

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3965607号
(P3965607)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int.CI.

F 1

FO 1 D 11/08 (2006.01)

FO 1 D 11/08

請求項の数 24 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平8-297854
 (22) 出願日 平成8年10月23日(1996.10.23)
 (65) 公開番号 特開平9-112206
 (43) 公開日 平成9年4月28日(1997.4.28)
 審査請求日 平成15年10月21日(2003.10.21)
 (31) 優先権主張番号 08/546,631
 (32) 優先日 平成7年10月23日(1995.10.23)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590005449
 ユナイテッド テクノロジーズ コーポレーション
 UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
 アメリカ合衆国、コネチカット 06101, ハートフォード、ユナイテッド テクノロジーズ ビルディング
 (74) 復代理人 100077861
 弁理士 朝倉 勝三
 (72) 発明者 ケビン・ディー・カーペンター
 アメリカ合衆国フロリダ州33469 テクエスタ市ウエスト インディーズ レーン 19385

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロータ組立体用シュラウド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケース内に設けられているロータ組立体用シュラウドにおいて、内側半径方向表面、前方表面、後方表面及び前記内側半径方向表面から外へ延びる第1の取付け装置を有する本体を包含し、この本体が第1の熱区域及び第2の熱区域を包含している制御リングと、

この制御リングが取付けられ、前記制御リングを弾性的に懸架する装置と、第2の取付け装置を有するブレード外側空気シールと、を包含し、

前記第1及び第2の取付け装置が協同して前記ブレード外側空気シールを前記制御リングに取付け、また、前記制御リングを弾性的に懸架する前記装置が、内側半径方向表面を有して前記ケースに固定されたフープと、このフープの内側半径方向表面及び前記制御リングに取付けられたばね装置とを包含していることを特徴とするロータ組立体用シュラウド。

【請求項 2】

前記ばね装置が複数の片持ちはりを包含し、各片持ちはりが長さ及び厚さを有すると共に前記フープと実質的に平行にして長さ方向に延び、かつ前記制御リングが前記片持ちはりに締結されている請求項1記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 3】

前記片持ちはりの各々が半径方向ばね定数、軸方向ばね定数及び周方向ばね定数を有し

、前記半径方向ばね定数が前記軸方向ばね定数よりも小さいと共に、前記軸方向ばねが前記周方向ばね定数よりも小さい請求項 2 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の熱区域の一方が他方より異なる速度で膨張及び収縮する請求項 2 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 5】

前記制御リングが、更に、前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する装置を包含している請求項 4 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 6】

前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する前記装置が前記制御リングの前記前方表面と前記後方表面との間に延びる複数の穴を包含し、これらの穴が前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間に位置している請求項 5 記載のロータ組立体用シュラウド。 10

【請求項 7】

更に、前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面に沿って、前記第 2 の熱区域に隣接して設けた防熱装置を包含し、これらの防熱装置が前記第 2 の熱区域への又は前記第 2 の熱区域からの熱エネルギーの伝達を防止している請求項 6 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 8】

更に、前記防熱装置と前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面との間に設けた絶縁装置を包含している請求項 7 記載のロータ組立体用シュラウド。 20

【請求項 9】

更に、前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面から外へ延びる複数のボスを包含し、これらのボスが前記防熱装置を前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面から分離し、かつ前記絶縁装置が前記防熱装置と前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面との間に設けられている請求項 8 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 10】

前記制御リングが、更に、前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する装置を包含している請求項 1 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 11】

前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する前記装置が前記制御リングの前記前方表面と前記後方表面との間に延びる複数の穴を包含し、これらの穴が前記第 1 の熱区域と前記第 2 の熱区域との間に位置している請求項 10 記載のロータ組立体用シュラウド。 30

【請求項 12】

更に、前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面に沿って、前記第 2 の熱区域に隣接して設けた防熱装置を包含し、これらの防熱装置が前記第 2 の熱区域への又は前記第 2 の熱区域からの熱エネルギーの伝達を防止している請求項 11 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 13】

更に、前記防熱装置と前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面との間に設けた絶縁装置を包含している請求項 12 記載のロータ組立体用シュラウド。 40

【請求項 14】

更に、前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面から外へ延びる複数のボスを包含し、これらのボスが前記防熱装置を前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面から分離し、かつ前記絶縁装置が前記防熱装置と前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面との間に設けられている請求項 13 記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 15】

前記第 1 及び第 2 の熱区域の一方が他方より異なる速度で膨張及び収縮する請求項 14 記載のロータ組立体用シュラウド。 50

【請求項 16】

前記第2の熱区域が膨張及び収縮するよりも速い速度で前記第1の熱区域が膨張及び収縮し、第1の温度での定常状態の寸法から第2の温度での定常状態の寸法に前記制御リングが変化するのに必要な時間において、前記第2の熱区域が定常状態の寸法に達する前に前記第1の熱区域が定常状態の寸法に達するようにした請求項15記載のロータ組立体用シュラウド。

【請求項 17】

ケース内に設けられているガスタービンロータ組立体用シュラウドにおいて、内側半径方向表面、前方表面、後方表面及び前記内側半径方向表面から外へ延びる第1の取付け装置を有する本体を包含し、この本体が第1の熱区域及び第2の熱区域を包含している制御リングと、

