

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5511352号
(P5511352)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 D 5/18 (2006.01)	FO 1 D 5/18
FO 2 C 7/18 (2006.01)	FO 2 C 7/18 A
FO 1 D 9/02 (2006.01)	FO 2 C 7/18 C
	FO 2 C 7/18 E
	FO 1 D 9/02 102

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-283250 (P2009-283250)
(22) 出願日	平成21年12月14日 (2009.12.14)
(65) 公開番号	特開2010-144722 (P2010-144722A)
(43) 公開日	平成22年7月1日 (2010.7.1)
審査請求日	平成24年11月1日 (2012.11.1)
(31) 優先権主張番号	08021833.2
(32) 優先日	平成20年12月16日 (2008.12.16)
(33) 優先権主張国	欧洲特許庁 (EP)

(73) 特許権者	390039413 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト Siemens Aktiengesellschaft ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン Wittelsbacherplatz 2 , Germany
(74) 代理人	100075166 弁理士 山口 嶽
(74) 代理人	100133167 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】壁を冷却するための多重インピンジメント複合体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却流体によって壁を冷却するための多重インピンジメント複合体であって、多重インピンジメント複合体が壁の表面と平面的且つ熱伝導可能に接触可能(17)であり、またピンホールとして形成されてピンホール層(2)の面上に分散配置される複数の貫通孔(3)を備えた複数のピンホール層(2)と複数のウェブ層(6)とを有し、これらのウェブ層がピンホール層(2)と交互に重ねて配置されかつそれぞれ複数のウェブ(7)を有し、これらのウェブがピンホール層(2)の面上に分散配置されかつそれぞれピンホール層を橋絡しており、一方のウェブ層(6)の各ウェブ(7)が他方のウェブ層(6)の各1つのウェブ(7)と一直線に並べて配置されており、一方のピンホール層(2)の各貫通孔(3)が隣接ピンホール層(2)の貫通孔(3)に対してずらして配置されており、これにより多重インピンジメント複合体(1)がその一方の平坦面(16)に冷却流体を加圧付加されているとき冷却流体が貫通孔(3)内を流れ、かつウェブ(7)とピンホール層(2)との間にある空隙(8)を貫流し、これによりウェブ(7)内に壁から導かれる熱流(15)が前記冷却流体で排出可能であり、前記ウェブ(7)の長手方向がピンホール層(2)に対して垂直に延びてあり、前記ウェブ(7)が長方形格子状にピンホール層(2)の面にわたって均一に分散配置されており、かつ、直接隣接する4つのウェブ(7)に対して貫通孔(3)がそれぞれ等距離に配置されており、さらに、4つのウェブ(7)の間に生じる空隙(8)が一方のピンホール層(2)または他方のピンホール層(2)のいずれかに貫通孔(3)の1つを有し、貫通孔(3)が互い違いに配置されているも

10

20

のにおいて、

前記ウェブ(7)が、対向する2つの鈍角エッジ(12)と対向する2つの鋭角エッジ(11)とを備えた、面取りされた菱形状の横断面(10)を有することを特徴とする多重インピングメント複合体。

【請求項2】

複数の鋭角エッジ(11)と交差する仮想線上にそのピンホール層(2)の複数の貫通孔(3)があり、多重インピングメント複合体(1)がその一方の平坦面(16)に冷却流体を加圧付加されているとき、これらの貫通孔(3)を通して4つのウェブ(7)の間に形成された空隙(8)内に冷却流体が流出する請求項1記載の多重インピングメント複合体。

10

【請求項3】

複数の鈍角エッジ(12)と交差する仮想線上にそのピンホール層(2)の複数の貫通孔(3)があり、多重インピングメント複合体(1)がその一方の平坦面(16)に冷却流体を加圧付加されているとき、これらの貫通孔(3)を通して4つのウェブ(7)の間に形成された空隙(8)内に冷却流体が流入する請求項1または2記載の多重インピングメント複合体。

