

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4737879号
(P4737879)

(45) 発行日 平成23年8月3日(2011.8.3)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int.Cl.

F I

FO1D 25/24 (2006.01)

FO1D 11/08 (2006.01)

FO1D 25/24 K

FO1D 25/24 D

FO1D 25/24 T

FO1D 11/08

請求項の数 5 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-225352 (P2001-225352)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成13年7月26日 (2001.7.26)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2002-89206 (P2002-89206A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成14年3月27日 (2002.3.27)		MPANY
審査請求日	平成20年7月24日 (2008.7.24)		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	09/627050		クタデイ、リバーロード、1番
(32) 優先日	平成12年7月27日 (2000.7.27)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
		(72) 発明者	グレゴリー・アラン・ホワイト
			アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナテ
			ィ、マークブレイト・アベニュー、284
			6番
		(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、キャマーゴ・パインズ、12番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シュラウド冷却セグメント及び組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンエンジンのタービン冷却サブ組立体（500）であって、

（a）各々が、

（1）円周状の前縁（446）と、

（2）前記前縁（446）から離れた円周状の後縁（448）と、

（3）前記後縁及び前記前縁（448、446）に接続され、背面（451）及び、タービン部品（422）の前記前縁（446）から前記後縁（448）の方向に移動するタービンエンジンの主高温ガス流（420）と接触する弧状の内面（453）を有する弧状のベース（444）と、

（4）前記前縁及び前記後縁（446、448）に接続され、各々が、前部（483）、中央部（485）及び後部（487）を有する、間隔を置いて対向配置された一对のサイドパネル（450）と、

（5）前記背面（451）から前記ベース（444）を貫通して延び、前記前縁（446）、前記サイドパネル（450）、及び前記ベース（444）の内面（453）のうちの少なくとも1つから出ている出口（488、489）を有する、複数の冷却空気通路（480）と、

を備え、

（6）各々のサイドパネル（450）の前記前部又は前記中央部（483、485）から出る出口（488、489）を有する前記複数の冷却空気通路（480）の全ては、前記

冷却空気通路からの冷却空気が主高温ガス流（４２０）と向かい合う方向に出るように、斜めにされており、

（７）前記複数の冷却空気通路（４８０）の少なくとも１つが、各々のサイドパネル（４５０）の前記中央部（４８５）から出る出口（４８８、４８９）を有する、一对の隣接するタービン冷却部品を含み、

（ｂ）対になっているシュラウドセグメント（４５０）の対向して隣接するサイドパネル（４５０）が、それらの間に隙間（５０２）を有し、隣接するサイドパネル（４５０）の各々から出ている冷却空気通路（４８０）の出口（４８８、４８９）は、隣接するパネル（４５０）の一方から出ている各々の冷却空気通路（４８０）の出口（４８８、４８９）が、隣接するパネル（４５０）の他方から出ている冷却空気通路（４８０）の出口（４８

10

８、４８９）と直接向かい合わないように、間隔を置いて配置され、
（ｃ）対になっているシュラウドセグメント（４２２）の対向して隣接するサイドパネル（４５０）の各々には、該サイドパネル（４５０）の前記前部（４８３）から前記後部（４８７）に延びるように底部スプラインシールスロット（４９２）が形成され、前記底部スプラインシールスロット（４９２）は、該サイドパネル（４５０）の少なくとも中央部（４８５）において、少なくとも前記サイドパネル（４５０）の中央部（４８５）から出ている前記冷却空気通路（４８０）の出口（４８８、４８９）の上方で該出口を横切るハンプ状部分（４９８）を有し、前記底部スプラインシールスロット（４９２）は、隣接するサイドパネル（４５０）の各々の底部にあり、

20

（ｄ）対向して隣接する前記サイドパネル（４５０）の間の前記隙間（５０２）に少なくとも１つのスプラインシール（５０４）が配置され、該スプラインシール（５０４）は、間隔をもって位置する一对の縁部（５０８）を備え、各々の縁部（５０８）が隣接するサイドパネル（４５０）の一方の前記スロット（４９２）に受け入れられることが可能な長さ及び厚さを有し、

各々の隣接するサイドパネル（４５０）が更に、前記底部スプラインシールスロット（４９２）から離れた上方に位置し、各々の隣接するサイドパネル（４５０）の前記前部（４８３）のほぼ始端から前記後部（４８７）のほぼ終端まで全体的に延びている上部スプラインシールスロット（４９４）を有し、前記少なくとも１つのスプラインシールは、間隔をもって位置する一对の縁部（５１０）を備え、各々の縁部（５１０）が前記隣接するサイドパネル（４５０）の一方の前記上部スプラインシールスロット（４９４）に受け入れ

30

られることが可能な長さ及び厚さである上部スプラインシール（５０６）を含む
ことを特徴とするタービンサブ組立体。

【請求項２】

前記複数の冷却空気通路（４８０）の少なくとも２つが、隣接するサイドパネル（４５０）の各々の前記前部又は前記中央部（４８３、４８５）から出る出口（４８８、４８９）を有することを特徴とする請求項１に記載のタービンサブ組立体（５００）。

【請求項３】

底部スロット（４９２）の前記ハンプ状部分（４９８）が、各々の隣接するサイドパネル（４５０）から出ている前記冷却空気通路（４８０）の出口（４８８、４８９）に達する前に上方に弯曲し、各々の隣接する前記サイドパネル（４５０）から出ている前記冷却空気通路（４８０）の全ての出口（４８８、４８９）の上方で該出口を横切るように延び、次いで、各々の隣接する前記サイドパネル（４５０）から出ている前記冷却空気通路（４８０）の全ての出口（４８８、４８９）を通り過ぎたところで下方に弯曲することを特徴とする請求項１に記載のタービンサブ組立体（５００）。

40

【請求項４】

各々の隣接するサイドパネル（４５０）が更に、シュラウドセグメントの中央部（４８５）と後部（４８７）の接合部分の辺りで、その下方端が前記底部スプラインシールスロット（４９２）に接続され、前記後部（４８７）の上縁に向かってほぼ斜め上方に延びる後部スプラインシールスロット（４９６）を有し、前記少なくとも１つのスプラインシールは更に、間隔をもって位置する一对の縁部を備え、各々の縁部が前記隣接するサイドパ

50

ネル（４５０）の一方の前記後部スプラインシールスロット（４８６）に受け入れられることが可能な長さ及び厚さである後部スプラインシールを含む、ことを特徴とする請求項１に記載のタービンサブ組立体（５００）。

【請求項５】

高圧タービンのシュラウド冷却サブ組立体（５００）であって、前記タービン部品（４２２）が、高圧タービンシュラウド冷却セグメント（４２２）であることを特徴とする請求項１に記載のタービンサブ組立体（５００）。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的に、高圧タービンなどのタービンエンジンに有用なシュラウド冷却セグメントのようなタービンエンジン冷却部品に関する。本発明は更に、一対のこの種のタービン部品が少なくとも１つのスプラインシールと組み合わせて使用されるタービン冷却サブ組立体に関する。