この制御リングが取付けられ、前記制御リングを弾性的に懸架する装置と、
第2の取付け装置を有するブレード外側空気シールと、
を包含し、

前記第1及び第2の取付け装置が協同して前記ブレード外側空気シールを前記制御リングに取付け、また、前記制御リングを弾性的に懸架する前記装置が、内側半径方向表面を有して前記ケースに固定されたフープと、このフープの内側半径方向表面及び前記制御リングに取付けられたばね装置とを包含していることを特徴とするガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 18】

前記ばね装置が複数の片持ちばりを包含し、各片持ちばりが長さ及び厚さを有すると共に前記フープと実質的に平行にして長さ方向に延び、かつ前記制御リングが前記片持ちばりに締結されている請求項17記載のガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 19】

前記片持ちばりの各々が半径方向ばね定数、軸方向ばね定数及び周方向ばね定数を有し、前記半径方向ばね定数が前記軸方向ばね定数よりも小さいと共に、前記軸方向ばねが前記周方向ばね定数よりも小さい請求項18記載のガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 20】

前記制御リングが、更に、前記第1の熱区域と前記第2の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する装置を包含している請求項19記載のガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 21】

前記第1の熱区域と前記第2の熱区域との間の熱エネルギーの伝達を防止する前記装置が前記制御リングの前記前方表面と前記後方表面との間に延びる複数の穴を包含し、これらの穴が前記第1の熱区域と前記第2の熱区域との間に位置している請求項20記載のガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 22】

更に、前記制御リングの前記前方表面及び前記後方表面に沿って、前記第2の熱区域に隣接して設けた防熱装置を包含し、これらの防熱装置が前記第2の熱区域への又は前記第2の熱区域からの熱エネルギーの伝達を防止している請求項21記載のガスタービンロータ組立体用シュラウド。

【請求項 23】

ブレード外側空気シールをケースに弾性的に懸架する装置において、
前記ブレード外側空気シールを取付ける装置を有する制御リングと、
内側半径方向表面を有して前記ケースに固定されたフープと、
このフープの内側半径方向表面及び前記制御リングに取付けられた複数の片持ちばりと、
を包含し、各片持ちばりが長さ及び厚さを有すると共に前記フープと実質的に平行にして長さ方向に延び、かつ前記制御リングが前記片持ちばりに締結されていることを特徴とす

20

30

40

50

る、ブレード外側空気シールをケースに弾性的に懸架する装置。

【請求項 24】

前記片持ちばりの各々が半径方向ばね定数、軸方向ばね定数及び周方向ばね定数を有し、前記半径方向ばね定数が前記軸方向ばね定数よりも小さいと共に、前記軸方向ばねが前記周方向ばね定数よりも小さい請求項 23 記載のブレード外側空気シールをケースに弾性的に懸架する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】

本発明は、一般にはタービンエンジンロータ組立体に関し、より詳細には、ブレード外側 10 チップシール装置に関する。

【0002】

【発明の背景】

典型的なガスタービンエンジンは、共通の長手方向軸線に沿って設けられた送風機、燃焼器及びタービンを包含する。送風機部及び圧縮器部はエンジンに吸入する空気に仕事を与え、該空気の圧力及び温度を増大させる。そして、燃料が燃焼器でこの仕事を与えられた空気に加えられて燃焼させられる。燃焼の結果として、中心ガス流れの温度は増大する。この温度増大の大きさは幾つかの函数に依存し、そのひとつとして燃焼器に加えられる燃料の量がある。中心ガス流れと呼ばれている燃焼生成物及び未燃空気は、それからエンジンを駆動し、エンジンスラストを発生せしめる。 20

【0003】

多くの場合において、タービンは幾つかの段落を包含し、各段落はロータ組立体と少なくともひとつの静翼装置とを有する。中心ガス流れがロータ組立体を回転させ、これによりロータ組立体がエンジンの特定場所で仕事をすることができる。静翼装置は、前方のロータ組立体と後方のロータ組立体との間に設けられて、ロータ組立体に入る又はロータ組立体を出る中心ガス流れを案内する。

【0004】

航空機の所定高度の定常状態の下では、エンジンの出力設定は燃焼器に注入される燃料の特定流量と相互に関係がある。燃焼する燃料の量に対して発生するスラストのレベルは当該出力設定におけるエンジンの“スラスト燃料消費率”と呼ばれている。他方、過渡時、エンジンが第1の定常状態出力設定から第2の定常状態出力設定に加速されたときには、追加の燃料がスラストの同一レベルを維持するために要求される。したがって、エンジンのスラスト燃料消費率及びエンジンの効率が減少する。 30

【0005】

エンジン効率の減少の主たる原因是、エンジン内の異なる熱膨張、例えば複数のタービンロータ組立体のブレードチップとこれらのタービンロータ組立体を囲繞するシュラウドとの間の異なる熱膨張にある。ロータ組立体のブレードチップとシュラウドとの間を通過することが許される中心ガス流れは、ロータ組立体を回転させず、それ故タービン内でロータ組立体が行う仕事を増大させるものではない。この好ましくない過剰な隙間は、急速な加速中に多く生ずるものである。他方、過度の減速では、シュラウドがロータブレードよりも一層速く収縮することを生じさせ、ロータブレードとシュラウドとの間に干渉を生じさせる可能性がある。したがって、性能のためにブレードチップとシュラウドとの間の隙間を最小にすることと、ロータ組立体及びシュラウドの熱膨張及び収縮に適応するよう十分に隙間を維持することとは、相反する関係にあるものである。 40

