

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3954525号

(P3954525)

(45) 発行日 平成19年8月8日(2007.8.8)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int.Cl.

F 2 3 R 3/42 (2006.01)

F I

F 2 3 R 3/42

C

F 2 3 R 3/42

E

請求項の数 18 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-138658 (P2003-138658)	(73) 特許権者	590005449
(22) 出願日	平成15年5月16日(2003.5.16)		ユナイテッド テクノロジーズ コーポレ
(65) 公開番号	特開2003-336845 (P2003-336845A)		イション
(43) 公開日	平成15年11月28日(2003.11.28)		UNITED TECHNOLOGIES
審査請求日	平成15年5月16日(2003.5.16)		CORPORATION
(31) 優先権主張番号	10/147,571		アメリカ合衆国, コネチカット 0610
(32) 優先日	平成14年5月16日(2002.5.16)		1, ハートフォード, ユナイテッド テク
(33) 優先権主張国	米国(US)		ノロジーズ ビルディング
		(74) 代理人	100099324
			弁理士 鈴木 正剛
		(72) 発明者	モニカ パチェコートゥガス
			アメリカ合衆国, コネチカット 0604
			0, マンチェスター, スプリング ストリ
			ート 250

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遮熱パネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジン用の燃焼器に用いられる遮熱パネルであって、
高温側部と低温側部を有してなり、
前記低温側部が複数の冷却チャンバを有し、および
各前記冷却チャンバが前記低温側部から前記高温側部に冷媒を流出させるための複数の
膜冷却孔を有し、

前記低温側部が前部境界壁と後部境界壁を有し、
前記前部境界壁と前記後部境界壁との間に延在する複数の内部レールをさらに有してな
り、および

前記冷却チャンバの少なくとも1つが、前記前部境界壁、前記後部境界壁および前記内
部レールにより形成され、および

前記前部境界壁が前記パネルの前縁部を越えて流れる空気流を調量するための手段を有
し、前記調量手段が複数列の離間されたピンからなる、ことを特徴とする遮熱パネル。

【請求項2】

隣接する前記列の前記ピンが互いにずれている、ことを特徴とする請求項1記載の遮熱
パネル。

【請求項3】

前記ピンの最前列が前記パネルの前縁部から離間されている、ことを特徴とする請求
項2記載の遮熱パネル。

【請求項 4】

ガスタービンエンジン用の燃焼器に用いられる遮熱パネルであって、
高温側部と低温側部を有してなり、
前記低温側部が複数の冷却チャンバを有し、
各前記冷却チャンバが前記低温側部から前記高温側部に冷媒を流出させるための複数の
膜冷却孔を有し、

前記低温側部が前部境界壁と後部境界壁を有し、
前記前部境界壁と前記後部境界壁との間に延在する複数の内部レールをさらに有してな
り、および

前記冷却チャンバの少なくとも 1 つが、前記前部境界壁、前記後部境界壁および前記内 10
部レールにより形成され、および

前記後部境界壁が前記パネルの縁部を越えて流れる空気流を調量するための手段によっ
て形成され、また前記調量手段が複数の第 1 のピンアレイおよび複数の第 2 のピンアレイ
を有している、ことを特徴とする遮熱パネル。

【請求項 5】

前記第 1 のピンアレイがそれぞれタービンベーンと整列されている、ことを特徴とする
請求項 4 記載の遮熱パネル。

【請求項 6】

前記第 1 のピンアレイがそれぞれ、第 1 の直径を有するピンの複数の列と前記第 1 の直 20
径を有するピンの列を囲む実質的に矩形のレールとを有している、ことを特徴とする請求
項 5 記載の遮熱パネル。

【請求項 7】

第 1 の前記列の前記ピンは隣接する列の前記ピンとずれている、ことを特徴とする請求
項 6 記載の遮熱パネル。

【請求項 8】

前記第 2 のピンアレイはそれぞれ前記タービンベーンからずれていると共に第 2 の直径
を有するピンの複数の列からなる、ことを特徴とする請求項 6 記載の遮熱パネル。

【請求項 9】

各前記第 2 のピンアレイの 1 つの前記列の前記ピンは隣接する列の前記ピンに関してず 30
れている、ことを特徴とする請求項 8 の遮熱パネル。

【請求項 10】

前記第 2 の直径が前記第 1 の直径より大きい、ことを特徴とする請求項 8 記載の遮熱パ
ネル。

【請求項 11】

各前記第 1 のピンアレイの前記ピンが、各前記第 2 のピンアレイの前記ピンの間隔より
大きい距離だけ離間している、ことを特徴とする請求項 8 記載の遮熱パネル。

【請求項 12】

各前記第 2 のピンアレイが、一列の犠牲ピンをさらに有してなる、請求項 8 記載の遮熱
パネル。

【請求項 13】

前記犠牲ピンの列が前記パネルの後縁部に隣接している、ことを特徴とする請求項 1 2 40
記載の遮熱パネル。

【請求項 14】

前記犠牲ピンの列が前記パネルの後縁部から引っ込んで位置している、ことを特徴とす
る請求項 1 2 記載の遮熱パネル。

【請求項 15】

前記ピン列の最後列が前記パネルの後縁部の近傍に位置している、ことを特徴とする請
求項 6 記載の遮熱パネル。

【請求項 16】

前記ピン列の最後列が前記パネルの後縁部から離間している、ことを特徴とする請求項 50

6 記載の遮熱パネル。

【請求項 17】

ガスタービンエンジン用の燃焼器に用いられる遮熱パネルであって、
高温側部と低温側部を有してなり、
前記低温側部が複数の冷却チャンバを有し、
各前記冷却チャンバが前記低温側部から前記高温側部に冷媒を流出させるための複数の膜冷却孔を有し、

前記冷却チャンバがそれぞれ、円周方向で前記冷却チャンバの側部を形成する壁部分の間の中程に位置する、軸方向に伸びるジグザグ線を有し、

前記ジグザグ線の第 1 の側の前記冷却孔は全てが斜めの方向を有し、これにより前記冷却孔から流出する冷媒が第 1 の前記側部壁部分に向かう第 1 の円周方向の方向成分を有し、および

前記ジグザグ線の第 2 の側の前記冷却孔は全てが斜めの方向を有し、これにより前記冷却孔から流出する冷媒が第 2 の前記側部壁部分に向かう第 2 の円周方向の方向成分を有する、ことを特徴とする遮熱パネル。

【請求項 18】

前記ジグザグ線の前記第 1 の側の前記冷却孔が正の方向を有し、前記ジグザグ線の第 2 の側の前記冷却孔が負の方向を有する、ことを特徴とする請求項 17 記載の遮熱パネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的にはガスタービンエンジン用の燃焼器に関し、特にガスタービンの二重壁式の燃焼器に用いられる遮熱パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスタービンエンジンの燃焼器は、一般的に、長期間にわたって高い熱負荷を受ける。これに伴う熱応力を軽減するために、燃焼器の壁を冷却することが知られている。冷却は燃焼器構成部品の使用可能時間を延ばし、これによってエンジン全体の信頼性が向上する。

【0003】

冷却の一つの態様において、燃焼器は、複数の重なり合う壁セグメントを含んでもよく、各壁セグメントはその前端部が燃焼器の外部を通過する冷却空気を捕捉する位置になるように、順次配置される。前端部は冷却空気を壁セグメントの内側、あるいは高温側部に向けて偏向させ、これによりセグメントの内側に膜冷却（境膜冷却、フィルム冷却）が提供される。このような冷却構造の 1 つの欠点は、必要なハードウェアが多くの部品を含むことである。ガスタービンエンジンの部品数を減らすことは、コストの面だけでなく、安全性や信頼性の点からも大きな価値がある。特に、タービンや圧縮機のような内部部品はエンジンを通過する空気流により持ち込まれる異物によって損傷を受けやすい。