【０００２】

【発明が解決しようとする課題】

ガスタービンエンジンの効率を上げるための公知の取り組み方は、タービン作動温度を高めることである。作動温度が高められると、いくつかのエンジン部品は熱的限界を超え、材料の破壊を生じるか、最低でも有効寿命が縮まることになる。加えて、これらの部品の熱膨張及び収縮の増加が、異なる熱膨張係数をもつ他の部品との間の隙間及び嵌合関係に悪影響を及ぼす。従って、高い作動温度での損傷の可能性を防ぐために、これらの部品は冷却されなければならない。

【０００３】

その場合、冷却する目的のために、圧縮機出口において圧縮空気の一部を主空気流から取り出すのが普通である。高作動温度により達成されるエンジン作動効率の利得を不当に損なわないように、抽出される冷却空気の量は主空気流の全量に対し低い割合に保つべきである。このことは、安全限度内にこれらの部品の温度を維持するために、冷却空気を最大の効率で利用することを求めるものとなる。

【０００４】

極度に高い温度に曝される特に重要な部品は、燃焼器からの高圧タービンノズルのすぐ下流に設置されたシュラウドである。該シュラウドは、高圧タービンのロータを密に囲い、これによって、高圧タービンを通して流れる、極度に高温の活性化されたガス流の外部境界を定める。材料の破壊を防ぎ、更に、高圧タービンのロータブレードとの適当な隙間を維持するために、十分なシュラウド冷却が重要である。

【０００５】

シュラウド冷却は、シュラウドの背面において衝突冷却を行わせ、同時に、シュラウドのベースの背面から該シュラウドを貫通して前方すなわち前部シュラウドに、さらに、主（高温）ガス流と接触するベースの底面すなわち内面に、及びシュラウドのサイドパネル又はレールにまで達するように延びる冷却孔をドリル加工し、該孔の内部における対流冷却と、衝突冷却及びフィルム冷却の両方を行わせることにより達成されるのが一般的である。例えば、本出願人に譲渡された、１９９２年１２月８日に発行された米国特許第５，１６９，２８７号（Proc. r.）が、ガスタービンの１つのタイプの、高圧タービン部分のシュラウド冷却の実施の形態を示している点を参照されたい。この冷却は、高圧タービンの高温の主すなわちコア（高温）ガス流の近くのシュラウドの局部的酸化及び燃焼を最小限にする。実際に、本出願人に譲渡された米国特許第５，１６９，２８７号のシュラウドのサイドパネルを貫通して出る冷却孔は、隣接するシュラウドのサイドパネルに対し、重要な衝突冷却を与えることが可能である。

【０００６】

隣接するシュラウドのサイドパネルの長さ全体における衝突冷却が望ましいのであるが、それらの中央部の辺りから前方に、シュラウドの前縁までの範囲において、特に、サイド

10

20

30

40

50

パネルの中央部の領域において、サイドパネルへの衝突冷却を与えることが特に重要となることが分かった。いくつかの高圧タービンについては、主ガス流の最も高温となる点は、この中央部の周りの領域に局所化される傾向があることが見出された。これは、この箇所において、シュラウドの望ましくない酸化及び燃焼が最も起こり得ることを意味する。

【 0 0 0 7 】

シュラウド冷却への１つの取り組み方が、本出願人に譲渡された米国特許第 5 , 1 6 9 , 2 8 7 号に開示されている。特に、米国特許第 5 , 1 6 9 , 2 8 7 号の図 2 において、3 列の冷却孔又は通路 8 2、8 4、8 6 のパターンがシュラウドセグメント 2 2 に形成され、ベース 4 4 の背面 4 4 a から延びてベース 4 4 の内部表面 4 4 b、前方縁又は前縁すなわち前方端又は前端 4 5、及び、１つのサイドパネル又はレール 5 0 を貫通して出るようになった点を参照されたい。また、米国特許第 5 , 1 6 9 , 2 8 7 号の図 2 に示すように、これらの冷却通路の大部分は、主ガス流から通路列 8 2、8 4、及び 8 6 の中への高温ガス摂取を最小限にするために、出口孔が主ガス流の方向に対して向かい合うようになる方向に、斜めにされる。サイドパネル 5 0 の１つを貫通して出る、8 8 で示す 3 つの通路の組は、隣接するシュラウドセグメントのサイドパネルに衝突する冷却空気の流れを形成する。しかしながら、米国特許第 5 , 1 6 9 , 2 8 7 号のシュラウド組立体においては、その冷却通路はサイドパネルの１つだけを貫通して出るため、衝突冷却は、隣接するシュラウド対の各々の一方のサイドパネルに対してだけ与えられる。

【 0 0 0 8 】

シュラウド冷却についての他の従来の取り組み方を、本出願の図 1 に示す。図 1 に示す従来のシュラウドは、同様に、ベース 1 4 4 の内面、前方縁又は前縁すなわち前方端又は前端 1 4 5、及びサイドパネル又はレール 1 5 0 の１つから出るようにシュラウドセグメント 1 2 2 に形成された、3 列の冷却孔又は通路 1 8 2、1 8 4、1 8 6 のパターンを有する。1 8 8 で示す 5 つの通路から成る組が、サイドパネル 1 5 0 の１つを貫通して、サイドパネルに対して直角の方向に、また同様に主ガス流に対しても直角の方向に出る。その結果、図 1 の従来のシュラウドにおけるこれらの通路 1 8 8 は、主ガス流から高温ガスを摂取する傾向があるので、シュラウドの望ましくない酸化及び燃焼の機会を増加させる。また、米国特許第 5 , 1 6 9 , 2 8 7 号に開示するシュラウドにおけると同様に、冷却通路 1 8 8 は、図 1 の従来のシュラウドのサイドパネルの１つだけを貫通して出るので、シュラウド組立体の隣接するシュラウド対の各々のサイドパネルの１つに対してだけ衝突冷却が与えられる。