【0006】

ガスタービンエンジンにより駆動される曲芸用航空機は、エンジンの出力設定の変化に迅速に応答できるエンジンを要求する。最大許容変化を決定する方法は異なるけれども、出力設定の変化は、典型的にエンジンの燃料流量を変えることにより行われる。ある制御方法においては、タービンエンジンにより発生させられる出力はエンジンのタービン内の中心ガス流れ温度によって制限される。この中心ガス流れ温度は、タービン構成機器がその 50

有効寿命を許容レベル以下に減ずるような温度にさらされるのを除去するための制限函数として用いられる。燃料流量及びそれ故発生するスラストは、タービン温度制御方法の下では、最大タービン温度に達するまで増大することができる。

【0007】

しかし、このような解決法の欠点は、最大使用可能スラストを過渡段階中使用できないことである。例えば、過度の加速中、最大許容タービン温度に達するまで燃料流量は急激に増大する。しかしながら、最大許容温度に達するまでの時間の長さは、ロータ組立体の熱膨張がシュラウドの熱膨張に追いつくまでの時間の長さよりも短かいものである。その結果として、シュラウドとロータブレードチップの間の隙間は増大する。そして、これにより生じる効率の低下は、エンジンが定常状態（この時間で最大使用可能スラストが生じる）に達するまで、使用スラストを減少させる。最大出力を命令した時間と最大出力が使用可能となる時間との間の時間長さは、性能の遅れを表す。当業者であれば、最大出力が使用可能となることが遅れることは、曲芸用航空機にとって非常に不利なことであることを認識されよう。

10

【0008】

このような好ましくない遅れを除去するために、他の制御方法は空気入口とタービン排気口とにわたる圧力差を利用して、出力設定の最大許容変化を制限するようにしている。すなわち、燃焼器の燃料流量を増大すると、タービン排気口の圧力及びそれ故圧力差もまたほぼ直ぐに増大する。その結果として、最大使用可能スラストはほぼ直ぐに使用可能となる。しかし、この解決法の欠点は、過渡時最大出力に関連する所望圧力差がタービンの中心ガス流れ温度をタービン構成機器の所望有効寿命に関連する最大使用温度以上に増大させることである。実際の温度が最大使用可能温度を越える範囲及びこのような状態にさらされる時間は、タービンが過渡状態から定常状態に変わる速度に依存する。したがって、タービン構成機器の性能及び寿命はともにタービンロータ組立体及びシュラウドの熱膨張特性に依存する。

20

【0009】

【発明の開示】

本発明は、以上述べた事情に鑑みなされたものである。したがって、本発明は、ロータ組立体のブレードチップとロータ組立体のシュラウドとの間のシールを改良するロータブレード外側チップシール装置を提供することにある。

30

【0010】

本発明の他の目的は、ロータ組立体の熱膨張に適応するロータブレード外側チップシール装置を提供することにある。

【0011】

本発明の更に他の目的は、タービンエンジンの効率を増大するロータブレード外側チップシール装置を提供することにある。

【0012】

本発明の更に他の目的は、ロータ組立体の耐久性を増大するロータブレード外側チップシール装置を提供することにある。

【0013】

以上述べた目的を達成するために、本発明によれば、ケース内に設けられたロータ組立体用シュラウドが提供される。このシュラウドは、サスペンション装置と、制御リングと、ブレード外側空気シールとを包含する。サスペンション装置は、制御リングとケースとの間に設けられている。制御リングは、本体と、第1の取付け装置とを包含する。ブレード外側空気シールは、第2の取付け装置を包含する。そして、第1及び第2の取付け装置が協同して、ブレード外側空気シールを制御リングに固定する。

40

【0014】

本発明の一態様によれば、制御リングの本体は第1の熱区域と第2の熱区域とを包含する。

【0015】

50

本発明の他の態様によれば、サスペンション装置はフープとばね装置とを包含し、該ばね装置は複数の片持ちはりを有し、各片持ちはりは長さと、幅と、厚さとを有する。そして、片持ちはりはフープと実質的に平行にして長さ方向に延びると共に、制御リングは片持ちはりに締結されている。

【0016】

以上述べた本発明のひとつの利益は、ロータ組立体のブレードチップとロータ組立体のケーシングとの間のシールが改良されることである。すなわち、本発明によるシュラウドの熱応答はロータ組立体の熱応答と適合する。その結果として、熱応答の差は最小又はなくされ、一層均一な隙間が与えられる。

【0017】

本発明の他の利益は、エンジンの効率が増大されることである。すなわち、本発明によってブレードチップとシュラウドとの間の隙間に与えられる均一性は、より小さな隙間を形成することを可能にすることにより、エンジンの効率を増大せしめる。また、本発明は、特定の隙間を一定に維持することによっても、エンジンの効率を増大せしめる。すなわち、シュラウドの熱応答はロータ組立体の熱応答と適合するので、それらの間の隙間の変化を最小又はなくすことができる。

10

【0018】

本発明の更に他の利益は、ロータ組立体の耐久性が改良されることである。すなわち、本発明によれば、前述した如く、シュラウドとロータ組立体との間に一層均一な隙間を与え、したがってそれらの接触を除去する。シュラウドとロータブレードとの接触は、早期の摩耗及び破壊を生じさせるものである。また、タービン構成機器が好ましくない温度にさらされることが最小とされることから、圧力差方法により制御されるエンジンの耐久性も改良される。

