

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4521720号  
(P4521720)

(45) 発行日 平成22年8月11日(2010.8.11)

(24) 登録日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(51) Int.Cl.		F I	
FO1D	5/18	(2006.01)	FO1D 5/18
FO1D	9/02	(2006.01)	FO1D 9/02 102
FO2C	7/18	(2006.01)	FO2C 7/18 A

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-334184 (P2004-334184)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成16年11月18日(2004.11.18)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2005-147157 (P2005-147157A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成17年6月9日(2005.6.9)		MPANY
審査請求日	平成19年11月16日(2007.11.16)		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	10/720,045		クタデイ、リバーロード、1番
(32) 優先日	平成15年11月19日(2003.11.19)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	10/881,506	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成16年6月29日(2004.6.29)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メッシュ及びインピンジメント冷却を備えた高温ガス流路部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内側部分(14)及び外側部分(16)を有する少なくとも1つの壁(12)と、

前記壁の内側及び外側部分間で延びる複数のピン(18)と、を含み、

前記ピンが、複数の流れチャネル(22)を含むメッシュ冷却構成(20)を形成し、前記流れチャネルが、互いにほぼ平行な第1の組の流れチャネル(26)と互いにほぼ平行に延びる第2の組の流れチャネル(28)とを含み、前記第1及び第2の組の流れチャネルが、複数の交差位置(30)において互いに交差して前記メッシュ冷却構成を形成し

、前記壁の内側部分には複数のディンプル(24)が形成され、前記ディンプルの少なくとも1つが、前記壁の内側部分を貫通してインピンジメント冷却孔(33)を形成し、また前記ディンプルの少なくとも1つが、前記交差位置のそれぞれの1つに配置されている、高温ガス流路部品(10)。

【請求項2】

前記ディンプル(24)の各々が、複数のインピンジメント冷却孔(33)を形成するように前記壁(12)の内側部分(14)を貫通している、請求項1記載の高温ガス流路部品(10)。

【請求項3】

前記壁(12)の外側部分(16)には複数の冷却孔(35)が形成され、前記冷却孔(

35)の各々が、前記ディンプル(24)のそれぞれの1つと整列している、請求項1記載の高温ガス流路部品(10)。

【請求項4】

前記壁(12)の外側部分(16)上に少なくとも1つの皮膜(34)をさらに含み、  
前記壁の外側部分には複数のディンプル(24)が形成され、  
前記ディンプルの少なくとも1つが、前記壁の外側部分を貫通して吹出し冷却孔(32)を形成し、前記皮膜が前記吹出し冷却孔を少なくとも部分的に覆っている、  
請求項1記載の高温ガス流路部品(10)。

【請求項5】

複数のディンプル(24)が形成された内側部分(14)と外側部分(16)とを有する少なくとも1つの壁(12)を含む部品(10)内に複数の冷却孔(33)を形成する方法であって、

前記ディンプルの1つに穿孔工具(100)を心合わせする段階と、

前記穿孔工具を用いて、前記ディンプルにおいて壁の内側部分を貫通する少なくとも1つのインピンジメント冷却孔(33)を穿孔する段階と、

前記心合わせする段階及び穿孔する段階を複数のディンプルに対して反復して、前記壁の内側部分に複数のインピンジメント冷却孔を穿孔する段階と、  
を含む方法。

【請求項6】

前記心合わせする段階が、前記ディンプル(24)のそれぞれの1つの中心(101)の近傍に前記穿孔工具を心合わせする段階を含む、請求項5記載の方法。

【請求項7】

前記穿孔工具(100)が、レーザ、放電加工装置(100)及び電子ビーム(EBEAM)加工装置(100)からなる群から選択される、請求項5記載の方法。

【請求項8】

前記穿孔する段階が、前記穿孔工具(100)を用いて、その各々が前記インピンジメント冷却孔(33)のそれぞれの1つと整列した複数の冷却孔(35)を前記壁(12)の外側部分(16)に穿孔する段階をさらに含む、請求項5記載の方法。

【請求項9】

前記穿孔する段階を行った後に前記壁の外側部分(16)上に断熱皮膜を形成する段階をさらに含む、請求項8記載の方法。

【請求項10】

前記壁(12)の外側部分(16)には複数のディンプル(24)が形成され、前記壁の内側及び外側部分のディンプルが整列しており、また前記冷却孔の各々が、前記壁の外側部分のディンプルのそれぞれの1つを貫通して形成された吹出し冷却孔(32)である、請求項8記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的にはタービン組立体の高温ガス流路部品に関し、より具体的には、高温ガス流路部品を冷却する相乗作用的方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例示的なガスタービンエンジンは、航空機又は定置式発電用途に用いられており、両用途において、エンジン効率が重要な設計基準である。ガスタービンエンジンの効率は、燃焼ガス流の温度が高くなるにつれて向上する。しかしながら、ガス流温度の制約要因は、タービンステータ及びロータの翼形部のような様々な高温ガス流路部品の耐高温性能である。ステータ翼形部はペーン又はノズルとしても知られており、ロータ翼形部はブレード又はバケットとしても知られている。