【 0 0 0 9 】

本出願の図 2 に示すように、図 1 に示す従来のシュラウドのサイドパネル 1 5 0 は、以下に底部スプラインシールスロット 1 9 2、上部スプラインシールスロット 1 9 4、及び背部スプラインシールスロット 1 9 6 と呼ぶ 3 つのスプラインシールスロットを有する。これらのスロット 1 9 2、1 9 4、及び 1 9 6 の各々は、隣接する対のシュラウドの各々の間の隙間に配置された、底部、上部、及び背部スプラインシール（図示せず）の１つの縁をそれぞれ受け入れる。これらのスプラインシールは、それぞれのスロット 1 9 2、1 9 4、及び 1 9 6 と、ほぼ一致するか又は同じ形をとり、各サイドパネル 1 5 0 に対してほぼ長さ方向に、シュラウドの前方縁又は前縁すなわち前方端又は前端 1 4 5 から後方縁又は後縁すなわち後方端又は後端 1 4 8 まで延びる。また図 2 に示すように、底部スロット 1 9 2 は、出口孔 1 8 8 に達する前に、シュラウドの前方部分において上方へ弯曲し、孔 1 8 8 の上方で該孔を横切って延び、孔 1 8 8 を通り過ぎたところでシュラウドの後方部分において下方へ弯曲する、台状すなわち「ハンプ状」部分 1 9 8 を有する。スロット 1 9 2 に受け入れられる底部スプラインシールもまた、部分 1 9 8 の形と概ね一致しており、「ハンプ状」すなわち「フード状」の部分の有する。その結果、孔 1 8 8 を出てくる冷却空気は、底部スプラインシールの、このハンプ状部分 1 9 8 の領域に局限される傾向がある。

【 0 0 1 0 】

シュラウド冷却の更に別の従来の取り組み方を、本出願の図 3 に示す。図 3 に示す従来の

シュラウドは、同様に、シュラウドセグメント 2 2 2 に形成され、ベース 2 4 4 の内面、前方縁又は前縁すなわち前方端又は前端 2 4 5、及びサイドパネル又はレール 2 5 0 の 1 つを貫通して出る、3 列の冷却孔又は通路 2 8 2、2 8 4、2 8 6 のパターンを有する。2 8 8 で示す 3 つの通路からなる組が、サイドパネル 2 5 0 の 1 つを貫通して延び、前縁 2 4 5 に最も近い 1 つは、主ガス流に対し向かい合う方向に斜めにされ、次の通路はこのサイド部分に対し直角になっており、同様に主ガス流に対して直角であり、更に後方縁又は後縁すなわち後方端又は後端 2 4 8 と最も近い最後の通路は、概ね主ガス流に従う方向に斜めになっている。2 8 9 で示す他の 2 つの通路の組が、他のサイドパネル 2 5 0 を貫通して延び、通路の両方とも、このサイドパネルに対し直角になっており、同様に主ガス流に対して直角である。通路 2 8 8 及び通路 2 8 9 は、両方のサイドパネル 2 5 0 を貫通して出るため、図 3 に示す従来のシュラウドは、シュラウド組立体の隣接する対のシュラウドの各々のサイドパネルの両方に衝突冷却を与える。しかしながら、組 2 8 8 及び組 2 8 9 の各々の 1 つ又は 2 つの通路は、サイドパネル 2 5 0 に対し直角であり、更に、サイドパネル 2 5 0 の中央部（すなわち、主ガス流の最も高温の箇所）に設置されるため、図 3 の従来のシュラウドは、同様に主ガス流から高温ガスを摂取する傾向があるので、シュラウドの望ましくない酸化及び燃焼の機会が増加する。

【0011】

本出願の図 4 及び図 5 に示すように、図 3 に示す従来のシュラウドの各々のサイドパネル 2 5 0 は、シュラウドの前方縁又は前縁すなわち前方端又は前端 2 4 5 から後方縁又は後縁すなわち後方端又は後端 2 4 8 まで、同様に、サイドパネル 2 5 0 の各々のほぼ長さ方向に延びる、底部スプラインシールスロット 2 9 2 及び上部スプラインシールスロット 2 9 4 と以下に呼ぶ、2 つのスプラインシールスロットを有する。同様に、これらのスロット 2 9 2 及び 2 9 4 の各々は、底部及び上部スプラインシール（図示せず）の 1 つの縁を受け入れ、それぞれ、シュラウド組立体の隣接する各対のシュラウドの間の隙間に配置されている。これらのスプラインシールは、同様にそれぞれのスロット 2 9 2 及び 2 9 4 とほぼ一致するか又は同じ形をとる。また、図 4 及び図 5 に示すように、スロット 2 9 2 もまた台状すなわち「ハンプ状」の部分 2 9 8 を有する。図 4 及び図 5 において、スロット 2 9 2（及びそれぞれのスプラインシール）のこの「ハンプ状」の部分は、シュラウドの前方部分において出口孔 2 8 8、2 8 9 に達する前に上方へ弯曲し、孔 2 8 8、2 8 9 の上方で該孔を横切って延び、更に孔 2 8 8、2 8 9 を通り過ぎたところでシュラウドの後方部分において下方へ弯曲するため、これらの孔から出る冷却空気はこのハンプ状部分 2 9 8 の領域に局限される。

【0012】

シュラウド冷却の更に従来の取り組み方を、本出願の図 6 に示す。図 6 に示す従来のシュラウドは、シュラウドセグメント 3 2 2 に形成され、ベース 3 4 4 の内面、前方縁すなわち前縁 3 4 5、後方縁すなわち後縁 3 4 8、及びサイドパネルまたはレール 3 5 0 を貫通して出る、3 列の冷却孔又は通路 3 8 2、3 8 4、3 8 6 のパターンを有する。3 8 8 で示す 3 つの通路から成る組は、サイドパネル 3 5 0 の 1 つを出ており、更に主ガス流と向かい合う方向に斜めになっている。しかしながら、後縁に最も近い通路 3 8 8 は、サイドパネルに対し直角又は主ガス流に対し向かい合う方向にわずかに斜めになっているだけである。3 8 9 で示す 2 つの通路から成る他の組は、他のサイドパネル 3 5 0 を貫通して延び、両方とも主ガス流と向かい合う方向に斜めになっている。通路 3 8 8 及び 3 8 9 は両方のサイドパネル 3 5 0 を貫通して出るため、図 6 の従来のシュラウドは、シュラウド組立体の隣接する対になっている各々のシュラウドの両方のサイドパネルに対して衝突冷却を与える。しかしながら、通路 3 8 8 及び通路 3 8 9 のほとんどが、図 6 の従来のシュラウドの前方部分において、同様にサイドパネル 3 5 0 から出ている。その結果、これらの孔 3 8 8 及び孔 3 8 9 を出る冷却空気のほとんどは、図 6 の従来のシュラウドの前方部分に局限される傾向がある。同様に、図 7 及び図 8 に示すように、図 6 の従来のシュラウドのサイドパネル 3 5 0 におけるスプラインシールスロット 3 9 2 は、それぞれ出口孔 3 8 8 及び 3 8 9 を横切って上方へ延びるが、パネル 3 5 0 の中間点の辺りで下方へ弯曲する