【請求項4】

貫通孔(3)の箇所でピンホール層(2)の板面が面取りされている請求項1ないし3のいずれか1つに記載の多重インピングメント複合体。

【請求項5】

多重インピングメント複合体(1)が壁の表面と平面的且つ熱伝導可能に接触(17)している請求項1ないし4のいずれか1つに記載の多重インピングメント複合体を有する壁。

20

【請求項6】

多重インピングメント複合体がウェブ層(6)の1つで前記壁に当接しており、この壁が複数の貫通孔(3)を有し、こうして壁がピンホール層(2)の1つとして形成されている請求項5記載の壁。

【請求項7】

請求項1ないし4のいずれか1つに記載の多重インピングメント複合体(1)を製造するための方法であって、多重インピングメント複合体の個々の層をスクリーン印刷法で順次印刷するステップを含み、2つのピンホール層(2)および1つのウェブ層(6)用にそれぞれスクリーンマスクが作製され、このスクリーンマスクを通してペーストが加圧される方法。

30

【請求項8】

前記ペーストが金属粉末と結合剤とを有する請求項7記載の方法。

【請求項9】

前記スクリーンマスクが金属フィルムから光化学的に製造される請求項7または8記載の方法。

【請求項10】

請求項1ないし4のいずれか1つに記載の多重インピングメント複合体(1)を製造するための方法であって、一定した横断面の層から多重インピングメント複合体(1)の複数のブロックを予め作製するステップと、これらのブロックを予備乾燥して積重ねるステップとを含む方法。

40

【請求項11】

多重インピングメント複合体(1)が焼結される請求項7ないし10のいずれか1つに記載の方法。

【請求項12】

ピンホール層(2)の板厚がウェブ層(6)の厚さと同じオーダーである請求項7ないし11のいずれか1つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、壁を冷却するための多重インピングメント複合体、多重インピングメント複合体を有する壁、そして多重インピングメント複合体を製造するための方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

内燃機関、特にガスタービンでは高い運転温度が存在し、高温ガスを案内する部品は高い熱負荷に曝されている。ガスタービンの運転時に高温ガスが、高温ガスを送る部品の最高許容運転温度より上の温度に達したなら、高温ガスを送る部品は害を受けないように冷却しなければならない。ガスタービンでは従来、高温ガスを送る部品はガスタービンの圧縮機から分岐される冷却空気で冷却される。そのことからガスタービンの効率低下が生じるので、極力低い冷却空気消費量とすることに努められ、そのため冷却空気は極力効率的に利用されねばならない。現在、ガスタービンの極力高い効率を達成するために、現在の一般的な冷却空気消費量を半分にするように努められている。

10

【0003】

高温ガスを案内する部品は、片面で高温ガスと接触しあつ反対面を冷却空気で冷却される壁を有する。冷却空気によってこの壁から熱流が排出され、これによりこの壁の高温ガスに向き合う面は高温ガス温度よりも低い接触温度を有する。高温ガスとは反対の壁面に、冷却空気で洗流される多孔質構造体を設けることが知られている。この多孔質構造体が壁に当接しており、熱伝導と熱放射とによって熱が壁から多孔質構造体に伝達される。多孔質構造体はそれ自体その全体積で熱を冷却空気に放出し、この冷却空気で熱を多孔質構造体から排出することができる。

20

【0004】

多孔質構造体によって例えば翼端壁、動翼上のリングセグメント、移行壁、そしてバーナ壁を冷却することができ、これらの壁はほぼ平らに延びている。それゆえに、所望の熱流を壁から冷却空気に伝達できるようにするために構造体はこれらの壁に比較的僅かな体積を持つ必要があるだけである。さらに、壁を通して冷却空気を高温ガス流れに伝える多数の膜冷却穴を壁が有することができ、これにより高温ガス側壁表面に冷却空気の膜を生成することが知られている。多数の膜冷却穴を設けることにより冷却空気は多孔質構造体から高温ガス流れ内に流出し、壁に対して垂直に多孔質構造体の均一な流通が達成されている。冷却空気穴を設けることによってさらに、高温ガス側で膜冷却がその理想的限界である噴出流冷却に近づくことができる。これにより同時に、最適に断熱する冷却空気膜が壁の高温ガス側表面に生じる。