20

【0019】

本発明の更に他の利益は、タービン温度制御方法の下で制御されるエンジンの性能が改良されることである。すなわち、ロータ組立体の熱応答とシュラウドの熱応答とが適合することから、それらの間の隙間の変化を最小にする。したがって、中心ガス流れが許容可能な最大温度に達する時間と、ロータ組立体及びシュラウドの熱応答が均一に生じさせられる時間との間の時間長さは最小とされ、当該時間長さに関連する効率の低下も最小とされる。

30

【0020】

本発明の以上述べた目的、特徴及び利益は添付図面を参照して詳述する下記の最良の実施の形態についての説明から一層明らかになるであろう。

【0021】

【発明を実施するための最良の形態】

I . 装置の説明

図1を参照するに、共通の長手方向軸線14に沿って設けられている送風機(図示せず)、圧縮機(図示せず)、燃焼器10及びタービン12を有するガスタービンエンジンは、タービン12をシールするシュラウド16を包含する。タービン12は、前方静翼装置20と後方静翼装置22との間に設けられているロータ組立体18を包含する。各静翼装置20, 22は、内側ベーン支持体26の外周まわりに設けられた複数のベーン24を包含する。各静翼装置20, 22のベーン24は、内側ベーン支持体26と外側ベーン支持体28, 30との間に延びている。外側ベーン支持体28, 30はディフューザケース32に取付けられている。説明を明確にするために、以下、前方静翼装置20の外側ベーン支持体28を前方外側ベーン支持体と呼び、また後方静翼装置22の外側ベーン支持体30を後方外側ベーン支持体と呼ぶ。前方外側ベーン支持体28は、図2に示されるように、複数の第1のベント穴31と、複数の第2のベント穴33と、第1のレッグ35と、第2のレッグ37とを包含する。各第1のベント穴31の断面積は、各第2のベント穴33の断面積よりもかなり小さい。第1のレッグ35と第2のレッグ37とは、ディフューザケース32内にアニュラス39を形成する。

40

50

【0022】

ロータ組立体 18 はディスク 36 の外周まわりに設けられた複数のブレード 34 を包含し、各ブレード 34 は根元 38 とエアフォイル 40 とを包含する。ディスク 36 は、ハブ 42 と、リム 44 と、これらの間に延びるウエブ 46 とを包含する。根元 38 はディスク 40 のリム 44 で支えられ、またエアフォイル 40 は半径方向外側に延びている。各エアフォイル 40 の外側半径方向表面 48 は、ブレードチップと呼ばれる。

【0023】

図 2 及び図 3 を参照するに、シュラウド 16 はアニュラス 49 内に、ディフューザケース 32 とブレードチップ 48 との間を半径方向にかつ前方外側ベーン支持体 28 と後方外側ベーン支持体 30 との間を軸方向に延びるようにして設けられている。シュラウド 16 を前方外側ベーン支持体 28 と後方外側ベーン支持体 30 との間に設けることにより、両静翼装置 20, 22 からシュラウド 16 への荷重が最小又は除去される。シュラウド 16 は、サスペンション装置 50 と、制御リング 52 と、ブレード外側空気シール 54 とを包含する。サスペンション装置 50 は、外側半径方向表面 58 及び内側半径方向表面 60 を有するフープ 56 と、内側半径方向表面 60 に取付けたばね装置 62 とを包含する。サスペンション装置 50 は、外側半径方向表面 58 がディフューザケース 32 内に圧入されることによって、ディフューザケース 32 に固定されている。ばね装置 62 は複数の片持ちはり 64 を包含し、各片持ちはり 64 は長さ 66 (図 3 を参照) と、幅 68 (図 2 を参照) と、厚さ 70 (図 2 及び図 3 を参照) とを有する。これらの片持ちはり 64 は、フープ 56 の周囲に 45° ごとに、同一方向に内側半径方向表面 60 から外側に延びている。各片持ちはり 64 は、内側半径方向表面 60 に隣接して長さ方向に延び、かつフープ 56 から半径方向内向きに距離 72 (図 3 を参照) だけ離れている。片持ちはり 64 は、半径方向ばね定数 (K_R)、軸方向ばね定数 (K_A) 及び周方向ばね定数 (K_C) を有するものとして説明される。これら 3 つのばね定数の大きさは、種々の異なる適用に適するように変えられる。最良の形態では、半径方向ばね定数は軸方向ばね定数よりも小さく、また軸方向ばね定数は周方向ばね定数よりも小さい。

【0024】

再び図 2 及び図 3 を参照するに、制御リング 52 は、外側半径方向表面 76 と、内側半径方向表面 78 と、前方表面 80 と、後方表面 82 と、ブレード外側空気シール 54 (図 2 を参照) を取付けるための第 1 の取付け装置 84 と、前方表面 80 及び後方表面 82 から外方に延びる複数のボス 86 を有する本体を包含する。端ぐり穴 88 (図 2 を参照) が、サスペンション装置 50 の片持ちはり 64 と一致するように間隔を置いて、制御リング 52 の外周まわりに設けられている。また、他の端ぐり穴 90 が内側半径方向表面 78 に設けられ、前述した端ぐり穴 88 がこの端ぐり穴 90 と外側半径方向表面 76 との間に延びている。そして、ナット及びボルト装置 73 が端ぐり穴 88 に取付けられて、制御リング 52 をサスペンション装置 50 の片持ちはり 64 に取付けている。第 1 の取付け装置 84 は、内側半径方向表面 78 から外方に延びる複数の前方フランジ 92 及び後方フランジ 94 を包含する。これらのフランジ 92, 94 は、内側半径方向表面 78 を有する “U” 形のサイドウェイを形成する形状に作られ、後述するようにブレード外側空気シール 54 を受け入れるための開口スロット 96 を有する。