、L字型の部分398を有する。(同様に、図7及び図8に、上部シールスロット394及び後部シールスロット396を示す。)その結果、各々のパネルのスロット392に受け入れられるスプラインシールもまた、部分398の形と一致し、更にその結果、図6の従来のシュラウドの前方部分において孔388及び389を出る冷却空気が、シュラウドの前縁345の方に局限される傾向がある。加えて、スロット392の398の領域は、サイドパネル350のさらに上方にあり、シュラウドの前縁345より上であるため、主ガス流からの高温ガスにさらされ、従って、追加の冷却空気を使うことが要求される可能性がある。

【0013】

従って、高温ガス摂取を最小限にするか又は防ぎ、更に、シュラウドの孔又は通路から出てくる冷却空気をサイドパネルの中央の辺りから前方の前縁の領域に、特にサイドパネルの中央の辺りの領域により多く局限させるように、孔又は通路から出る冷却空気を形成するようになった、高圧タービンのシュラウド及びそれによって得られるシュラウド組立体を提供することが望ましい。また、これらの孔又は通路から出てくる冷却空気が、シュラウド組立体の隣接する各シュラウド対の、各サイドパネルに対して、特に、各サイドパネルの中央周りの領域に対して、より一様な衝突冷却を与えるようになったシュラウド及びシュラウド組立体を提供することも望ましい。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、サイドパネルの中央部から前方の前縁の領域において、特にサイドパネルの中央部において、改良された冷却を提供し、その上そのようなサイドパネルから出る冷却孔又は通路により、高温ガスの摂取が最小限にされるか又は防がれる、高圧タービンなどのタービンエンジンのための冷却シュラウドセグメントのようなタービンエンジン冷却部品に関する。このタービンエンジン部品は、

- (a) 円周状前縁と、
- (b) 前記前縁から離れて位置する円周状後縁と、
- (c) 後縁及び前縁に接続され、背面、及びタービン部品の前縁から後縁の方向へ移動するタービンエンジンの主(高温)ガス流と接触する弧状の内面を有する弧状のベースと、
- (d) 前縁及び後縁に接続され、各々が、前部、中央部、及び後部を有する、間隔を置いて対向配置された一対のサイドパネルと、
- (e) ベースの背面から該ベースを貫通して延び、前縁、サイドパネル、及びベースの内面のうちの少なくとも1つから出ている出口を有する、複数の冷却空気通路と、を備え、
- (f) 各々のサイドパネルの前部又は中央部から出る出口を有する複数の冷却空気通路の全ては、冷却空気通路からの冷却空気が主高温ガス流と向かい合う方向に出るように、斜めにされており、
- (g) 複数の冷却空気通路の少なくとも1つが、各々のサイドパネルの中央部から出る出口を有し、
- (h) サイドパネルの前部から後部に延びるようにスプラインシールスロットが形成され、このスロットは、サイドパネルの少なくとも中央部において、少なくともサイドパネルの中央部から出ている冷却空気通路の出口の上方で該出口を横切るハンプ状部分を有する。

【0015】

本発明は、更に一対の隣接するそのようなタービン部品を含むタービン冷却サブ組立体に関し、この組立体は、

- (a) 間に隙間を有するように隣接して対向配置されたサイドパネルを備え、隣接するパネルの一方から出ている各通路の出口が、隣接する他方のサイドパネルから出ている各冷却空気通路の出口と直接向き合わないように、隣接するサイドパネルの各々から出ている冷却空気通路の出口の間隔が、互い違いにされており、
- (b) 隣接して対向配置されたサイドパネルの間隙間に少なくとも1つのスプラインシールが配置され、このスプラインシールは、各々が隣接するサイドパネルの1つのスロ

トに受け入れられることが可能な長さ及び厚さを有する、一対の間隔をもった縁部を含んでいる。

【 0 0 1 6 】

本発明のタービン冷却部品は、本質的に、高圧タービンにおいて、特に、主高温ガス流の温度が最も高温となる傾向のあるシュラウドの中央部に対して、効果的な、効率の良い、及び、より均一な冷却を提供することに有用である。また、シュラウドのサイドパネルの中央部から前部にかけて出ている冷却空気通路を、主ガス流と向かい合う方向に斜めにするにより、該通路による高温ガス摂取を最小限にするか又は回避させることになる。隣接するサイドパネルから出る冷却空気通路の出口が互い違いに又はずらされた状態になるようにした、一対のタービン部品を備える本発明のタービン冷却サブ組立体もまた、より一様な衝突冷却の適用範囲を提供する。本発明のタービン冷却においてはまた、スプラインシールスロットがハンプ状部分を有しており、そのために、隣接するシュラウドセグメントの間に配置されたそれぞれのスプラインシールもハンプ状又はフード状の形を持つようになるため、サイドパネルの中央部において、これらの通路から出る冷却空気がより多く局部集中されるようになる。

10

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

図面を参照すると、図 9 に、ガスタービンエンジンの高圧タービン部分において、ロータ（図示せず）に支持されるタービンブレード 4 1 2 を、密に囲む関係に配置された、全体を 4 1 0 で示すシュラウド組立体の形態で、本発明のタービン冷却サブ組立体を示す。全体を 4 1 4 で示すタービンノズルは、従来の方式でロータを動かすために、主すなわちコアエンジン高温ガス流を矢印 4 2 0 で示す燃焼器（図示せず）から高圧タービン部分を通る方向に指向させるための、外側バンド 4 1 8 に取付けた複数のブレード 4 1 6 を含む。

20

【 0 0 1 8 】

シュラウド冷却組立体 4 1 0 は、環状の列の形態に配置された複数の弧状シュラウドセグメントを含み、該複数のシュラウドセグメントの 1 つの全体が 4 2 2 で示されている。シュラウドセグメントは、環状の列に配置された弧状のハンガー部により保持されており、該ハンガー部は、その 1 つが全体を 4 2 4 で示され、全体を 4 2 6 で示すエンジン外ケースにより支持されている。より具体的には、各ハンガー部は、本体パネル 4 3 2 で一体に相互連結された、前部すなわち上流側レール 4 2 8 及び後部すなわち下流側レール 4 3 0 を含む。前部レール 4 2 8 には、外ケース 4 2 6 に支持され、前方に延びるフランジ 4 3 6 と半径方向に重なり合う、後方に延びるフランジ 4 3 4 が設けられる。同様に、後部レール 4 3 0 には、外ケース 4 2 6 からハンガー部の支持体に向かって前方に延びる外ケースフランジ 4 4 2 と半径方向に重なり合う関係の、後方に延びるフランジ 4 4 0 が設けられる。