【0004】

上記した冷却構造の他の欠点は、部品が多いことによってエンジンの全体重量が増えることである。重量はガスタービンエンジンの全ての部品において重要な設計要因であり、削れるところで重量を削って重量低減化を図ることは大きな利点がある。

【0005】

他の冷却構造においては、特定の距離で隔てられた外側壁と内側壁を有する二重壁構造が用いられている。冷却用空気は外側壁の孔を通過した後さらに内側壁の孔を通過し、最終的に燃焼室に流入する。重なり合う壁セグメントの構造と比較して、二重壁構造の利点は、組み立てられた二重壁構造が構造的に強いということである。しかしながら、二重壁構造の欠点は、熱蓄積に対して十分に対策を取らなければならないことである。すなわち、燃焼器の熱負荷は不均一になりやすい。結果として燃焼器の異なる部分が異なる大きさの熱蓄積、応力および歪みを受けることになる。燃焼器の設計において不均一な熱蓄積、応力および歪みに対応していないと、燃焼器の使用可能時間つまり有効寿命に悪影響が生じ

る。

【0006】

多くの燃焼器においては同様に、ベーンの頭部波（先頭波）によって燃焼器に損傷が生じるという問題がある。このベーン頭部波に対する対策を採らないと同様に燃焼器の寿命が短くなる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従って本発明の目的は、有効ないし効果的な冷却を行えるガスタービンエンジン燃焼器用遮熱パネル（熱シールド用パネル）を提供することにある。

本発明の他の目的は、供用時間つまり耐用年数が高い、改良された燃焼器を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の各目的は本発明によって達成される。

本発明の第1の態様によれば、ガスタービンエンジン燃焼器に用いられる遮熱パネルまたはライナーが提供される。遮熱パネルは、概略的には、高温側部と低温側部とを有し、低温側部に複数の冷却チャンバを有している。各冷却チャンバは、冷媒を低温側部から高温側部へ流出させるための複数の膜冷却孔を有している。遮熱パネルの低温側部はまた、前部境界壁、後部境界壁、および前部境界壁と後部境界壁との間に延在する複数の内部レールを有している。複数の冷却用のチャンバつまり冷却チャンバ（冷却室）が、前部境界壁および後部境界壁と、側壁と、内部レールとにより形成される。低温側部はまた、複数の側部壁を有している。複数の冷却チャンバが前部および後部境界壁と、側部壁と、内部レールとで形成されている。

【0009】

本明細書において説明される遮熱パネルは、前部遮熱パネルと後部遮熱パネルである。前部遮熱パネルの第1の実施形態において、前部壁は、前部壁セグメントで形成される。前部遮熱パネルの第2の実施形態において、前部壁は、パネルの縁部を越えて流れる冷却空気流を調量つまり計量するための手段で形成される。調量手段は、好ましくは、間隔を置いた（離間した）複数のピンによって形成される。後部遮熱パネルの第1の実施形態において、後部境界は後部壁で形成される。後部遮熱パネルの第2の実施形態において、後部境界はパネルの縁部を越えて流れる冷却空気流を調量つまり計量するための手段で形成される。調量手段は、好ましくは、複数のピンのアレイ（行列ないし配列）を有してなる。

【0010】

本発明はまた、ガスタービンエンジン燃焼器に関する。この燃焼器は、概略的には、外側サポートシェル（外側支持シェル）および内側サポートシェル（内側支持シェル）を有し、これらシェルは一緒に燃焼室を形成する。燃焼器はさらに、内側サポートシェルおよび外側サポートシェルに取り付けられた前部遮熱パネルの列（アレイ）と、内側サポートシェルおよび外側サポートシェルに取り付けられた後部遮熱パネルの列（アレイ）とを有している。前部遮熱パネルはそれぞれ、空気を燃焼室に通過させるための複数の希釈孔を有している。後部遮熱パネルはそれぞれ複数のレールを有している。各後部遮熱パネルは隣接する前部遮熱パネルに関してオフセットつまりずれており、これにより、各レールは希釈孔の1つと整列されている。

【0011】

本発明のさらに他の実施例によれば、遮熱パネルは少なくとも1つの室と、遮熱パネルを通過する冷却孔の第1のセットと、遮熱パネルを通過する冷却孔の第2のセットとを有している。冷却孔の第1のセットは、冷却孔の第2のセットとは異なる方向を有している。

【0012】

本発明のガスタービン燃焼器のその他の詳細、及びその他の目的並びにそれに伴う利点は、以下の詳細な説明および添付図面に示されている。添付図面において、類似の参照符号は類似の要素を表している。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1を参照して、ガスタービンエンジン用の燃焼器10は、半径方向外側のサポートシェル12と、半径方向内側のサポートシェル14とを有している。サポートシェル12および14は環状の燃焼室16を画定ないし規定している。燃焼室は、燃焼室において空気が平均的に流れる方向である、平均燃焼室空気流れ方向Mを有している。

【0014】

遮熱パネルないしライナーは、内側および外側サポートシェル14および12の高温側部を覆っている。前部遮熱パネル18のアレイおよび後部遮熱パネル20のアレイが外側サポートシェル12の高温側部を覆っており、また前部遮熱パネル22のアレイおよび後部遮熱パネル24のアレイが内側サポートシェル14の高温側部を覆っている。ナット26およびボルト28が、各遮熱パネル18、20、22、および24を、対応する内側および外側のサポートシェル14および12に結合するために使用される。

10

【0015】

図2に示した通り、インピンジメント冷却孔30は、各内側および外側サポートシェル14および12を貫通しており、空気などの冷媒を内側および外側サポートシェル14および12、および対応する遮熱パネル18、20、22、および24の間の空間に導入する。膜冷却孔32は、各遮熱パネル18、20、22、および24を貫通しており、冷却空気をパネルの低温側部31からパネルの高温側部33に通過させ、これにより、各パネルの高温側部33の上面に冷却空気膜の生成が促進される。図3において、前部外側遮熱パネル18の冷却孔32を通過する冷却空気流の大部分が第1の流れ方向Aを有するのに対し、前部内側遮熱パネル22の冷却孔32を通過する冷却空気流の大部分は第2の流れ方向Bを有しており、この流れ方向は第1の流れ方向Aとは異なることが示されている。

20

【0016】

次に図4を参照して、各前部パネル18および22の低温側部には、パネルの後縁部38の近傍に円周方向に配置された主希釈孔34および副希釈孔36がある。隆起したリム40が各主希釈孔34を圍繞ないし取り囲んでおり、隆起したリム42が各副希釈孔36を圍繞ないし取り囲んでいる。完全に組み立てられた燃焼器において、対向ないし向かい合うパネルの主希釈孔34および副希釈孔36は、半径方向で互に対向ないし向かい合っている。

30

【0017】

各前部遮熱パネル18および22はさらに、前部壁セグメント44、側部壁セグメント46、および後部壁セグメント48により形成される周辺部境界壁43を有している。これらのセグメントで形成される周辺部境界壁43は、半径方向に延在ないし伸びてサポートシェル12または14と接触する。各前部遮熱パネル18および22は、好ましくは約40度の円弧をなす。