30

【0005】

多孔質構造体は例えば金属発泡体から製造しておくことができ、この金属発泡体は従来の製造プロセスに基づき、細孔幅がランダムに分布した不規則構造のみを有する。金属発泡体はその製造が安価であるが、しかし大きな欠点を有する。例えば金属発泡体内で細孔が部分的に閉鎖されており、これにより細孔の幅が過度に小さくなり、これら細孔が閉塞する虞がある。さらに、金属発泡体はその内部に鋭角エッジを有し、これにより冷却空気が金属発泡体を流通するとき圧力損失の高まることがある。さらに、この金属発泡体はその内部に、細孔を限定する多数のウェブ(クモの巣状の連結部)を有し、確率的に一定のウェブ直径は熱伝導にとって不利である。さらに、多孔質構造体の壁に丸みが形成されてはいない。

40

【0006】

さらに、基本的にあらゆる任意の最適幾何学形状を有することのできるデザインド多孔質構造体(特別に設計された多孔質構造体)が知られている。このデザインド多孔質構造体は例えば「選択的レーザ溶融」または「選択的焼結」の製造方法で製造することができる。しかしこれらの製造方法では欠点として、最大6 PPI(1インチ当たり細孔数)までのデザインド多孔質構造体と最低0.6~1mmのウェブ厚をそれらで製造できるだけである。しかしながらこのように製造されたこれらのデザイン構造体は上で指摘した平面的

50

な被冷却壁用には適していない。というのも、このためには 40 ~ 50 PPI の PPI 率が必要であろうからである。さらに、「選択的レーザ溶融」はきわめて時間を要し、費用がかかる。従って、現在製造することのできるデザインド多孔質構造体は例えば翼端壁、動翼上のリングセグメント、移行壁およびバーナ壁を冷却するにはなお大きな欠点を有する。

【0007】

図 4 にデザインド多孔質構造体 101 が示してある。このデザインド多孔質構造体 101 が多数の細孔 102 を有し、細孔を形成しているウェブ 103 が節点 104 で交わる。デザインド多孔質構造体 101 の高い熱伝達は、デザインド多孔質構造体 101 を冷却空気が流通するときの反復する多数の渦み点流れに起因している。図 4 に示す角錐の形状を有する細孔 102 の 1 つによって冷却空気流れが加速され、冷却空気流れがウェブ 103 の 1 つまたは節点 104 の 1 つに衝突し、高い局所熱伝達が生じる。そこから冷却空気流れは次の開口によって再び加速され、次の節点 104 またはウェブ 103 に衝突する。しかしながら 6 PPI 構造を有するデザインド多孔質構造体 101 では、平らな部材のときに利用可能な限られた体積において所要の熱を冷却空気に伝達するには、体積当たり利用可能な渦み点流れの数が少なすぎる。多孔質構造体 101 の熱伝達能力は、極端な場合にデザインド多孔質構造体 101 の全体積が、さらに小単位の衝突冷却流れの構成とされることによってのみ、即ち、衝突冷却の数もしくは PPI 率の増加に伴って高めることができる。多孔質構造体 101 が従来は十分な細かさで製造可能でないことが問題である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、壁を冷却するための多重インピングメント複合体、多重インピングメント複合体を備えた壁、そして多重インピングメント複合体を製造するための方法を提供することであり、多重インピングメント複合体の流通時に多数の衝突冷却流れが生成可能であり、これにより多重インピングメント複合体で壁は効率的に冷却可能である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る多重インピングメント複合体は被冷却壁の表面と平面的且つ熱伝導可能となるように接触可能であり、ピンホールとして形成されてピンホール層の面上に分散配置される多数の貫通孔を備えた多数のピンホール層と多数のウェブ層とを有し、これらのウェブ層はピンホール層と交互に重ねて配置されかつそれぞれ多数のウェブを有し、これらのウェブはピンホール層の面上に分散配置されかつそれぞれピンホール層を橋絡しており、一方のウェブ層の各ウェブは他方のウェブ層の各 1 つのウェブと一直線に並べて配置されており、一方のピンホール層の各貫通孔は隣接ピンホール層の貫通孔に対してずらして配置されており、こうして多重インピングメント複合体がその一方の平坦面に冷却流体を加圧付加されているとき冷却流体は貫通孔内を流れ、その後、ウェブとピンホール層との間にある空隙を貫流し、これによりウェブ内に壁から導かれた熱流はこの冷却流体で排出可能である。