30

【 0 0 1 9 】

各シュラウドセグメント 4 2 2 には、ベース 4 4 4 と、ベース 4 4 4 から半径方向及び前方に延びてシュラウドセグメント 4 2 2 の円周状の前縁を形成する前部レール 4 4 6 と、ベース 4 4 4 から半径方向及び後方に延びてシュラウドセグメント 4 4 2 の円周状の後縁を形成する後部レール 4 4 8 と、ベース 4 4 4 から半径方向外方に延びる、周方向に間隔を置いて配置されたサイドレールすなわちパネル 4 5 0 とが設けられる。図 9 と図 1 0 に見るように、ベース 4 4 4、前部レール 4 4 6、後部レール 4 4 8、及びサイドパネル 4 5 0 は、シュラウドセグメントの空洞すなわちブレナム 4 5 2 を形成する。シュラウドセグメント前部レール 4 4 6 には、フランジ 4 3 4 から半径方向内方の位置において、ハンガー部前部レール 4 2 8 から後方に延びているフランジ 4 5 6 と重なり、前方に延びるフランジ 4 5 4 が設けられる。フランジ 4 5 8 は、フランジ 4 4 0 から半径方向内方の位置において、ハンガー部後部レール 4 3 0 から後方に延び、シュラウドセグメント後部レール 4 4 8 から後方に延びる下側フランジ 4 6 0 と重なった状態で、C 字状断面の環状保持リングにより保持される。

40

【 0 0 2 0 】

50

実際には、各ハンガー部は、通常は２つのシュラウドセグメント４２２に取り付けられる。燃焼器のすぐ手前の圧縮機（図示せず）の出口から取り出される高圧冷却空気は、冷却空気を強制的に通過させるハンガー部前部レール４２８に備えられている計量孔４７４から、ノズルプレナム４７２に送られる。計量孔４７４は、ノズルプレナム４７２から上部のプレナム４７６の中に冷却空気を送り出し、次いで、本体パネル４３２の孔４７８を通して、各シュラウドセグメント４２２のベース４４４の後部又は半径方向外面４５１に突き当たる冷却空気流を形成する。衝突する冷却空気は、それから、図９における、ベース４４４の外面４５１から延びる複数の長い孔又は通路４８０を通り抜けて流れ、各シュラウドセグメント４４２のベース４４４を通り抜けて、シュラウドの対流冷却を行う。これらの孔又は通路の各々は、そこで、（出口を通り抜けて）ベース４４４の前部の又は半径方向の内面４５３、前部レール４４６の半径方向の前方端面４４５、又はサイドパネル４５０から出る。冷却空気は、これらの対流冷却孔又は通路を出ると、高温ガス流と共にベース４４４の内部表面４５３に沿って後方に流れ、シュラウドのフィルム冷却を更に与える。

【００２１】

対流冷却孔すなわち通路４８０は、３つの冷却方式、すなわち、衝突、対流、及びフィルム冷却の効果を最大限にする一方で、同時に、圧縮機の高圧冷却空気量を耐えられる限度内にシュラウド温度を維持するために必要とされる最小限にするように、図１０に示す所定の位置パターンで形成される。本体パネル４３２の衝突孔４７８のパターンは、４８１で示すようなほぼ長方形のシュラウド空洞すなわちプレナム４５２の衝突冷却域のほぼ全体において、ベース４４４のシュラウド背面又は外面４５１上に冷却空気流が衝突するようにするものである。

【００２２】

図９及び図１０に示すように、冷却通路４８０の大多数の位置パターンは、線４８２、４８４及び４８６で示されるほぼ３つの列であり、それぞれ、前部レール４４６の前方表面４４５及びベース４４４の内部表面４５３を出る。通路４８０は全て、直線で、典型的にはレーザードリル孔で、エンジン軸に対し円周方向及び半径方向にみて斜めに延びることが分かる。ここで斜めにすることは、通路をより長くし、ベース及びレールの厚さよりも著しく長くさせ、更に、その対流冷却表面を増加させる。図１０で見られるように、冷却通路の列４８４のいくつかは、高圧ノズル羽根４１６（図９参照）からの主（高温）ガス流（矢印４２０参照）の方向から斜めに遠ざかるか、或いは向かい合っている。その結果、冷却空気に対して向流となってこれらの通路の中への高温ガス流からの高温ガスが摂取される量は最小限となる。図１０に、列４８２（１３通路）、４８４（７通路）、及び４８６（６通路）として示す対流冷却通路の数は、代表的なものであり、必要又は要望に応じて変更できる。

【００２３】

図１０に示すように、シュラウドセグメント４２２は、全体を４８３として示す前方部すなわち前部と、全体を４８５で示す中央部と、全体を４８７で示す後方部すなわち後部とを有する。列４８２の通路を通して流れる空気は、ベース４４４の背面すなわち外面４５１を衝突冷却した後、シュラウドの前部４８３を対流冷却する。これらの目的に役立たせるため、冷却空気を主（高温）ガス流と混合し、更に、シュラウドをフィルム冷却するため、内部表面４５３に沿って流す。列４８４及び４８６の通路もまた、衝突冷却空気を伝え、シュラウドの前部４８３から中央部４８５への対流冷却に役立つ。これらの通路の列４８４及び４８６を出ると、この冷却空気は主高温ガス流と混合され、更にシュラウドをフィルム冷却するため内部表面４５３に沿って流れる。

【００２４】

図９及び図１０から、シュラウドセグメントレール４４６、４４８、４５０は、タービンブレード４１２を密に囲むシュラウドセグメント４２２の部分を有効に構成することが分かる。衝突孔４７８から流出している空気流による、これらレールの衝突冷却は、シュラウド支持構造物への熱伝導を減らす。しかしながら、これらの構成されたシュラウド部分で

10

20

30

40

50

は、内部のシュラウド表面 4 5 3 に沿って流れる冷却空気が、前記タービンブレードにより連続して押し流されるために、フィルム冷却は最小限となる。図 1 0 から分かるように、フィルム冷却の損失を補償するために、衝突冷却（区域 4 8 1）がこれらの構成されたシュラウド部分上に局限される。加えて、列 4 8 2 及び列 4 8 4 の通路の入口は、最大対流熱伝達特性を利用するために、構成されたシュラウド部分のより高温の前方部分に隣接する位置にある。

【 0 0 2 5 】

タービンブレードから上流のシュラウドセグメント 4 2 2 の部分は、列 4 8 2 及び 4 8 4 の通路を通り抜けて流れる冷却空気により、効果的に対流冷却され、更にそこから流出する冷却空気により、フィルム冷却される。タービンブレードから下流側の後方シュラウド部分 4 8 7 を冷却するために列 4 8 2、4 8 4、4 8 6 の通路からの冷却空気が利用されないことが分る。それは、この位置における主ガス流の温度が、高圧タービン部分を通じて流れる間の膨張により劇的に低下するからである。また、この位置におけるフィルム冷却は、ほとんど浪費されるため、エンジン性能に対し極度に有害となる。

