガスタービンエンジンタービンセクション内のシュラウド10に作用する流体圧力差及び力の関数としてかつそれを実質的に補償するように配置される。図5の例に選定されたシュラウドセグメント10の構成材料は、先に特定されたSiC繊維SiC母材のCMC材料であった。

40

## 【 0 0 2 5 】

図5に概略的に示すように、この例では、シュラウド本体の半径方向外側表面24にわたる冷却空気の圧力は、矢印66により表わされ、一定の圧力P1であった。しかしながら、シュラウド本体の半径方向内側表面において作動するこの例でのタービン流路においては、シュラウド本体の半径方向内側表面22に加えられるガス流の圧力は、矢印68で表わされP1より小さい上流側圧力P2から、矢印70で表わされ上流側圧力P2の約3分の1乃至4分の1である下流側圧力P3まで変化した。矢印68と矢印70の間に介在する、シュラウド本体の半径方向内側表面22に隣接するガス流における図5の他の矢印の

50

相対的な長さは、タービンプレード42を通過するタービンの下流側で圧力が徐々に減少するのを線図的に表わす。図5の例に示すように、かつそのような圧力差に基づき、突出部14は、シュラウド本体12の軸方向後方端縁表面27により近接して配置された。

【0026】

シュラウドセグメントがCMC材料で作られた本発明の実施形態によると、シュラウドセグメント10の突出部14は、突出部14のほぼ半径方向の中心線を表わした、半径方向外側表面24上の位置「X」に配置された。このような位置は、エンジン作動中に突出部14に作用する力の差の関数としてかつ該力の差を補償しまたそれを減少又は釣り合わせて突出部14の亀裂の発生を防止するように、半径方向後方端縁27により近接して選定された。図5に示すようにこの例においては、シュラウドセグメント本体12上の位置「X」は、軸方向前方端縁26から軸方向後方端縁27までの距離の約3分の2乃至4分の3の範囲内にあった。

10

【0027】

本発明を、特定の実施形態、材料及び構造の組合せに関して説明してきたが、それらは本発明の技術的範囲をどのような方法にせよ限定するものではなく、また特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。タービンエンジン、金属、非金属及び複合材料並びにそれらの組合せに関するような関係する幾つかの技術の当業者には、本発明が添付する特許請求の範囲の技術的範囲から逸脱することなく変更及び改良可能であることが分かるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 シュラウド本体の半径方向外側表面からの突出部を含むシュラウドセグメントの1つの実施形態の概略斜視図。

【図2】 図1のシュラウドセグメントの線2-2で切断した拡大部分断面図。

【図3】 タービンエンジンのシュラウド組立体中の図1のシュラウドセグメントと協働しかつそれを支持するような形状にされたシュラウドセグメントハンガの1つの実施形態の、ガスタービンエンジンの円周方向における部分断面図。

【図4】 ガスタービンエンジンの回転タービンプレードと並置されたシュラウドセグメントを支持している、図3のシュラウドセグメントハンガ部分を備える、図1に全体を示すシュラウドセグメントの組立体の実施形態の概略部分断面図。

【図5】 エンジン作動中にセグメントに作用する相対的流体圧力の関数として、CMC材料からなるシュラウドセグメントの半径方向外側表面上に配置されるシュラウド突出部の相対的位置決めのための1つの例の線図。

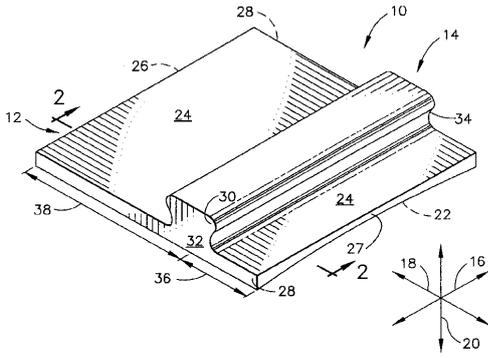
30

【符号の説明】

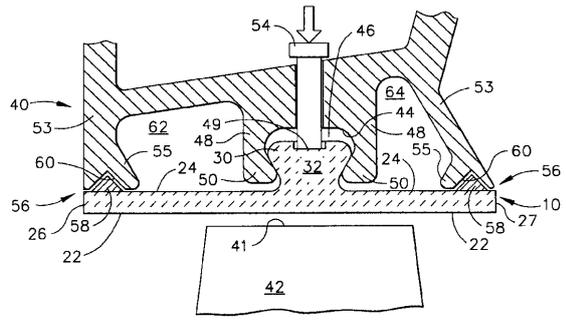
- 10 タービンエンジンのシュラウドセグメント
- 12 シュラウドセグメント本体
- 14 シュラウドセグメント突出部
- 16 円周方向
- 18 軸方向
- 20 半径方向
- 22 シュラウドセグメント本体の半径方向内側表面
- 24 シュラウドセグメント本体の半径方向外側表面
- 26、27 セグメント本体の軸方向端縁表面
- 28 セグメント本体の円周方向端縁表面
- 30 突出部頭部
- 32 突出部移行部分
- 34 突出部移行表面

40

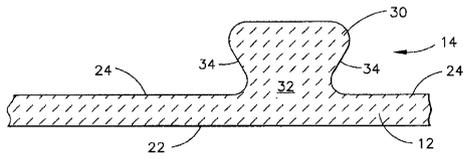
【図1】



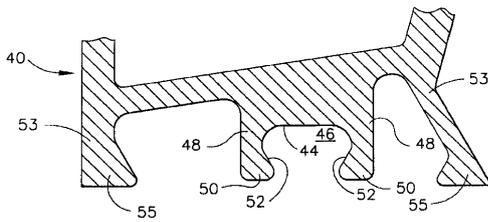
【図4】



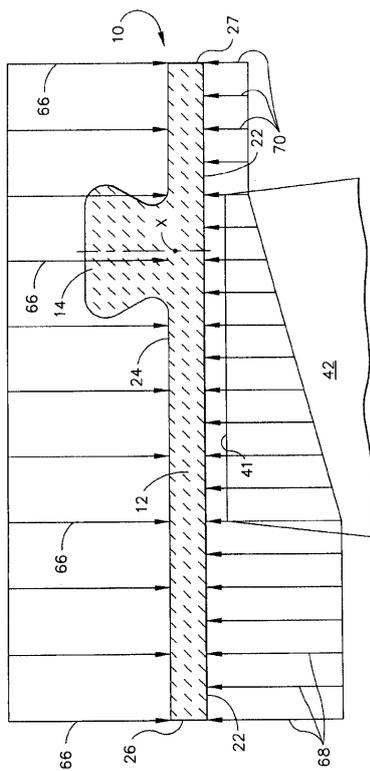
【図2】



【図3】



【図5】



## フロントページの続き

- (72)発明者 マーク・ユージーン・ノエ  
アメリカ合衆国、オハイオ州、モロウ、ウエッジウッド・ドライブ、5895番
- (72)発明者 トビー・ジョージ・ダーキンス, ジュニア  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、コロンビア・トレイル、2686番
- (72)発明者 マデライン・エリース・フェスラー  
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ミルクリフ・ドライブ、9086番

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 特開昭59-153903(JP, A)  
特開2001-303908(JP, A)  
特開平11-257016(JP, A)  
仏国特許出願公開第2540938(FR, A1)  
特開昭53-065516(JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/08  
F01D 25/00  
F01D 25/24  
F01D 25/28  
F02C 7/28