【0010】

つまり多重インピングメント複合体は複数ピンホール層を有し、これらのピンホール層は重ねて配置されており、また互いにずらして配置される複数の貫通孔を有する。これらの貫通孔によって冷却流体はカスケード状にそれぞれその下にある平面で衝突冷却流れにできる。最後の（高温）平面または最初の（低温）平面は、衝突冷却平面よりもかなり厚くしておくことのできる壁である。これらの平面は、ピンホール層の接合要素として形成される複数のウェブによって互いに接合されている。これらのウェブによって熱が被冷却壁から別の平面へと導かれ、その衝突冷却流れ内で熱は同様に伝達することができる。このためウェブは一直線に並んで重なっている。ウェブに沿って熱伝導率が高くなるようにウェブはそれぞれ極力大きな横断面積を有する。しかしながら、ウェブによって引き起こされる冷却流体流れの圧力損失とそれに伴って衝突冷却流れ内で熱伝達が損

10

20

30

40

50

なわれることが過度に大きくならない程度にのみ、ウェブの横断面積は大きく選択されている。ウェブ横断面積の概略値は貫通孔の間隔からも与えられる。

【0011】

高温の被冷却壁との距離が大きくなると、冷媒によって吸収される熱流の割合は減少する。従って、壁から遠く離れた衝突冷却層では冷媒によって吸収される熱流の割合が少ない。これにより、多重インピングメント複合体の厚さは所要最大程度に限定すれば十分であり、多重インピングメント複合体は予め決定した熱伝達性能と特定の圧力損失とに合わせて設計された十分な数のピンホール層およびウェブ層を有する。多重インピングメント複合体の幾何学形状はその総熱伝達とその全圧力損失とに関して最適化することができる。ウェブ間の間隔と貫通孔間の間隔は1mm未満から数センチメートルまでとすることができます。こうしてこの多重インピングメント複合体はデザインド多孔質構造体の一つの特殊事例として形成されており、多重インピングメント複合体は幾何学的に高度に構造化されている。

【0012】

多重インピングメント複合体には濾み点流れの他になお別の熱伝達機構も現れる。従来のデザインド多孔質構造体では濾み点流れの領域が、冷却流体の当る構造要素の領域によって形成されるごく小さな横断面に限定されている。これにより体積当たり極力多くの濾み点の集中が不可欠であり、これにより多孔質構造体の高いPPI率が要求されている。多重インピングメント複合体では、高い濾み点熱伝達の領域が隣接ウェブ層間の空隙全体に広がっている。これによりウェブと貫通孔との間の間隔は、PPI 40~50のデザインド多孔質構造体において不可欠なほどに小さくする必要がまったくない。それに加えて、横に伝搬する衝突冷却流体がウェブに衝突することによって乱流が生じ、この乱流はこれらのウェブとさらに下流側にある衝突表面とに対して濾み点領域自体内と同様に高い熱伝達をもたらす。こうして、ウェブと貫通孔との間の間隔をPPI 40~50よりもはるかに大きくしておくことができるにもかかわらず、多重インピングメント複合体の内側表面全体で高い熱伝達が行なわれる。