【0018】

図4から明らかなように、各遮熱パネル18および22は複数の内部レールないしリブ50を含んでおり、これは軸方向に前部周辺部壁セグメント44から後部周辺部壁セグメント48に延在ないし伸びている。通常は、各レール50と整列される2つの取付用ポスト52と、各側部周辺部壁セグメント46に隣接して位置する2つの追加の取付用ポスト54が備えられる。レール50は周辺部壁セグメント44、46、48と同じ半径方向の高さを有している。レール50は周辺部壁セグメント44、46、48と共に、複数の円周方向に並ぶ独立の冷却チャンバ56を画定ないし規定している。またレール50は前部遮熱パネル18および22に構造的支持を提供する。

40

【0019】

独立の冷却チャンバ56を形成することは、冷却チャンバ56がパネル18および22の全面にわたって均一な冷却空気の分布を与える点において有利である。即ち、軸方向の内部レール50、および周辺部壁セグメント44、46、および48で形成される各パネルセクションに別れていることで、最適な圧力降下が保たれる。この圧力降下によって冷却

50

空気がそれぞれの遮熱パネル１８および２２の各セクションの膜冷却孔３２に押し込まれ、このため、それぞれの遮熱パネル１８および２２が、膜冷却孔３２による熱伝達および均一な膜流によって最適に冷却される。

【００２０】

仮に遮熱パネルがパネルの他の部分に較べて広い開放された部分のある領域を有する場合、この部分は流れに対する抵抗が小さいので、突破口すなわち吹き抜けが生じて冷媒が優先的にこの広い部分を通して流れる。この場合はこの部分から遠い膜冷却孔は冷媒が不足し、また空洞中で広い開放された部分に向かって流れる空気の交差流が、その軌跡において衝突噴流とぶつかってその冷却効果を低減させてしまう。この２つの現象の組み合わせによってパネルの金属温度の上昇が起こる。この問題は本発明の前部遮熱パネル１８および２２、および独立の冷却チャンバ５６の形成によって回避される。もし遮熱パネル１８および２２の一つで大きな吹き抜けが起こっても、金属温度の上昇は吹き抜けが生じている当該の冷却チャンバ５６に限定され、他の冷却チャンバ５６は設計温度で作動するので、遮熱パネル全体は安全にその位置に留まる。上記の説明からわかるように、前部遮熱パネルに本発明のような独立ないし別々の冷却チャンバ５６が備わっていない場合、遮熱パネルの広い部分のどこかで温度上昇が起こり、それが遮熱パネル全体に拡大する。このような状況では、取付用ポストが失われたときにパネルまたはその一部が外れることは避けられない。タービンモジュールが破裂または焼損によって損傷した場合、エンジン発火の危険性が高い。独立の冷却チャンバ５６を有する前部遮熱パネル１８および２２ではこの問題は避けられる。

【００２１】

次に図６を参照して、各々の前部遮熱パネル１８および２２には特に重要な２つの領域がある。すなわち希釈孔３４の前側の領域８２、および希釈孔３４の近傍の領域８４である。前側の領域８２の冷却孔３２は、図３に示したように、燃焼ガスの局所的旋回方向と一致する方向を有している。前部外側遮熱パネル１８の近傍における一般的な旋回方向は、前部内側遮熱パネル２２の近傍における旋回方向と反対である。各燃料噴射器（フューエルインジェクター）８６および各燃料噴射器ガイド（フューエルインジェクターガイド）８８から流出する気流が、旋回方向を決定する。従って、次の段落において注記する場所以外は、外側前部遮熱パネル１８の膜冷却孔３２は全て円周方向に対して正の方向に傾いた方向（つまり円周方向に対して正の傾きを有する方向）を有し、内側前部遮熱パネル２２の膜冷却孔３２はすべて円周方向に対して負の方向に傾いた方向（つまり円周方向に対して負の傾きを有する方向、）を有する。これは図３から明らかである。任意のパネル１８または２２の膜冷却孔３２は、後部遮熱パネル２０および２４の場合と異なり、冷却チャンバ中心線のどちら側においても正の方向と負の方向の混合を有していない。

【００２２】

遮熱パネル１８および２２について上述した冷却孔の方向の一つの例外は、軸方向に伸びるレール５０および取付用ポスト５２の近傍で生じる。図６および図７に示されるように、各レール５０の両側の冷却孔３２の方向は対応するレール５０の方に向かっていて、また、各取付用ポスト５２の近傍の冷却孔３２は冷却空気が取付用ポスト５２に向かって流れるような方向が付けられている。冷却孔３２は局所的に逆向きになっており、これにより膜冷却空気はレール５０およびポスト５２のフットプリント（これら部材が占める面積や形状）に向かうように、またそれを越えるように方向付け（指向）される。これはレールおよびポストのフットプリントの冷却を良くするためである。

【００２３】

図６および図７に示した通り、希釈孔３４の近傍では、膜冷却孔３２の密度、および図２に示される衝突冷却孔３０の密度が、領域８２と比較して増加されている。また、各希釈孔３４の近傍では、冷却孔３２は、対応する希釈孔３４の方に向けられている。これは、インジェクター８６からのスプレー円錐およびそれが同伴する高温ガスがその直径を増して遮熱パネル１８および２２に吹き付ける領域において、パネルからの熱除去を増加させるためである。加えて、燃料噴射器からの気流と希釈噴流との相互作用によって希釈孔の

まわりで高速、高乱流度の流れと渦が生じ、これが膜冷却の効果を低減させる。この２つの要因がどちらもパネル上の局所的な熱負荷を増加させる。従って、パネルを適切に冷却するために、インピンジメント冷却孔および膜冷却孔３０および３２からのより多くの冷却空気が必要になる。図７から明らかなように、希釈孔３４の近傍では膜冷却孔３２はファンのような形に配置されている。このように遮熱パネル１８または２２のその他の部分の膜冷却孔３２の方向から偏向させることで、希釈孔３４または３６の隆起したリム４０および４２のフットプリント上に膜冷却空気を直接に噴射することが可能になる。もし遮熱パネルの前部領域の膜冷却孔の方向を一方向に揃えるならば、希釈孔３４または３６の隆起したリムのフットプリント４０または４２の半分は冷却膜が得られない。上述のようにパネルのこの領域は熱負荷が高いので、冷却されないパネルの部分があることは極めて望ましくない。

10

【００２４】

次に図５を参照して、各後部遮熱パネル２０および２４はその低温側部に、前部壁セグメント５８と側部壁セグメント６０とで形成される周辺部境界壁を有している。各々の遮熱パネル２０および２４はまた、一方の側部壁セグメント６０から反対側の側部壁セグメント６０に延在する後部レール６２と、前部壁セグメント５８と後部レール６２の間に延在する複数の内部レール６４を有している。２つの取付用ポスト６６は通常、各々の内部レール６４と整列しており、２つの取付用ポスト６８が各々の側部壁セグメント６０に隣接して位置している。前部遮熱パネルの場合と同様に、周辺部壁セグメント５８および６０、後部レール６２、および内部レール６４は複数の円周方向に並ぶ独立の冷却チャンバ

20

【００２５】

図６および図９から明らかなように、各々の後部遮熱パネル２０、２４は対応する隣接の前部遮熱パネル１８、２２に関して、各々の内部レール６４が円周方向で主希釈孔３４と整列するように配置される。より基本的には、レール６４は半径方向で対向するライナーパネルの主希釈孔３４、従って主希釈孔３４から導入される主希釈空気の噴流とは円周方向にずらされている。