【0025】

制御リング 52 は、更に、第 1 の熱区域 98 と、第 2 の熱区域 100 を包含する。これらの熱区域 98, 100 は異なる速度で膨張及び収縮するように互いに異なっている。換言すれば、制御リング 52 が第 1 の温度での定常状態の寸法から第 2 の温度での定常状態の寸法に変化するのに必要な時間において、第 2 の熱区域 100 が定常状態の寸法に達する前に、第 1 の熱区域 98 が定常状態の寸法に達するようになる。本発明においては、幾つかの特徴が 2 つの熱区域 98, 100 に熱応答の差を生じさせるのを助長する。すなわち、これらの特徴とは、1) 両熱区域が異なる幾何学的形状とされていること、2) 一方の熱区域が他方の熱区域よりも一層絶縁されていること、3) 両熱区域間の熱エネルギーの流れを防止する装置が設けられていることである。

10

20

30

40

50

【0026】

上記第1の特徴は、第1の熱区域98を第2の熱区域100よりもかなり薄くして相当軽く作ることによって達成される。その結果として、熱エネルギーが第2の熱区域100に浸透する時間よりも短い時間で、熱エネルギーが第1の熱区域98を浸透する。

【0027】

図2を参照するに、上記第2の特徴は、制御リング52の前方及び後方にそれぞれ前方防熱装置102及び後方防熱装置104を設けることによって達成される。これらの防熱装置102, 104は、制御リング52の前方表面80及び後方表面82の両方に沿って制御リング52により支えられる複数のタブ(図示せず)によって制御リング52に固定される。また、制御リング52から外方に延びる複数のボス86が、制御リング52の両側で各側と各防熱装置102, 104との間に隙間106を維持する。そして、空気又は他の絶縁物質が隙間106を充填する。
10

【0028】

上記第3の特徴は、2つの熱区域98, 100間の熱エネルギーの流れを防止する装置108を設けることによって達成される。2つの熱区域98, 100間の熱エネルギーの流れを防止する、この装置108は、制御リング52の前方表面80と後方表面82との間に延びて第1の熱区域98と第2の熱区域100とを分離する複数の穴110を包含する。また、これらの穴110間のテンドン112は2つの熱区域98, 100間を接続する。そして、これらの穴110は空気又は他の絶縁物質を収容する。

【0029】

2つの熱区域98, 100の熱応答差は、また、第1の熱区域98の第1の材料及び第2の熱区域100の第2の材料として異なる熱特性を有する材料を用いることによって、生じさせることができる。
20

【0030】

ブレード外側空気シール54は、本体と、第2の取付け装置103とを包含する。そして、この第2の取付け装置103は、前述した第1の取付け装置84の前方フランジ92及び後方フランジ94と協同してブレード外側空気シール54を固定する複数のフランジ105を包含する。

【0031】**I I . 装置の作用**

エンジンの作動中、送風機(図示せず)又は圧縮機(図示せず)から抽出された空気はディフューザケース32を通過してシュラウド16に入り、シュラウド16をエンジンを通過する中心ガス流れの温度よりも低い温度に維持する。この抽出空気は、比較的冷たいものである。しかしながら、この抽出空気は送風機のみによって又は送風機と圧縮機との両方によって仕事が与えられており、それ故エンジンに入る空気よりも高い圧力及び温度とされている。この抽出空気の圧力及び温度はエンジン速度の函数である。すなわち、エンジン速度の増大は送風機及び圧縮機で空気に与えられる仕事の量を増大せしめ、それ故抽出空気の温度及び圧力を増大せしめる。反対に、エンジン速度の減少は抽出空気の仕事量を減少せしめ、それ故抽出空気の温度及び圧力を減少せしめる。したがって、抽出空気がシュラウド16の要素をどの程度加熱又は冷却するかは、エンジンの出力設定変化の指示及び出力設定の変化の大きさに依存する。
30

【0032】

図2を参照するに、加速の瞬間、送風機及び/又は圧縮機の部分によって仕事を与えられて温度及び圧力が増大した空気が抽出され、その後ディフューザケース32を通過する。それから、この抽出空気は、シュラウド16を収容するアニュラス49に入る前に、前方外側ベーン支持体28に設けられている複数の第1のベント穴31を通過する。この第1のベント穴31の断面積は、第1のベント穴31を横切ってかなりの圧力差を生じさせるほどに十分に小さい。そして、この圧力差によって、抽出空気は前方外側ベーン支持体28により形成されているアニュラス39内に比較的高速で推進させられる。ここから、抽出空気は複数の第2のベント33を通過し、シュラウド16を収容しているアニュラス4
40

9に入る。この第2のベント穴33の断面積は、第2のベント穴33を横切って小さい圧力差を生じさせ又は圧力差を生じさせないほどに十分に大きい。したがって、第1及び第2のベント穴31, 33は、前方外側ベーン支持体28により形成されているアニュラス39と協同して、ディフューザとして働き、1) ディフューザケース32内の抽出空気とシュラウド16を囲繞しているアニュラス49内の抽出空気との間に圧力差を与え、また2) シュラウド16を囲繞しているアニュラス49に入る抽出空気の速度を減少させる。そして、抽出空気の速度を減少することにより、空気とシュラウド16の要素との間の対流熱伝達を減少させる。