【0013】

好ましくはウェブの長手方向がピンホール層に垂直に延びている。好ましくはさらに、ウェブは長方形格子状にピンホール層の面にわたって均一に分散配置されている。貫通孔は好ましくはそれ直接隣接する4つのウェブから等距離に配置されており、4つのウェブの間に生じる空隙は好ましくは一方のピンホール層または他方のピンホール層のいずれかに貫通孔の1つを有し、貫通孔は互い違いに配置されている。

【0014】

ウェブは好ましくは円形横断面を有する。これに替えて、対向する2つの鈍角エッジと対向する2つの鋭角エッジとを備えた、面取りされた菱形状の横断面（以下、槍先形横断面という。）をウェブが有すると好ましい。好ましくはさらに、鋭角エッジと交差する仮想線上にそのピンホール層の（隣接ピンホール層の）複数の貫通孔があり、多重インピングメント複合体がその一方の平坦面に冷却流体圧力を付加されているとき、これらの貫通孔を通って4つのウェブの間に生じる空隙内に冷却流体が流出する。好ましくはさらに、鈍角エッジと交差する仮想線上にそのピンホール層の（隣接ピンホール層の）複数の貫通孔があり、多重インピングメント複合体がその一方の平坦面に冷却流体圧力を付加されているとき、これらの貫通孔を通って4つのウェブの間に生じる空隙内に冷却流体が流入する。これにより、鈍角エッジへの衝突点と各平面の流出貫通孔との間で冷却流体の流れの均一加速が達成される。こうして冷却流体流れの剥離が阻止される。この剥離は例えば円形横断面のウェブの場合最も狭い流通横断面の背後で起き、下流側で「風陰」内にあるウェブ表面で熱伝達を著しく減退させるであろう。例えば冷却流体流れの乱流等のすべての流れ効果はウェブによって形成される空隙内で存続し、こうしてウェブの槍先形構成が多重インピングメント複合体の最適化である。

10

20

30

40

50

【0015】

好ましくは、貫通孔の箇所でピンホール層の板面が丸くされ即ち面取りされている。これにより多重インピンジメント複合体内で圧力損失が減少しており、これにより、多重インピンジメント複合体に付加すべき冷却流体の圧力を低下させることができる。ピンホール板とウェブとの間の移行部をさらに丸くすることによってピンホール板およびウェブ内での応力は有利なことに過剰な応力集中が阻止されているように分布することになる。本発明に係る壁は、壁の表面と平面的且つ熱伝導可能に接触する多重インピンジメント複合体を有する。好ましくは多重インピンジメント複合体がウェブ層の1つで壁に当接しており、好ましくは壁が多数の貫通孔を有し、こうして壁はピンホール層の1つとして形成されている。壁の貫通孔分布密度は、有利にはピンホール層の貫通孔分布密度とまったく同じ大きさに選択しておくことができ、こうして壁に対して垂直に向く最適流れが可能となる。さらに、壁に貫通孔を互いに密に並べて設けて噴出流冷却効果を最適に利用することができる。しかし壁の細孔密度はピンホール板の細孔密度と異なるようにすることもできる。

10

【0016】

多重インピンジメント複合体を製造するための本発明に係る方法は、多重インピンジメント複合体の個々の層をスクリーン印刷法で順次印刷するステップを含み、2つのピンホール層および1つのウェブ層用にそれぞれ1つのスクリーンマスクが作製され、このスクリーンマスクを通してペーストが加圧される。好ましくはペーストが金属粉末と結合剤とを有する。好ましくは多重インピンジメント複合体が焼結される。好ましくは、ピンホール板の厚さがウェブ層の厚さと同じオーダーである。好ましくはさらに、スクリーンマスクが金属フィルムから光化学的に製造される。スクリーン印刷法では多重インピンジメント複合体の個々の層が順次印刷され、各層（合計2つのピンホール層と1つのウェブ層）用にそれぞれ1つのスクリーンマスクが作製される。印刷自体のとき各層用にスクリーンマスクの細孔を通して金属粉末と結合剤とから成るペーストが加圧され、好ましくはペーストは後に全体として焼結される。例えば配合、乾燥時間、収縮寸法等のプロセスパラメータが既知であると、このプロセスは安価に大量連続生産で行うことができる。