【００２６】

図６に示された、このような配列の利点は、各レール６４および各取付用ポスト６６のフットプリントが本質的に冷却困難であることから生じる。これらのフットプリントの冷却が困難であることは２つの理由による。第１にレール６４およびポスト６６は上記のように独立の冷却チャンバ７０を規定するためにサポートシェル１２、１４と接触しているので、これらに対して冷却空気を効果的に衝突させることができない。第２に、レール６４とポスト６６は円周方向にかなりの距離を占めるので、これらにまったく近接して位置し、フットプリントに向かって冷却膜を放出するように方向付けないし指向された膜冷却孔を用いても、フットプリント上に効果的な冷却膜を形成することは困難である。もしフットプリントが半径方向で対向する遮熱パネルの主希釈孔３４と整列するならば、このようなフットプリントの効果的な冷却の困難性がますます増加する。これは、主希釈噴流は円環を横切って侵入して半径方向で対向する遮熱パネルを掃気するからである。この掃気効果によって半径方向で対向する遮熱パネル上の冷却膜の冷却効果が低下したり、あるいはさらに半径方向で対向する遮熱パネル上の冷却膜がまったく吹き払われて、遮熱パネルが希釈噴流の高温の化学量論的剪断層に対して露出されてしまう可能性がある。これに対して副希釈孔３６から流出する副希釈噴流は円環を完全に横切っては侵入しない。よって、レールのフットプリントを、従って取付用ポスト６６を半径方向で対向する副希釈孔３６に整列させ、あるいは少なくともフットプリントを主希釈孔３４と整列させないことは、有利である。

30

40

【００２７】

図６および図８に示したように、各後部遮熱パネル２０および２４は、各冷却チャンバ７０の近傍に、軸方向に延在ないし伸びるジグザグ状（千鳥形）の線つまりジグザグ線７２を有しており、これは円周方向で内部レール６４および／または各冷却チャンバ７０の側

50

部境界を形成する側部壁セグメント60の中間に位置する。各ジグザグ線72の両側の膜冷却孔32は斜めの方向を向いており、かくして膜冷却孔32から流出する冷却膜はジグザグ線72の同じ側のレールまたは壁セグメントのフットプリントに向かうような円周方向の方向成分を有する。すなわち各ジグザグ線72の側74の孔32は正の方向を有し、ジグザグ線72の他の側76の孔32は負の方向を有する。結果として生じる円周方向の方向成分によって冷却膜がレールおよび取付用ポストのフットプリント上を流れ、レールおよびポストの冷却を助ける。ジグザグ線72は膜冷却孔の方向変化が冷却孔32の列ごとに円周方向に数度ずつ異なることによって定義される。こうすることで、冷却膜の被覆を持たない部分の面積が最小限度に抑えられる。もし膜冷却孔32の各列中の円周方向同一位置、例えば各冷却チャンバ70の中心線の位置における膜冷却孔方向の変化を一定にするならば、パネル上に冷却膜の被覆を持たない明瞭な軸方向の帯が生じるであろう。これがこの部分の金属温度をフルライフ用燃焼器に要求されるレベル以上に上昇させることが実証されている。遮熱パネル20、24において膜冷却孔32に正および負の方向を与えることのもう1つの利点は、それが後部遮熱パネル20および24の直前で燃焼室16に入る主希釈噴流の下流側の膜を保存するのに寄与することである。伴流渦または旋風に似た渦が横から流れに入る噴流の下流に生じる。このような渦は壁から出ていく噴流が壁から離れた後に、交差流との境界層に発生する。希釈空気噴流の周囲および後部に注入された冷却膜は、これらの伴流渦の一部となってパネル表面から剥ぎ取られる。冷却膜が剥ぎ取られた部分は、冷却膜が提供するべき高温燃焼ガスに対する保護が欠如するために、金属温度の上昇が起こる。後部遮熱パネル20および24の希釈噴流以降の膜冷却孔32の円周方向に対する方向によってこれらの伴流渦が強化され、あるいは除去される。膜冷却孔が円周方向に対してエンジン中心線に関して傾いている場合は、希釈噴流のすぐ下流でパネル温度が高くなり、さらにその下流で金属温度の高い部分が斑状に生じる。この斑状が円周方向に対する膜冷却孔の方向に従うという事実は、噴流の両側の伴流渦が表面から冷却膜を剥ぎ取ると同時に膜冷却孔の方向と同じ回転方向を有することを示している。これに対して、本発明の膜冷却孔のように、膜冷却孔32が希釈噴流以降で円周方向に対して希釈の対称平面78に向かって傾いている場合は、金属温度の上昇は起こらず、希釈噴流の下流での膜冷却効果に対する影響もない。横方向の噴流以降で冷却膜を反対向きの斜め方向に注入することは、伴流渦の形成を防止する。

【0028】

各後部遮熱パネル20、24には、膜冷却孔32が上述のように円周方向に対して傾いていない唯一の局所的領域がある。上流側の周辺部壁セグメント58の近傍の孔32は90度の方向を向いており、従ってこれらの孔からは冷却膜が円周方向に流出する。これには2つの理由がある。第1に膜冷却孔はパネルの低温側部からではなく高温側部から衝撃穿孔される。このような穿孔方向は、図10に示されるようにラップ型の孔32'を与えるので好ましい。ラップ型の孔32'はパネル20、24の低温側部31に比較的小きな直径を有しており、パネル20、24の高温側部33に比較的大きな直径を有している。このように高温側部33が比較的大きな直径を有することは、これによって冷却膜が高温側部の表面に吸着して拡散し、燃焼室16の内部に侵入しないので望ましい。90度の方向はまた、孔32'を形成する過程でのパネルへの構造的損傷を避けるのにも役立つ。第2に90度の角度とすることで、連続する孔列の間の軸方向の距離を比較的小さくし、かつ最初の列を周辺部壁セグメント58に極めて近接して位置させることができる。このことがまた、冷却膜がまだ形成されておらず、レール上の衝突冷却も不可能な、パネル20および24のこの重要な領域において、熱伝導による熱除去を増加させる。

【0029】

パネル20および24の別の実施形態において、斜め方向の膜冷却孔32は円周方向でレール64に近接する孔に限定されてもよい。この混合型の実施形態においては、残りの膜冷却孔32、即ち冷却チャンバ70の中心線に近い膜冷却孔の方向は0度、即ち平均燃焼器空気流れ方向Mに平行とされるか、または90度、すなわち平均燃焼器空気流れ方向Mに直角とされる。上述の全面的な斜め方向を含めて、これらの実施形態のどれを選択する

10

20

30

40

50

かは、外部の燃焼器気流の局所のおよび平均的な速度および乱流度、衝突冷却孔および膜冷却孔の密度すなわち連続する孔の間の円周方向および軸方向間隔、およびパネル形状に大きく依存している。後部遮熱パネル 20、24 においては、孔密度は他の実施形態と同じとして、0 度方向が他の方向すなわち 90 度および全面的な斜め方向と比較して最も低い金属温度をもたらす場合がある。しかしながら後部遮熱パネル 20、24 において全面的な斜め方向が 0 度および 90 度方向より有利な場合もある。