【 0 0 2 6 】

いくつかの従来のシュラウド冷却設計において、対流冷却通路の位置は、シュラウドの前部すなわち前方部分においてサイドパネルに流出口を備える通路から流出するように冷却空気を集中させる傾向がある。その結果、主（高温）ガス流が最も高温となる傾向のある中央部において、シュラウドの冷却が少なくなる状態が普通に生じる。加えて、いくつかの従来のシュラウド冷却設計においては、対流冷却通路の出口はサイドパネルの 1 つにだけ設けられるので、衝突冷却は、シュラウドセグメントの隣り合う対のサイドパネルの 1 つに対してだけ主として生じる。また、いくつかの従来のシュラウド冷却設計における、対流冷却通路の方向付けは、シュラウドの局所の酸化と燃焼を招きかねない高温ガス摂取のリスクを増加させるようなものである。

【 0 0 2 7 】

従来のシュラウド設計におけるこれらの問題は、図 1 0 に示す実施形態に図示されるような、サイドパネル 4 5 0 の出口となる、本発明における冷却空気孔又は通路 4 8 0 のパターンにより、最少とされるか又は回避される。図 1 0 に示すように、4 8 8 として示す、2 つの通路から成る組は、サイドパネル 4 5 0 の 1 つを貫通して延び、隣接するシュラウドセグメントのサイドパネルに対して衝突冷却空気を直接導くために、サイドパネル 4 5 0 の 1 つから出る出口を備える。また、図 1 0 に示すように、4 8 9 として示す、3 つの通路から成る別の組は、他方のサイドパネル 4 5 0 を貫通して延び、別の隣接するシュラウドセグメントのサイドパネルに対して、衝突冷却空気を直接導くために、別のサイドパネル 4 5 0 から出る出口を備える。サイドパネルの対流冷却、及び隣接するシュラウドセグメントのサイドパネルの衝突冷却は、サイドパネルを通じてのハンガー部とエンジン外ケースへの熱伝達を減らすことに有益に役立つ。加えて、中央部 4 8 5 及び前方部分 4 8 3 における、サイドパネル 4 5 0 を出る通路 4 8 8 及び 4 8 9 は、そこから流れ出る冷却空気が、主ガス流（矢印 4 2 0 参照）と向かい合う方向に流れるように、斜めにされる。これは、シュラウドの酸化と燃焼を招きかねない高温ガスの摂取を減らすことに効果的である。また、図 1 0 に示すように、後方部分 4 8 7 を出る出口を備える冷却空気通路 4 8 9 は、主ガス流がシュラウドの後部部分 4 8 7 に到達するまでの間、流出冷却空気が主高温ガス流 4 2 0 とほぼ同じ向きに流れるような方向に斜めにすることができ、この時点では、高温ガス流はずっと低温になっており、ガス圧も低く、したがって、高温ガス摂取は重要な問題とならない。

【 0 0 2 8 】

本発明のシュラウドセグメントの、もう 1 つの好ましい特徴を図 1 1 及び図 1 2 に示す。図 1 1 及び図 1 2 に示すように、シュラウドセグメント 4 2 2 の各サイドパネル 4 5 0 には、パネル 4 5 0 の底部に設けた底部スプラインシールスロット 4 9 2 と、該底部スロット 4 9 2 から上方に間隔を置いて配置されシュラウド空洞すなわちプレナム 4 5 2 を加圧し、そこからの冷却空気の漏れを減らす上方すなわち上部スプラインシールスロット 4 9

10

20

30

40

50

4と、高温ガスがC字状クリップ462に達することを防ぐ、後方すなわち後部スプラインシールスロット496とが形成されている。

【0029】

図11及び図12に示すように、底部スロット492の長さは、ほぼ前部483の始端から後部487のほぼ終端まで延びる。また、図11及び図12に示すように、上方すなわち上部スロット494の長さは、概ね前部483のほぼ始端から、後部487のほぼ終端の後部レール448の、447で示す位置まで延びる。また、図11及び図12に示すように、後部スロット496は、シュラウドセグメント422の、中央部485と後部487の接合部分の辺りで、その下端が底部スロット492に接続され、更にその長さは、その上端が、後部レール448の近くの449で示される位置で相交わるまで、後部レール448の後部487の上端に向かって、ほぼ斜め上方に延びる。スロット492、494、496のそれぞれの長さ及び幅は、それぞれのスプラインシールを受け入れることが可能であるような値である。

10

【0030】

また、図11及び図12に示すように、底部スロット492は、前方部分483の後部の辺りで始まり、中央部485を全て含むように延び、後方部分487の前方端の辺りで終わる、平坦な又は「ハンプ状の」部分を有する。図11と図12に示すように、本発明にとって特に重要なことは、ハンプ部分498が、サイドパネル450から出る出口を有する冷却空気通路488（第12図参照）及び489（第11図参照）の出口に到達する前に上方に弯曲し、通路488と489の全ての出口上方で該出口を横切り、更にそれから、通路488及び489の出口を通り過ぎたところで、下方に弯曲するということである。

20

【0031】

本発明のもう1つの態様は、その実施形態を図13及び図14に示し、全体を500で示す、シュラウドサブ組立体である。シュラウドサブ組立体500は、全体を502として示す隙間で離された、対向して隣接するサイドパネル450を有する、一对の隣接するシュラウドセグメント422を含む。図13に示すように、隣接するサイドパネル450の1つから出る出口を有する冷却通路488は、もう一方の隣接するサイドパネル450から出る出口を有する冷却通路489に対して、互い違いに又は、ずれるように間隔を置いて配置される。その結果、通路488の出口は、通路489の出口に対して直接向い合うことにならず、そのため、隣接するシュラウドセグメント422の各々に、特に、隣接するサイドパネル450の各々の中央部485に関して、より効果的な、効率の良い、一般的な衝突冷却を提供する。

30

【0032】

また、図13及び図14に示すように、底部スプラインシール504及び上部スプラインシール506は、後部スプラインシール508（図示せず）と共に、隙間502に位置する。これらのスプラインシールは、一对の間隔をもった縁部508（底部シール504の）及び縁部510（上部シール506の）を各々有し、縁部508及び縁部510の各々が、それぞれ底部スロット492及び上端スロット494に受け入れられることが可能となるような長さ及び厚さをもつ。（図示しなかった後部シールもまた、後部スロット496に受け入れられる同様な縁部を有する。）シール504、506を、1つの途切れのない単片として各々示すが、それらもまた個々の部分として形成しうる。

40

【0033】

隣接するサイドパネル450のそれぞれの底部スロット492の内部に嵌まるスプラインシールは、隙間502の位置において、スロット492の部分498の「ハンプ状の」又は「フード状の」形状にならう形となる。その結果、隣接するサイドパネル450の通路488及び通路489の出口から出てくる冷却空気は、隣接するシュラウドセグメント422の、各々の中央部485の辺りに局限される傾向があり、それにより、主ガス流420が、最も高温の位置となる傾向のある部分において、より効果的で効率の良い冷却を提供する。また、底部スロット492、特に、前方部483にあるその前方端（シール50