20

【0017】

多重インピンジメント複合体を製造するための本発明に係る別の方法は、一定した横断面の層から多重インピンジメント複合体の複数のブロックを予め作製するステップと、これらのブロックを予備乾燥して積重ねるステップとを含む。好ましくは、多重インピンジメント複合体が焼結される。好ましくは、ピンホール板の厚さがウェブ層の厚さと同じオーダーである。多重インピンジメント複合体の複数のブロックが予め作製されると、これらのブロックは予備乾燥され、正確に積重ねられ、引き続き焼結プロセスで互いに接合される。多重インピンジメント複合体製造時の高い作製精度のための基礎はブロック用型を高精密に製造することである。この型は例えば光化学的方法によって作製され、この方法は金属フィルムから製造される型の個々の層に応用される。

30

【0018】

さらに代案として、多重インピンジメント複合体を製造するための本発明に係る他の方法は、薄い金属フィルムから複数のピンホール層および複数のウェブ層を作製するステップと、これらの金属フィルムを重ねて多重インピンジメント複合体を形成するステップと、「液相拡散接合」によってこれらの金属フィルムを接合するステップとを含む。従って金属フィルムは直接積重ねられ、「液相拡散接合」によって接合され、金属フィルムは光化学的に、製造すべき多重インピンジメント複合体の個々のポジ型の層へと成形される。

40

【0019】

ウェブおよび貫通孔の格子寸法が約1mm以下であると、有利にはスクリーン印刷法を応用することができる。しかしウェブ間の間隔が大きくなると、張り出し部に印刷されるフィルムがちぎれる虞がある。しかし、予備乾燥された焼結体／結合剤材料から予め作製されたブロックを有する多重インピンジメント複合体を製造するための方法はウェブおよび貫通孔の格子寸法が10mm以上の場合に利用することができる。個々の金属フィルム

50

の「液相拡散接合」は格子寸法が 10 mm 以上と大きい場合に利用することができる。

【0020】

以下、添付した略図面に基づいて本発明に係る多重インピンジメント複合体の好ましい実施形態が説明される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】多重インピンジメント複合体の本発明に係る第1実施形態の斜視部分図である。

【図2】多重インピンジメント複合体の本発明に係る第2実施形態の横断面の平面図である。

【図3】多重インピンジメント複合体の本発明に係る第1実施形態の斜視図である。 10

【図4】従来のデザインド多孔質構造体の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1～図3から明らかとなるように多重インピンジメント複合体が多数のピンホール層2を有し、これらのピンホール層に格子状に形成された多数の貫通孔3が設けられている。貫通孔3内を冷却流体が流れ、貫通孔はそれぞれ流入側4と流出側5とを有する。

【0023】

さらに多重インピンジメント複合体1が多数のウェブ層6を有し、これらのウェブ層はそれぞれ2つの隣接したピンホール層2の間に配置されており、多重インピンジメント複合体1は複数のピンホール層2と複数のウェブ層6とで形成されるサンドイッチ構造体を有する。ウェブ層6は多数のウェブ7で形成されており、これらのウェブは貫通孔3と同様に格子状に配置されており、その長手方向はピンホール層2に垂直である。これにより各ウェブ7で2つの隣接ピンホール層2の間の間隔が橋絡されており、熱は一方のピンホール層2からウェブ7を介して他方のピンホール層2へと伝達することができる。 20