【0030】

次に図 11 および図 12 を参照して、前部遮熱パネル 18' および 22' の別の実施形態が図示されている。図 11 から明らかなように、パネル 18' は境界壁を有し、これは側部周辺部壁セグメント 46' および後部または後側周辺部壁セグメント 48' を含んでいる。周辺部壁セグメント 48' は半径方向に延在し、正しく置かれたときはサポートシェル 12 と接触する。これはパネル 18' の低温側部に衝突する冷却空気をパネルの膜冷却孔 32' の方へ流れさせ、且つそれを通して流出させるのに役立つ。壁セグメント 46' および 48' がサポートシェル 12 と接触することは、空気が膜冷却孔 32' をバイパスしてパネル 18' から流出するような漏洩通路をなくするのに役立つ。もし冷却空気が孔 32' をバイパスすれば、パネルの金属温度は疑いなく上昇する。この上昇はパネル孔による熱除去の欠如と、パネル孔 32' から流出する空気によって形成されてパネル 18' の高温側部を覆う空気膜による保護の欠如による。これに加えて、パネルの膜冷却孔 32' を通過した冷却空気はパネル表面の近傍に留まらず燃焼室 16 の中央部に向かって自由流出し易くなる。この空気はリッチ燃焼ゾーンの燃料分に富む混合気中で燃焼し、従ってパネル 18' に吹き付ける局所的なガス温度を上昇させると共に、汚染物質の生成を増加させる。

【0031】

図 11 から明らかなように、パネル 18' はまた複数の内部レール 50' を有しており、これはパネル 18' の低温側部を複数の冷却チャンバ 56' に分割している。複数の取付用ポスト 52' は、通常、内部レール 50' と整列している。また複数の取付用ポスト 54' が側部周辺部壁セグメント 46' の近傍に位置する。上述と同様に、パネル 18' はそれぞれ隆起したリム 40' に囲まれた複数の主希釈孔 34' と、それぞれ隆起したリム 42' に囲まれた複数の副希釈孔 36' を有している。

【0032】

パネル 18' は、前部周辺部壁セグメント 44 の代わりにパネル縁部を越えて流れる空気流を調量する手段を有する点において、パネル 18 と異なる。この調量手段は、好ましくは、円形のピン 90 のアレイとして形成される。図 11 から明らかなように、円形のピン 90 は複数の列をなしており、1 つの列のピン 90 は隣接する列のピン 90 とはずれている。ピン 90 はパネル 18' を離れる冷却空気を調量する。この空気はパネル 18' の前縁部 92 の冷却に利用されると同時に、バルクヘッドセグメント 94 の外側および内側の縁部およびリップの冷却に利用される。ピン 90 の間隔は所望の冷却効果、および縁部 92 を越えて流れる冷却空気の所望の流量が得られるような任意の間隔でよい。ピン 90 の前列は前縁部 92 の近傍に位置するように示されているが、ピン 90 の前列は必要に応じて前縁部 92 から引っ込んで、あるいは離間つまり距離を置いていてもよい。ピン 90 の高さは、パネル 18' が正しく置かれたときにピンの頭がサポートシェル 12 と接触するような高さである。

【0033】

サポートシェル 12 に取り付けられるパネル 18' のうち 1 枚は、イグナイタ（点火装置：図示せず）を受け入れる 1 つまたは 2 つ以上の開口部 96 を有してもよい。

【0034】

次に図 12 を参照して、内側サポートシェル 14 に装着される前部遮熱パネル 22' の別の実施形態が図示されている。上述と同様に、パネル 22' は側部壁レールセグメント 46' および後部周辺部壁 48' からなる境界、それぞれ隆起したリム 40' に囲まれた複数の主希釈孔 34'、それぞれ隆起したリム 42' に囲まれた複数の副希釈孔 36'、内

10

20

30

40

50

部レール 50'、および複数の独立の冷却チャンバ 56'を有している。取付用ポスト 52'は、通常は、内部レール 50'と整列しており、取付用ポスト 54'は側部壁セグメント 46'に近接または隣接して位置している。後部壁 48'は冷却空気が膜冷却孔 32'を通して流れ、かつパネル 22'の前縁部 98に向かうように案内するのに役立つ。

【0035】

パネル 22'もまた、前部周辺部壁 44の代わりにパネルの前縁部 98を越えて流れる冷却空気流を調量する手段を有する。この調量手段は好ましくは円形のピン 100の複数の列からなり、好ましくは 2列のピンからなる。図 12から分かるように、一つの列のピン 100は隣接する列のピン 100とずれている。上述と同様に、ピン 100の間隔は前縁部 98を越えてバルクヘッドセグメント 94へ流れる所望の冷却空気流量が得られるよう
10
な任意の間隔でよい。ピン 100の前列は前縁部 98の近傍に位置するように示されているが、ピン 100の前列は必要に応じて前縁部 98から引っ込んで、あるいは距離を置いていてもよい。ピン 100の高さはパネル 22'が装着されたときにピン 100がサポートシェル 14に接触するのに十分な高さである。

【0036】

パネル 18'とパネル 22'のいずれにおいても、パネルの前縁部からの熱除去を与える 2つの機構は低温側部におけるピンからの熱伝達、および冷却空気が絞られてパネルの高温側部表面に方向付けされるときに生じる膜層による高温ガスからの保護である。図 11
20
および図 12には図示されないが、パネル 18'およびパネル 22'はいずれも図 6に関連して図示および説明したような冷却孔 32の形状を備えている。

【0037】

図 1に示されるように、外側及び内側サポートシェル 12および 14はエンジンタービン段階のステーターベーン 102の第一列に結合されている。ステーターベーン 102は先頭波を発生し、これは燃焼器に損傷を与えてその供用時間を縮める恐れがある。パネル 20'
および 24'は先頭波による損傷の問題を回避するのに役立つ。

【0038】

次に図 13および図 14を参照して、各々のパネル 20'および 24'は少なくとも部分的に前部レール 58'および側部レール 60'で規定ないし画定される境界を有している。レール 58'および 60'は、パネル 20'および 24'が装着されたときに対応するサポートシェル 12または 14と接触し、これにより冷却空気を膜冷却孔 32を通して押し出し、またパネル 20'または 24'のそれぞれの後縁部 106に向かって押しやる働きをする。パネル 20'および 24'はまた複数の内部レール 64'を有し、これは低温側部に複数の冷却チャンバ 70'を形成する。複数の取付用ポスト 66'が通常、各内部レール 64'と整列しており、また複数の取付用ポスト 68'が側部レール 60'に近接
30
あるいは隣接して位置している。

【0039】

各パネル 20'および 24'はもはや後部レール 62を有していない。その代わりに、各パネル 20'および 24'は、対応するパネル 20'および 24'の後縁部 106を越えて流れる冷却空気流を調量する手段を有している。この調量手段は、対応するパネル 20'
40
および 24'の後縁部 106の近傍の円形のピンのアレイ 104を含んでいる。各々のアレイ 104の円形のピンは、パネル 20'および 24'が装着されたときに、対応するサポートシェル 12または 14まで延在する。

【0040】

ピンアレイ 104は複数の第 1のアレイセクション 108を含んでいる。図 13および図 14から明らかなように、各セクション 108はピン 112の複数の列を含み、隣接する列のピン 112は互い違いになっている。また各セクション 108は実質的に矩形のレール 114で囲まれている。各セクション 108は、第 1列のタービンステーターベーン 102の前縁部 116と整列している。

【0041】

レール 114とピン 112の緩いアレイとで作り出される別個の空所が、ベーンプラット
50

フォーム（図示せず）およびパネル後縁部 106 への冷却空気の供給を確保する。各タービンベーン 102 上の空気流の結果として前縁部 116 上に渦流構造が発生する。この渦が各ベーン 102 の全翼長にわたってベーンの吸引側および圧力側を包み込む。ベーンプラットフォームでは、この渦が後部遮熱パネル 20' および 24' からの低温側冷却空気および冷却膜と相互作用して強い 2 次気流系を発生する。発生した高圧の渦が、低温側部からの冷却空気の安定した流れを妨げ、燃焼室出口の翼長中間領域からの高温ガスをもたらす。上述のような流れ挙動の故に、ベーンの前縁部 116 に向かう冷却空気の流量を増加して渦流構造を洗い流し、高温ガスの領域をなくすることが必要になる。この流量増加はパネル後縁部 106 上の流れをレール 114 で分離することによって局所的に達成される。