【0033】

空気は、シュラウド16を囲繞しているアニュラス49内に入った後、前方防熱装置102及び後方防熱装置104によってサスペンション装置50及び制御リング52の第2の熱区域100の両方から離れるように偏向させられる。防熱装置102, 104は、空気と制御リング52との間の対流熱伝達を防止する。また、防熱装置102, 104は制御リング52の前方表面80及び後方表面82に沿って隙間106を維持し、この隙間106に入れられている絶縁物質を保護する。

【0034】

第1の熱区域98に隣接するアニュラス49に直接入る空気、又は第1の熱区域98に向って第2の熱区域100から離れるように偏向されたアニュラス49内の空気は、制御リング52の第1の熱区域98に自由に接近する。その結果として、第1の熱区域98は熱エネルギーを比較的速い速度で主に対流により伝達する。防熱装置102, 104により空気から絶縁された第2の熱区域100、これら防熱装置102, 104間の絶縁媒体、及び2つの熱区域間の熱伝達防止装置108は、対照的に、抽出空気から保護されて、比較的低い熱伝達率を有する。実際、熱エネルギーは、主として対流により、防熱装置102, 104及びボス86又は絶縁媒体を通して、又は熱区域102, 104間に延びる穴110間のテンドン112を通して、第2の熱区域100に伝達される。テンドン112は熱エネルギーの伝導のために2つの熱区域102, 104間に最小の通路を与え、これら2つの熱区域102, 104間の穴110内の空気又は他の絶縁物質は熱エネルギーの伝導を防止する。

【0035】

図5は、制御リングの第1の熱区域と第2の熱区域との間の熱応答の相違を示す。始動からアイドルまで、又はアイドルから最大出力まで、第1の熱区域98は抽出ガスにより決定される定常状態温度に達する。そして、幾らかの時間経過後に、第2の熱区域100もまた定常状態温度に達する。各熱区域が定常状態温度に達するまでの時間をどの程度にするかは、それ故特定の温度での寸法は、実際の適用のための設計規準となる。最終的には、シュラウド16の熱応答をロータ組立体18の熱応答と適合するようにすることであり、これによりシュラウド16とロータ組立体18との干渉が除去され、ブレードチップ48とブレード外側空気シール54との間の隙間は前述した方法の使用により最小に維持される。したがって、ロータ組立体18のための温度/時間又は半径方向寸法/時間のグラフは、図5に示されるものと同じとなる。

【0036】

減速の場合において、その作用は、抽出空気がシュラウド16よりも初めからより冷たく、それ故熱吸収装置として働いて熱をシュラウド16から取り除くこと以外は、前述した加速の場合と同じである。すなわち、加速の場合に前述した方法と同じ方法により、制御リング52の熱区域98, 100はシュラウド16の収縮(膨張に対立するものとして)を遅くするように作用し、干渉状態を防止する。そして、幾らかの時間経過後に、シュラウド16から抽出空気への熱伝達の速度の変化はほぼ零となり、シュラウド16は定常状態温度となる。

【0037】

ブレードの隙間制御は重要な事柄であるけれども、シュラウド16の熱応答をロータ組立体18の熱応答に適合させること自体によっては、ブレードチップ48とブレード外側空

10

20

30

40

50

気工ア54との間の適当な隙間が常に維持されることを保証するものではない。それどころか、シュラウド16の熱特性をロータ組立体18の熱特性に適合させることは、加熱及び冷却サイクルがシュラウド16の外周まわりで均一になるようにさせる。しかしながら、実際上、シュラウド16及びディフューザケース32の加熱及び冷却は不均一であり、それ故ロータ組立体18と同心性を欠くことが普通である。また、航空機に搭載されるガスタービンエンジンは典型的に操縦中重力にさらされる。これは、特に曲芸用航空機の場合に顕著である。重力及び静翼装置の荷重は、ディフューザケース32及び／又はその中に取付けたブレード隙間制御装置を一時的に互いに關して円周の外に又は中心の外に付勢するものである。

【0038】

10

本発明は、これらの問題を、1)外側ベーン支持体28,30から独立して、シュラウド16を前方外側ベーン支持体28と後方外側ベーン支持体30との間のアニュラス49内に取付けることにより、及び2)ばね装置62を有するサスペンション装置50を設けることにより、解決する。前述したように、外側ベーン支持体28,30から独立して、シュラウド16を前方外側ベーン支持体28と後方外側ベーン支持体30との間のアニュラス49内に取付けることにより、これらベーン支持体28,30の荷重を本発明のシュラウド16よりもむしろディフューザケース32に直接伝達することができる。その結果として、シュラウド16はロータ組立体18の均一及び不均一なたわみの両方に及び／又は荷重に一層有効に応答する。

【0039】

20

サスペンション装置50のばね装置62は、制御リング52及びブレード外側空気シール54を半径方向、軸方向及び周方向に懸架することにより、均一及び不均一な荷重の両方に適応する。すなわち、制御リング52の半径方向の膨張又は収縮は、片持ちはり64の厚さ方向のたわみにより適応される。もし制御リング52の半径方向の膨張又は収縮が不均一であり、又はもしディフューザケース32が円周の外に変形させられた場合には、サスペンション装置50の外周まわりに設けられている片持ちはり64がブレードチップ48とブレード外側空気シール54との間の隙間の偏心作用を最小又は除去するのに適當な位置にたわむ。図4は、均一及び不均一な荷重を許容するばね装置62の半径方向ばね成分(K_R)の周方向分配を示す。