【0024】

ウェブ層6の1つにおいて隣接ウェブ7の間に空隙8が形成されており、複数のうち1つの貫通孔3の流入側4または複数のうち1つの貫通孔3の流出側5のいずれかがこの空隙に開口している。これにより貫通孔3は互い違いに配置されている。

【0025】

一方のウェブ層6のウェブ7が他方のウェブ層の直接隣接するウェブとそれぞれ一直線に並べて配置されており、図1の多重インピンジメント複合体の本発明に係る第1実施形態においてウェブ7はそれぞれ円形横断面9を有する。それに対して図2の多重インピンジメント複合体の本発明に係る第2実施形態によればウェブ7が槍先形横断面を有し、この横断面は2つの対向した鋭角エッジ11と2つの対向した鈍角エッジ12とによって形成されており、鋭角エッジ11と鈍角エッジ12は槍先形横断面10の周縁を巡って交互に配置されている。複数のうち1つのウェブ7の槍先形横断面10の両方の鋭角エッジ11と交差する仮想線上に、空隙8を基準に、空隙8に向き合う流出側5を有する貫通孔3がある。同様に、ウェブ7の槍先形横断面10の鈍角エッジ12内を延びる仮想線上に、空隙8を基準に空隙に向き合わせて貫通孔3の流入側4がある。 30

【0026】

図1と図3の下に、多重インピンジメント複合体1の被冷却壁と平面的且つ熱伝導可能に接触可能な平坦面17が設けられている。この平坦面17とは反対側で多重インピンジメント複合体1に、冷媒を加圧付加可能な平坦面16が設けられている。冷媒は貫通孔3内を流れ、流出側5で、主流れ13を有する空隙8の1つに流入する。貫通孔3の直径が空隙8の幅よりも小さいことによって、空隙8内で冷却流体の乱流14が生じる。その後に横流れ14が生じ、この横流れはピンホール層2上での主流れ13の衝突点16から、次の平面でずらして配置されている貫通孔3の流入口4へと流れる。その後、冷却流体は貫通孔3の流入側4で空隙8から主流れ13として再び流出し、貫通孔3の流出側5を介してその下にある空隙8に達する。主流れ13とは逆に、ウェブ7によって壁から伝達されて熱流15が生じる。熱流15は主流れ13の方向に見て空隙8から空隙8へと対流熱 50

伝達によって冷却流体に伝達され、こうして冷却流体で壁が冷却可能であり、それに加えて、各ピンホール層 2 に流れ込む熱流はピンホール層 2 に垂直に衝突する主流れ 13 によって冷却流体で部分的に吸収される。こうして全体として、ピンとフィンとから成る構成の衝突冷却と対流冷却との組合せによって多重インピンジメント複合体 1 の冷却が起きる。