10

【0042】

円周方向でベーン 102 とずれている領域では、調量手段は比較的密なピンアレイ 118 からなり、これは冷却空気の低い流量を意味する。ピンアレイ 118 はこの領域を設計金属温度以下に保ち、かつ膜冷却孔 32 からの適量の冷却空気流を保証するために設けられる。図 13 および図 14 からわかるように、各ピンアレイ 118 はピン 112 よりも直径の大きなピン 120 の互い違いになった複数の列からなる。さらに、隣接するピン 120 の間の間隔は隣接するピン 112 の間の間隔より小さい。必要に応じて、ピン 120 よりも小さな直径を有するピン 122 の 1 列が、焼損が起こった場合に犠牲になる部分、つまり犠牲ピンとして含まれてもよい。なぜなら焼損によってピン 120 の 1 列を失うのは望ましくないからである。このような損失はこの領域の流れ抵抗を大幅に低下させ、したがってパネルの膜冷却孔 32 に、必要な冷却空気の供給不足を起こさせる。ピン 122 は好ましくは隣接する列のピン 120 と互い違いになっている。

20

【0043】

また、ピンアレイ 108 および 118 はそれぞれその終わりの列 124 および 126 がそれぞれパネル 20'、24' の後縁部 106 の近傍にあるものとして示されているが、終わりの列 124 および 126 は後縁部 106 から距離を置いて、あるいは引っ込んでいてもよい。

【0044】

パネル 18' および 22' 上のピンアレイはパネル冷却空気の一部を 3 回にわたってパネルからの熱伝達に利用する事を可能にする。すなわち冷媒は 90 度の角度でパネルに衝突し、ピンを通過するときにパネルから熱伝達し、パネルの高温側部で膜を形成して熱がパネル内部に達するのを防ぐ。パネル 20' および 24' の後端部のピンアレイも同様の働きをするが、それに加えてタービンステーターベーンのプラットフォーム上に膜を形成してこれを保護する。さらにパネル 20' および 24' の、ベーン先頭波による燃焼器の損傷を防ぐための部分はベーンに向かって角度をつけられた緩い冷却ピンアレイを有する。これによって空気は先頭波に対抗してより高い全圧を維持できる。

30

【0045】

次に図 15 を参照して、後部遮熱パネル 20"、24" のもう 1 つの実施形態が示されている。この実施形態では、パネル 20"、24" は側部壁 160"、前部壁 158"、および複数の室 170" を画定する複数の内部レール 164" を有している。パネル 20"、24" は、複数の流れ調量セグメント 174" を有する後部壁 172" を有している。流れ調量セグメント 174" は互い違いのピン 176" のアレイで形成される。各パネル 20"、24" はパネルの後縁部 182" に近接して、あるいはそれから引っ込んで、互い違いのピン 180" のアレイを有する。ピン 180" はまたパネル後縁部 182" を越えて流れる冷却空気流を調量する手段としても機能する。ピン 180" は互い違いのピンの列として配置されてもよい。ピン 176" およびピン 180" の間の間隔が後縁部 182" を越えて流れる冷却空気の流量を決定する。パネル 20"、24" はまた、通常は各レール 164" と整列する一対の取付用ポスト 166" と、側部壁 160" の近傍に位置する一対の取付用ポスト 168" を有する。図 15 に示されていないが、各パネル 20"、24" は第 1 の所望の方向、例えば平均燃焼器空気流れ方向 M、を有する第一のセット

40

50

の冷却孔と、ポスト１６８”および１６６”、レール１６４”、および壁１６０”、１５８”および１６４”の近傍の追加のセットの冷却孔を有する。ポスト１６６”および１６８”の近傍の追加のセットの冷却孔はファン状に配置され、且つポスト１６６”および１６８”の方に向けられている。壁１６０”および１５８”、およびレール１５８”の近傍の冷却孔は好ましくは壁１６０”および１５８”、およびレール１５８”の方に向けられており、これらの部分に冷却空気を提供する。

【００４６】

図１６はガスタービンエンジンの燃焼器に用いられる後部遮熱パネル３２０の別の実施形態を示しており、これは外側後部遮熱パネルとしても、内側後部遮熱パネルとしても用いられる。パネル３２０は前部レール３２２、側部レール３２４、内部レール３２５、および後部レール３２６を有し、これらが複数の室３２７を形成している。領域３２８の冷却孔３２は真後ろ向きの孔であり、側部レール３２４がレール３２２および３２６とぶつかる場所の近傍の冷却孔はレールに向かって角度がつけられている。また、内部レール３２５および取付用ポスト３３０および３３２の近傍の冷却孔はそれぞれ内部レール３２５および取付用ポスト３３０および３３２に向かって角度がつけられている。パネル３２０はまたパネル縁部３３６を越えて流れる冷却空気流を調量するための複数列のピン３３４を有する。前述と同様にピン３３４の列は互い違いになっている。ピン３３４の直径と間隔が冷却空気の流量を決定する。必要に応じてレール３３８がピン３３４を囲んで設けられてもよい。

【００４７】

図１７には、内側および外側後部遮熱パネルとして使用される遮熱パネル３２０’のもう１つの実施形態が示されている。パネル３２０’は領域３２８の冷却孔３２が平均燃焼器空気流れ方向Ｍに対して９０度の方向に向けられている以外はパネル３２０と同様である。

【００４８】

以上の説明から、上述した目的、手段、および利点を完全に満足する、ガスタービンエンジン燃焼器用遮熱パネルが提供されることは明らかである。なお、以上の説明においては本発明を特定の実施形態に基づいて説明したが、上記説明から当業者には他の代替、変更、および変形が明らかである。従って、添付の特許請求の範囲はこれらの代替、変更、および変形を包含するように意図されている。