【0040】

30

ディフューザケース32のゆがみによって、又は重力によってシュラウド16に与えられた軸方向の力は片持ちはり64の幅方向のたわみにより適応される。また、片持ちはり64の幅方向のたわみはブレード外側空気シール54を適所に維持する偏倚力を与える。後方外側ベーン支持体シール装置116とブレード外側空気シール54との間の締まりばめは、前方の軸方向力を制御リング52に加え、制御リング52は片持ちはり64によって耐えられる。図4は、また、均一又は不均一な荷重を許容するばね装置62の軸方向ばね成分(K_A :図4の紙面に対して垂直方向に示される)の周方向分配を示す。

【0041】

制御リング52に作用する周方向力は、片持ちはり64の長さ方向たわみにより適応される。サスペンション装置50の両側に設けられている片持ちはり64は、周方向力がシュラウド16に加えられたときに制御リング52がロータ組立体18と同心のままであることを保証する。航空機の操縦中、シュラウド16はパイロットによりなされた操縦に応答する特定の方向の重力荷重を受ける。サスペンション装置50の外周まわりの片持ちはり64の均一な分配は、図4に図式的にみることができるように、少なくともふたつの片持ちはり64が、重力の方向と無関係に、制御リング52を一方では圧縮の状態でまた他方では伸張の状態で支持する。

【0042】

以上本発明をその実施例について図示し詳述してきたけれども、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、その形態及び詳部においてさまざまな変更ができるることは当業者にとって理解されよう。例えば、シュラウド16のサスペンション装置50は、前述した最

40

50

良の形態において、8つの片持ちはり64を有するものとされている。しかしながら、これに代えて、8つ以上又はそれ以下の片持ちはり64とすることができます。また、他の例として、ばね装置62は、前述した最良の形態において、サスペンション装置50に取付けられている。しかしながら、これに代えて、制御リング52に取付けられたばね装置62、又は制御リング52とディフューザケース32との間に独立して設けられたばね装置62を有することも利益のあることである。更に他の例として、2つの熱区域98, 100間の熱エネルギーの流れを防止する装置108は、前述した最良の形態において、制御リング52の前方表面80と後方表面82との間に延びる複数の穴110とされている。しかしながら、これに代えて、上記装置は2つの熱区域間に固定された絶縁材料とすることができます。更に他の例として、前方外側ペーン支持体28は、前述した最良の形態において、穴31, 33を包含し、シュラウド16を囲繞するアニュラス49に入る抽出空気のためのディフューザとして働くことができるアニュラス39を形成している。しかしながら、これに代えて、前方外側ペーン支持体から独立するディフューザを有することも利益あることである。

【0043】

最後に、前述した本発明の最良の形態はガスタービンエンジン部のロータ組立体18を囲繞するシュラウド16を例にして詳述されている。しかしながら、これに代えて、シュラウド16は、また、ガスタービンエンジンの圧縮機部に設けられているロータ組立体、又はロータ組立体とシュラウドとの間のシールの臨界場所の高温の流体流れにさらされる他のロータ組立体の外周まわりに設けられているシュラウドであってもよいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な実施例を示す、ガスタービンエンジンのタービン部の断面図である。

【図2】図1のII部を拡大して、シュラウドを詳細に示す図である。

【図3】上記シュラウドの一部分の斜視図である。

【図4】上記シュラウドのサスペンション装置を図式的に示す図である。

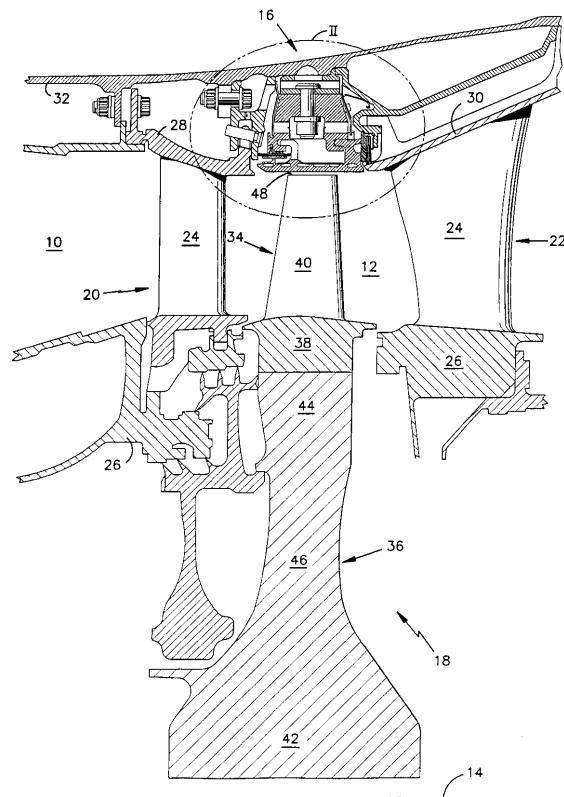
【図5】上記シュラウドの制御リングの第1の熱区域及び第2の熱区域における熱応答対時間の差を示すグラフである。