【符号の説明】

【0027】

1 多重インピンジメント複合体

2 ピンホール層

3 貫通孔

10

6 ウエブ層

7 ウエブ

8 空隙

9 円形横断面

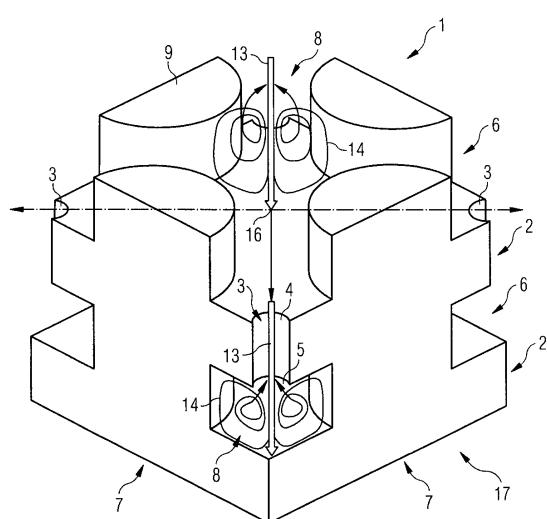
10 槍先形横断面

11 導角エッジ

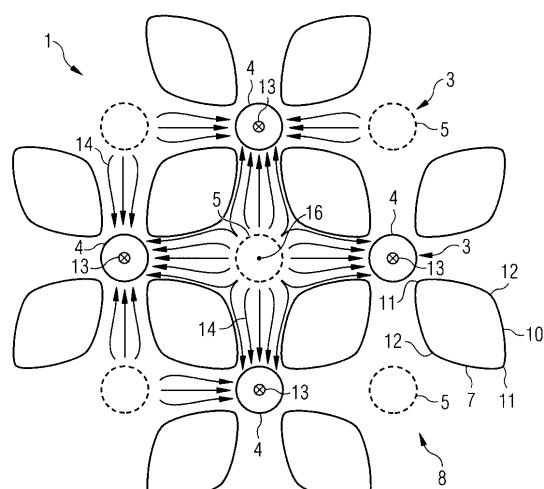
12 鈍角エッジ

16 平坦面

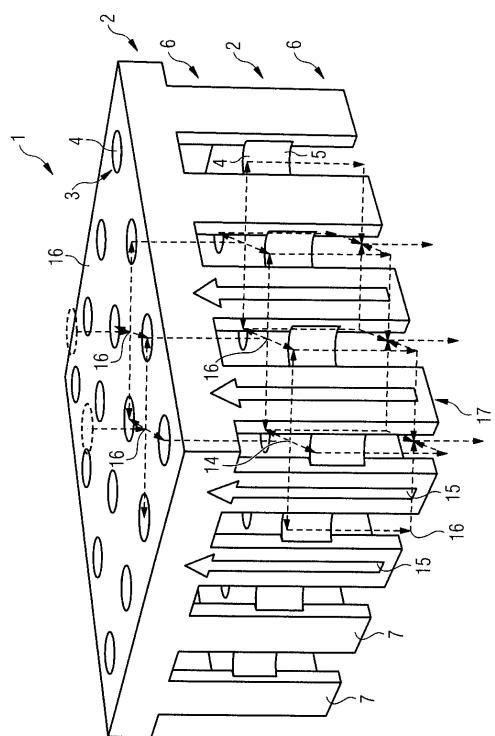
【図1】



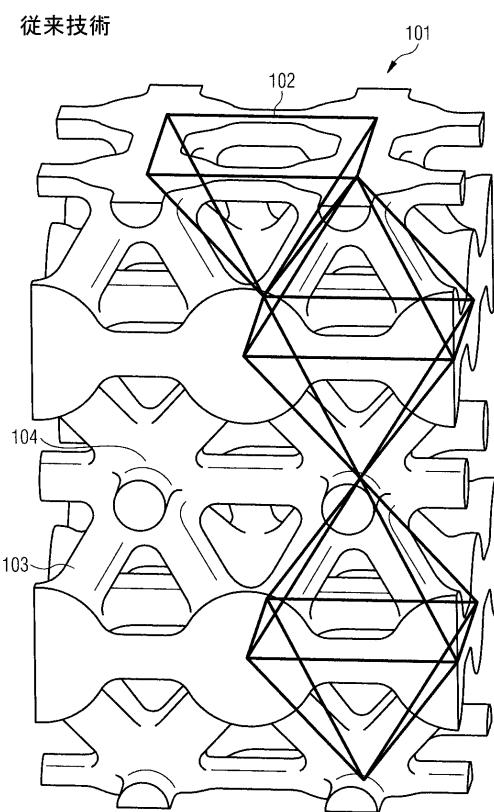
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドレアス ヘーゼルハウス
ドイツ連邦共和国 40235 デュッセルドルフ デガーシュトラーセ 38

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 米国特許第04296606(US, A)
特開昭55-148151(JP, A)
特開昭50-056480(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D 5 / 18

F 01 D 9 / 02

F 02 C 7 / 18