【図面の簡単な説明】

【図１】ガスタービンエンジン用燃焼器の断面図である。

【図２】図１の燃焼器におけるシェルおよび遮熱パネルライナーの部分図である。

【図３】図１の２Ａ－２Ａ線で切断した燃焼器の断面図である。

【図４】図１の燃焼器に用いられる各前部遮熱パネルの低温側部の上面図である。

【図５】後部遮熱パネルの低温側部を示した説明図である。

【図６】（ａ）、（ｂ）はそれぞれ、燃焼器における隣接する前部遮熱パネル、後部遮熱パネルの配置を示した説明図である。

【図７】前部遮熱パネルの一部の拡大図である。

【図８】後部遮熱パネルの一部の拡大図である。

【図９】前部遮熱パネルと後部遮熱パネルの配列の概略を示した説明図である。

【図１０】本発明の遮熱パネルに用いられる膜冷却孔を示した断面図である。

【図１１】外側前部遮熱パネルの別の実施例を示した説明図である。

【図１２】内側前部遮熱パネルの別の実施例を示した説明図である。

【図１３】外側後部遮熱パネルの別の実施例を示した説明図である。

【図１４】内側後部遮熱パネルの別の実施例を示した説明図である。

【図１５】前部遮熱パネルのさらに別の実施例を示した説明図である。

【図１６】後部遮熱パネルの他の別の実施例を示した説明図である。

【図１７】後部遮熱パネルの他の別の実施例を示した説明図である。

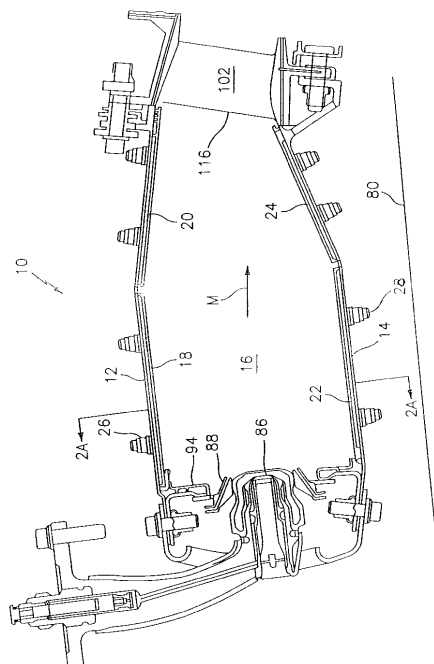
【符号の説明】

- 1 2 サポートシェル
- 1 4 サポートシェル
- 1 8 前部遮熱パネル
- 2 0 後部遮熱パネル
- 2 2 前部遮熱パネル
- 2 4 後部遮熱パネル
- 3 4 主希釈孔
- 3 6 副希釈孔
- 3 8 後縁部
- 4 3 周辺部境界壁
- 4 4 前部壁セグメント
- 4 6 側部壁セグメント
- 4 8 後部壁セグメント
- 5 0 内部レール
- 5 2 取付用ポスト
- 5 4 取付用ポスト
- 5 6 冷却チャンバ
- 5 8 前部壁セグメント
- 6 0 側部壁セグメント
- 6 2 後部レール
- 6 4 内部レール
- 6 6 取付用ポスト
- 6 8 取付用ポスト
- 7 0 冷却チャンバ