50

4のそれぞれの部分も同様)は、サイドパネル450上でより低い位置にあるので(すなわち内部表面453の付近に又は接近した位置にある)、主ガス流420からの高温ガスにさらされるシュラウドの前縁445の面積はより小さくなる。

【0034】

上述の詳細な説明から、本発明は、シュラウド温度を安全限度内に維持するため、3つの冷却方式を個々に及び相互作用関係で利用し、最大限の熱利益を得ることを特徴とする、シュラウド冷却組立体を提供することが分かる。一方の冷却方式がその効力が少なくなったものでも、その他の冷却方式が最大効力近くに作動するように、重要な位置で、冷却方式間の相互作用が制御される。さらに、冷却方式は、シュラウドのどの部分においても余分の冷却が防がれるように調整される。冷却空気は、そのようにして、少ない冷却空気ですべてのシュラウド冷却が達成可能なように最大効率で利用される。その上、シュラウド冷却の所定の度合いは、熱膨張を制御するために、シュラウド支持構造物の中への熱伝導を減らすこと及び、シュラウドと高圧タービンブレードとの間の隙間の積極的なコントロールをするように考慮されている。

10

【0035】

本発明の具体的な実施形態を述べたが、特許請求の範囲に定められる本発明の技術思想と技術的範囲から逸脱することなしに、様々な変更が加えられることが当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のシュラウドの平面図。

20

【図2】 図1の従来のシュラウドの側面図。

【図3】 他の従来のシュラウドの平面図。

【図4】 図3の従来のシュラウドの一方の側面図。

【図5】 図3の従来のシュラウドの他方の側面図。

【図6】 更に別の従来のシュラウドの平面図。

【図7】 図6の従来のシュラウドの一方の側面図。

【図8】 図6の従来のシュラウドの他方の側面図。

【図9】 本発明において用いる、シュラウドセグメント及びサブ組立体からなる、シュラウド冷却組立体の軸方向断面図。

【図10】 本発明のシュラウドセグメントの実施形態の平面図。

30

【図11】 図10に示す、シュラウドセグメントの実施形態の一方の側面図。

【図12】 図10に示す、シュラウドセグメントの実施形態の一方の側面図。

【図13】 一部を切り取った本発明のシュラウドサブ組立体の実施形態の平面図。

【図14】 図13の線14-14に沿った断面図。

【符号の説明】

420 主高温ガス流

422 シュラウドセグメント

444 ベース

445 前方端表面

446、448 シュラウドセグメントレール

40

450 サイドパネル

451 シュラウド外面

452 プレナム

482、484、486 冷却通路の列

483 シュラウド前部

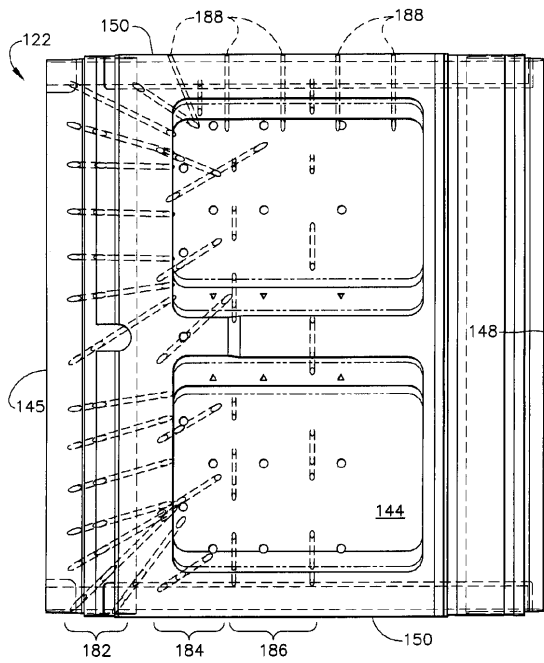
485 シュラウド中央部

487 シュラウド後部

488、489 冷却空気通路

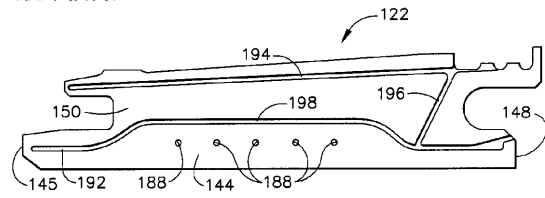
【図 1】

(従来技術)



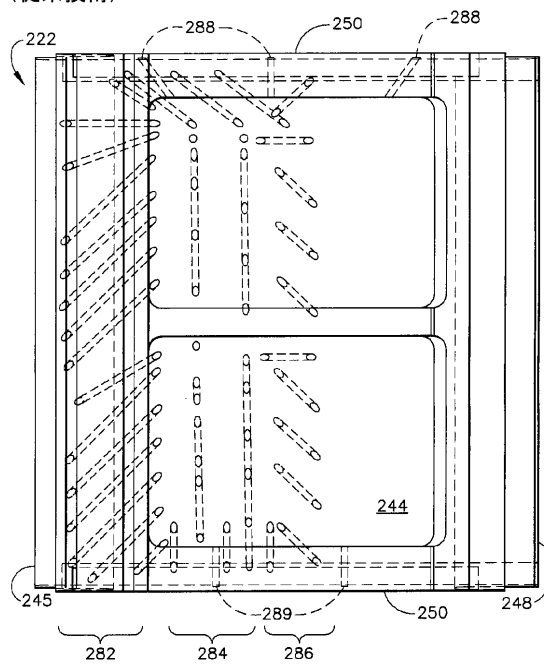
【図 2】

(従来技術)



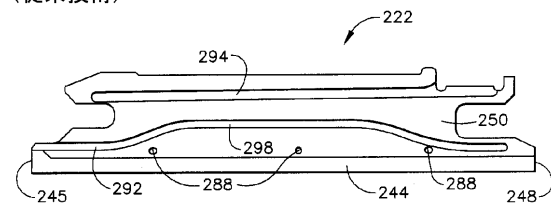
【図 3】

(従来技術)



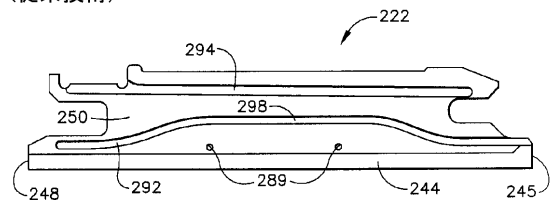
【図 4】

(従来技術)