【符号の説明】

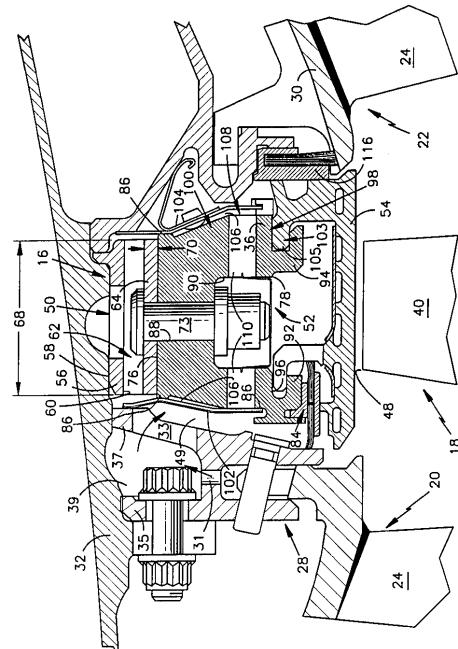
10	燃焼器	30
12	タービン	
14	長手方向軸線	
16	シュラウド	
18	ロータ組立体	
20	前方静翼装置	
22	後方静翼装置	
24	ペーン	
26	内側ペーン支持体	
28	前方外側ペーン支持体	
30	後方外側ペーン支持体	40
31	第1のベント穴	
32	ディフューザケース	
33	第2のベント穴	
34	ブレード	
35	第1のレッグ	
36	ディスク	
37	第1のレッグ	
38	根元	
40	エアフォイル	
42	ハブ	50

4 4	リム	
4 6	ウェブ	
4 8	外側半径方向表面又はブレードチップ	
5 0	サスペンション装置	
5 2	制御リング	
5 4	ブレード外側空気シール	
5 6	フープ	
5 8	外側半径方向表面	
6 0	内側半径方向表面	
6 2	ばね装置	10
6 4	片持ちばり	
6 6	長さ	
6 8	幅	
7 0	厚さ	
7 2	離れ距離	
7 6	外側半径方向表面	
7 8	内側半径方向表面	
8 0	前方表面	
8 2	後方表面	
8 4	第1の取付け装置	20
8 6	ボス	
8 8	端ぐり穴	
9 0	端ぐり穴	
9 2	前方フランジ	
9 4	後方フランジ	
9 6	開口スロット	
9 8	第1の熱区域	
1 0 0	第2の熱区域	
1 0 2	前方防熱装置	
1 0 3	第2の取付け装置	30
1 0 4	後方防熱装置	
1 0 5	フランジ	
1 0 6	隙間	
1 0 8	熱エネルギーの流れを防止する装置	
1 1 0	穴	
1 1 2	テンドン	
1 1 6	後方外側ベーン支持体シール装置	

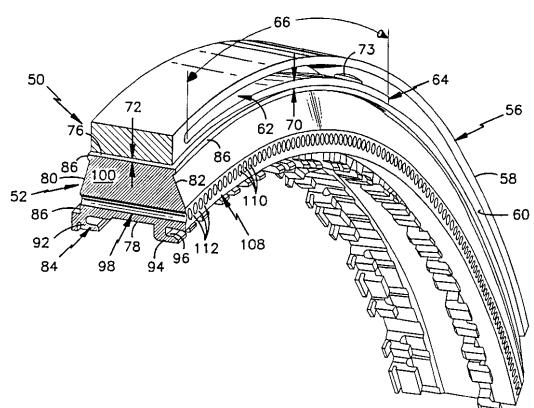
【 図 1 】



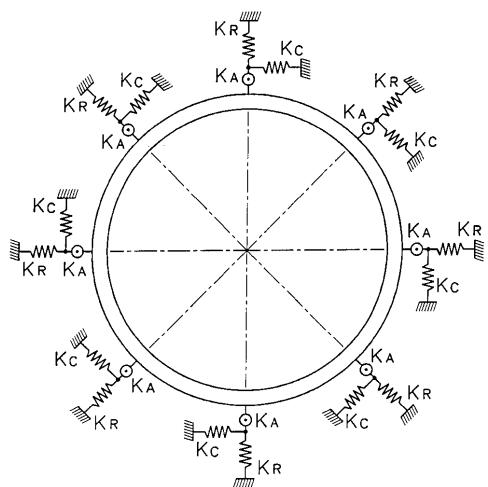
【 図 2 】



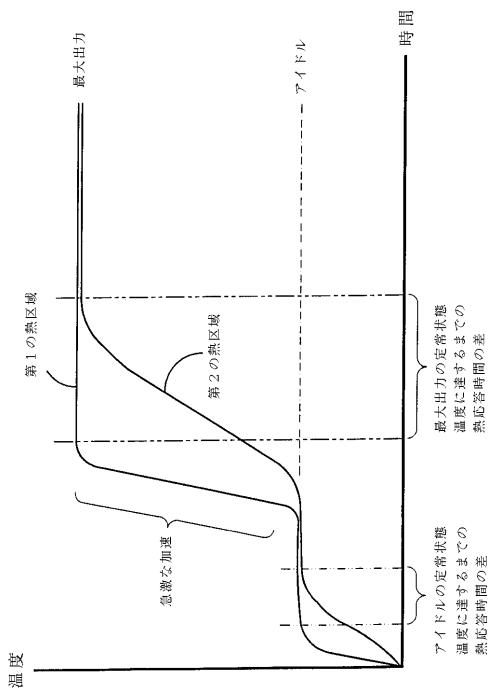
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・ディー・ウイーデマー

アメリカ合衆国フロリダ州33414 ウエリントン市ノッティウッド レーン 374

(72)発明者 ポール・エー・スミス・ジュニア

アメリカ合衆国フロリダ州33410 パームビーチガーデンズ市ジョンキル サークル サウス 9774

審査官 中川 隆司

(56)参考文献 特開昭61-190101(JP,A)

特開平05-141271(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/08