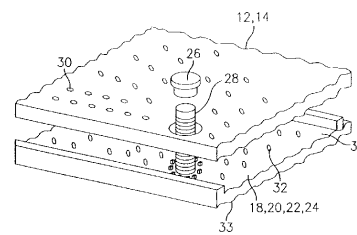
10

20

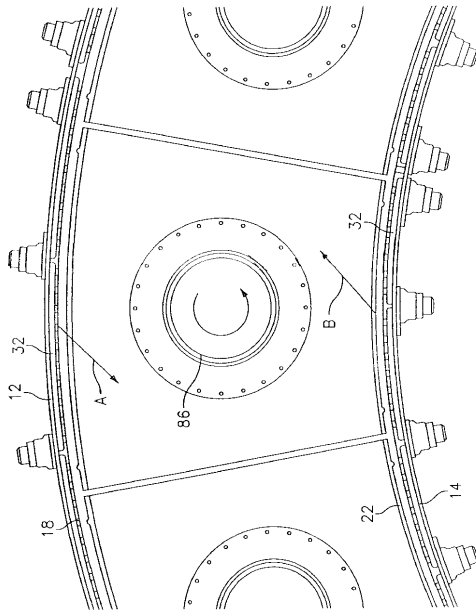
【図 1】



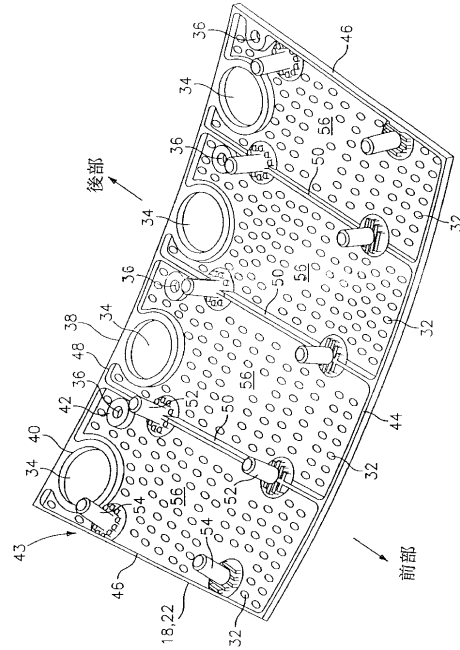
【図 2】



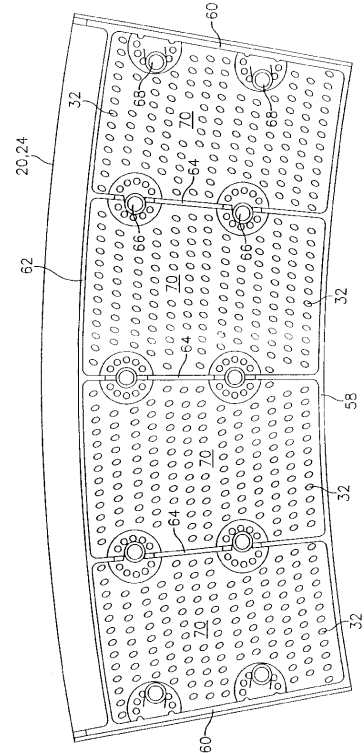
【図 3】



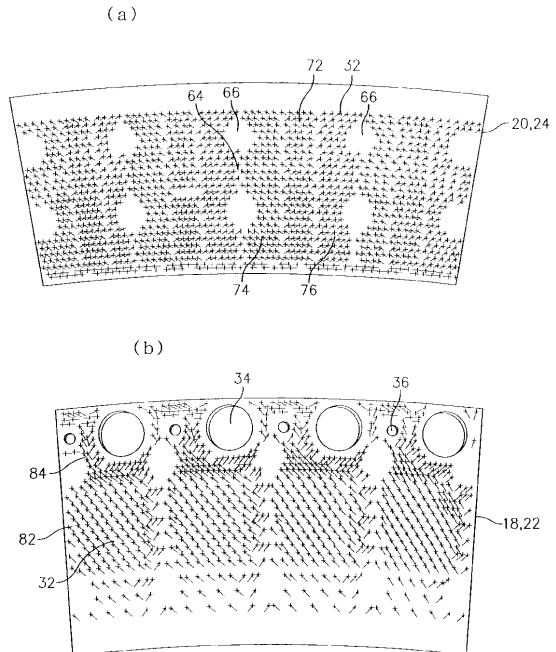
【図 4】



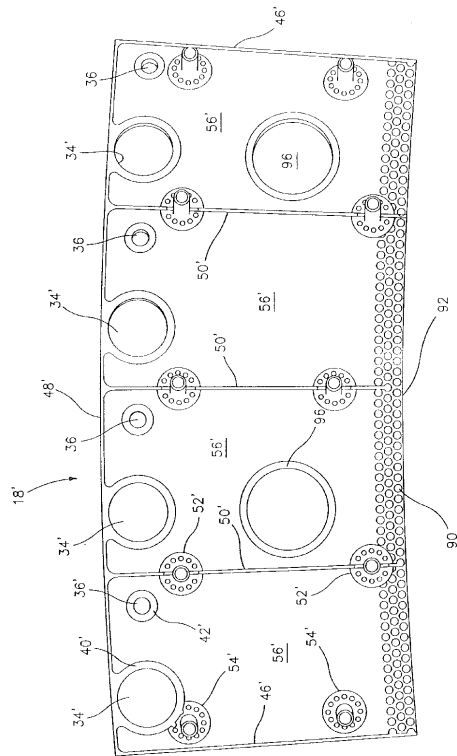
【図 5】



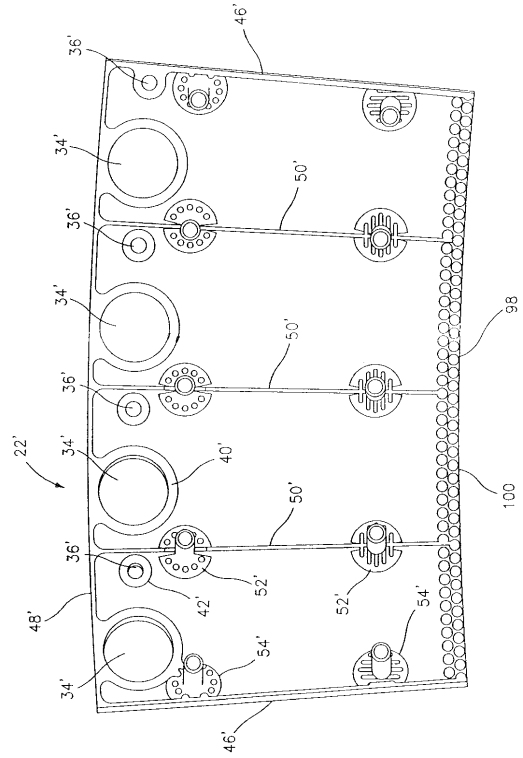
【図 6】



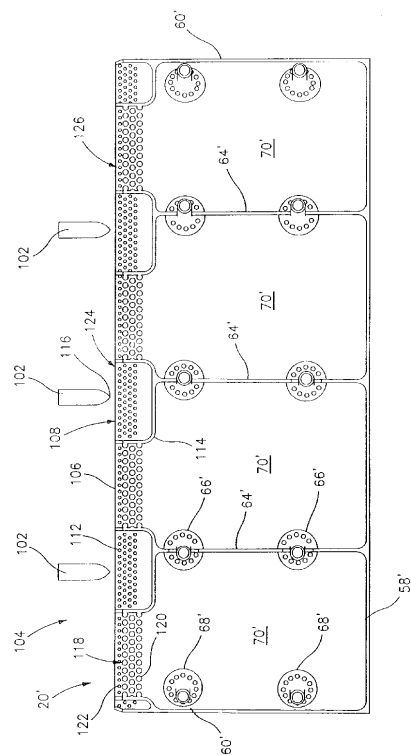
【図 1 1】



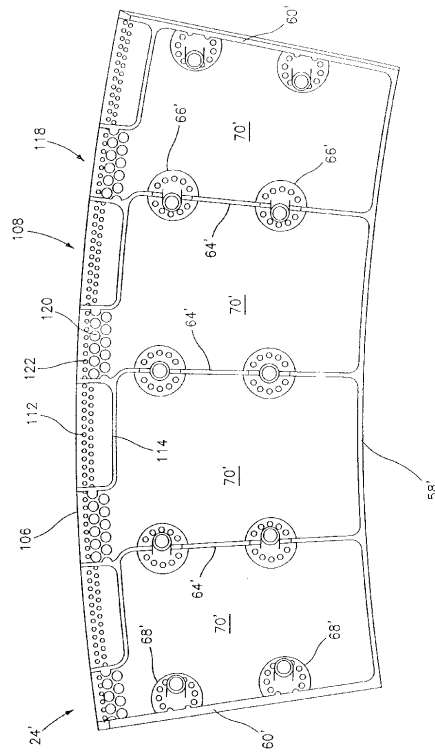
【図 1 2】



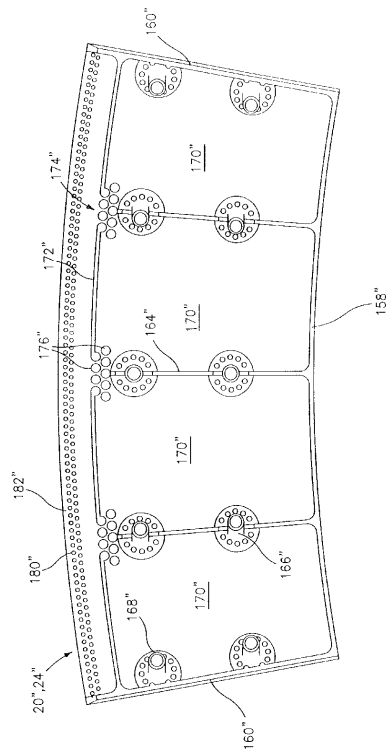
【図 1 3】



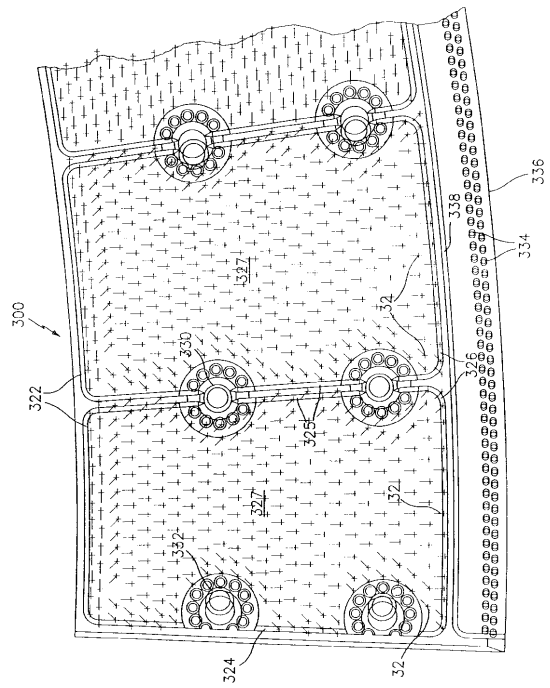
【図 1 4】



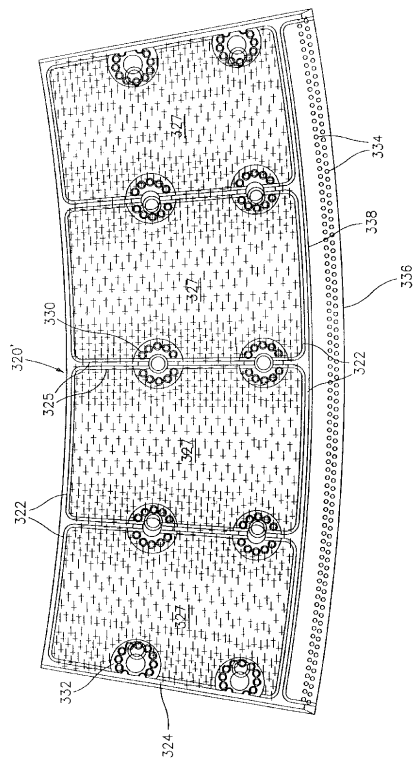
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョセフ ディー コグラン サード
アメリカ合衆国, コネチカット 06073, サウス グラストンベリー、ストッケイド ロード
138
- (72)発明者 ジェイムズ ビー. ホーク
アメリカ合衆国, コネチカット 06084, トランド, シャンダ レーン 63
- (72)発明者 アラン ジェイ. ゴースキウス
アメリカ合衆国, コネチカット 06447, マールバーラ、ジョーンズ ホロー ロード 93

審査官 中川 隆司

- (56)参考文献 米国特許第05758503 (US, A)
欧州特許出願公開第01195559 (EP, A1)
特開2000-274686 (JP, A)
特開平11-247621 (JP, A)
特開平09-119322 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23R 3/06,16,26
F23R 3/42,58
F02C 7/18,24
F01D 25/12,24,26