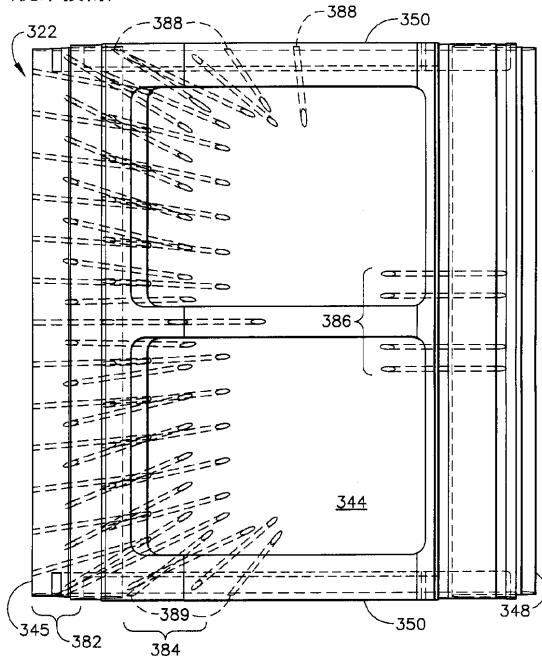
【図 5】

(従来技術)



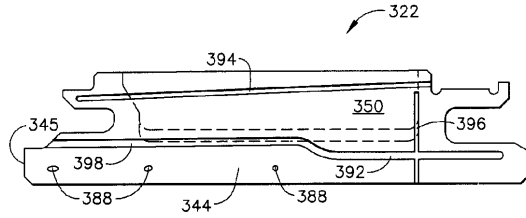
【図 6】

(従来技術)



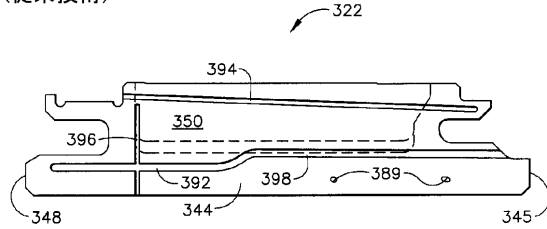
【図 7】

(従来技術)

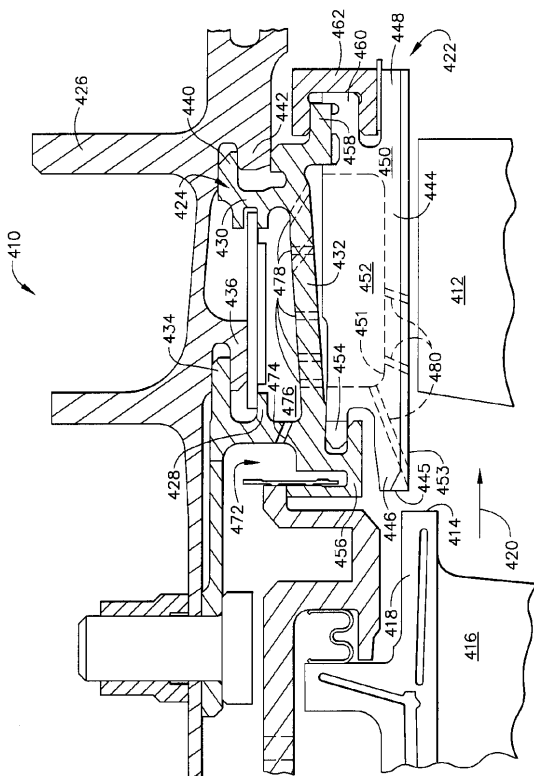


【図 8】

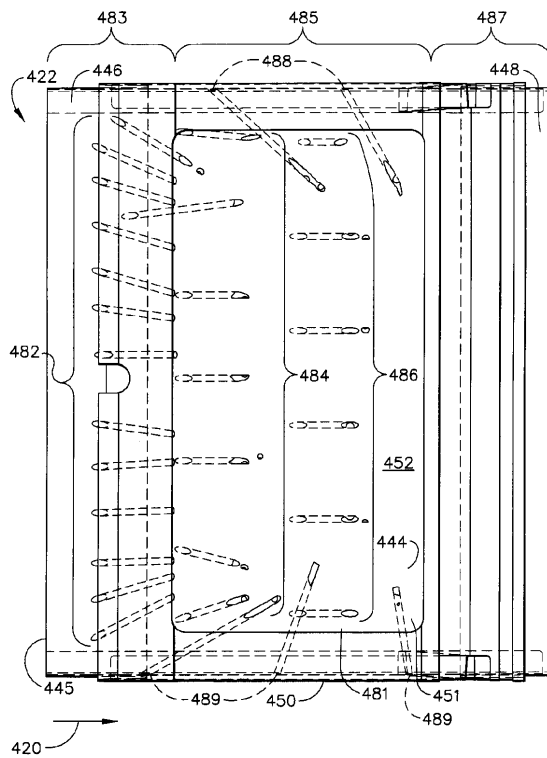
(従来技術)



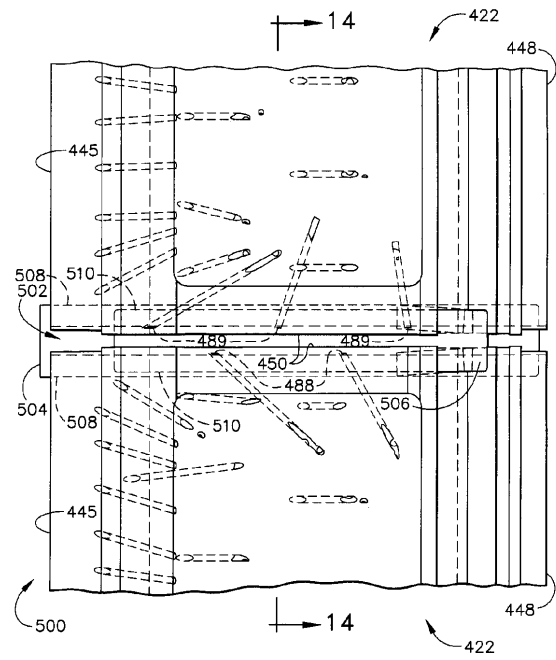
【図 9】



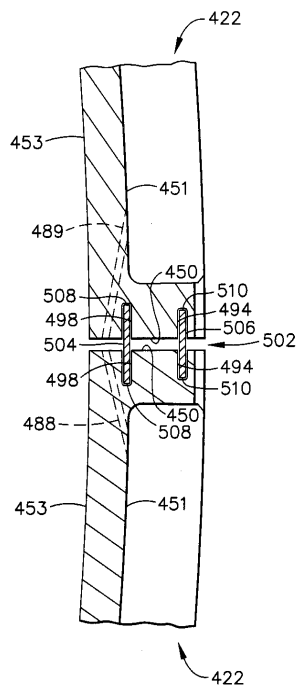
【図 10】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 特開平05-141270(JP,A)
米国特許第05088888(US,A)
特開平05-141271(JP,A)
米国特許第05641267(US,A)
米国特許第05375973(US,A)
欧州特許出願公開第01022437(EP,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01D 11/00-11/10
F02C 7/28