【0003】

10

20

30

40

50

エンジンの上限運転温度を高くするために、高温ガス流路部品の冷却に対する様々な方法がこれまで提案されまた実施されてきた。これら方法の幾つかは、特許文献 1 に見られる。これらの冷却方法は、一般的に冷却媒体として利用するために圧縮機から加圧空気を抽気することを必要とする。しかしながら、高温ガス流路部品の冷却するために加圧空気をエンジンの燃焼ゾーンの周りで迂回させることにより、エンジンの全体効率が低下する。従って、エンジン全体効率を向上させるためには、高温ガス流路部品の冷却効果を高めることが望ましい。

【 0 0 0 4 】

1つの有利な冷却法は、例えば、特許文献 1 に、また特許文献 2 に記載されているようなメッシュ冷却である。

【特許文献 1】米国特許第 5 6 9 0 4 7 2 号

【特許文献 2】米国特許第 5 3 7 0 4 9 9 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、高温ガス流路部品の冷却をさらに改善する必要性が残っている。この必要性は、翼形部の後縁のような薄い翼形部壁及び/又はアクセス可能性制限領域を冷却する場合に特に強い。従って、高温ガス部品に対する冷却効果を高めることが望ましいといえる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

簡単に言えば、本発明の 1つの実施形態にとると、部品を記載する。本部品は、内側部分及び外側部分を有する少なくとも 1つの壁を含む。多数のピンが、壁の内側及び外側部分間で延びる。ピンは、多数の流れチャネルを有するメッシュ冷却構成を形成する。多数のディンプルが、壁の内側部分に設置される。

【 0 0 0 7 】

別の実施形態によると、部品内に多数の冷却孔を形成する方法を記載する。部品は、内側部分及び外側部分を備えた少なくとも 1つの壁を有する。壁の内側部分には、多数のディンプルが形成される。本方法は、ディンプルの 1つに穿孔工具を心合わせする段階と、穿孔工具を用いて、ディンプルにおいて壁の内側部分を貫通する少なくとも 1つのインピンジメント冷却孔を穿孔する段階と、心合わせする段階及び穿孔する段階を多数のディンプルに対して反復して、壁の内側部分に多数のインピンジメント冷却孔を穿孔する段階とを含む。

【 0 0 0 8 】

別の実施形態によると、部品内に多数の冷却孔を形成する方法は、ディンプルのそれぞれの 1つに多数の穿孔工具を心合わせする段階と、穿孔工具を用いて、ディンプルにおいて壁の内側部分を貫通する多数のインピンジメント冷却孔を穿孔する段階とを含む。

【 0 0 0 9 】

図面全体を通して同じ参照符号が同じ部品を表している添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読めば、本発明のこれら及びその他の特徴、態様及び利点が一層良く理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

図 1 ~ 図 4 を参照して本発明の部品 10 の実施形態を説明する。例示的な部品には、ブレード、ベーン、端壁及びシュラウドのような高温ガス流路部品が含まれる。本発明は、ステータ及びロータ組立体の他の部分だけでなくアフタバーナのような他の高温セクションにも同様に適用可能である。さらに、本発明は、航空機用エンジン及び地上設置出力タービンのような様々な大きさ及び用途のガスタービンに適用される。従来型の高温ガス部品はよく知られており、例えばメッシュ冷却式高温ガス流路部品がそうである。図示する部品 10 は純粹に例示であり、また本発明は、いかなる特定の部品の種類にも限定される

10

20

30

40

50

ものではない。図 1 及び図 2 に例として示すように、部品 10 は、内側部分 14 及び外側部分 16 を備えた少なくとも 1 つの壁 12 を有する。図 1 及び図 2 の例示的な実施形態の場合には、壁 12 は翼形部壁 12 である。図 3 及び図 4 に例として示すように、部品 10 はさらに、壁 12 の内側及び外側部分 14、16 間で延びる多数のピン 18 を含む。ピンは、図 3 に例として示すように、多数の流れチャンネル 22 を含むメッシュ冷却構成 20 を形成する。例示的なピン形状は、製作方法に応じて丸くなっているか又は角張っている。例示的なピン形状は、円柱状かつ丸みのあるひし形を含む。形状は、例えばディンプル又はタービュレータのような他の冷却強化構造との相互作用を強めるなど、部分的により指向性のある冷却流れを得るように選択することができる。インベストメント鑄造法では、丸みのあるピンが製造されるが、より鋭いコーナ部は成形加工法によって得られる。図 3 及び図 4 に例として示すように、壁 12 の内側部分 14 には、多数のディンプル 24 が形成される。

10

#### 【 0 0 1 1 】

典型的な航空機用エンジン用途の場合には、例示的なディンプル 24 は、約 0.010 ~ 約 0.030 インチの中心深さ及び約 0.010 ~ 約 0.12 インチの表面直径を有する。典型的な出力タービン用途の場合には、例示的なディンプルは、約 0.010 ~ 約 0.060 インチの中心深さ及び約 0.010 ~ 約 0.250 インチの表面直径を有する。ディンプル 24 は、多数の形状で形成することができる。図 3 及び図 4 の例示的な実施形態の場合には、ディンプル 24 は、凹状であり、より具体的には、半球形又は半球形の一部である。別の例示的なディンプル形状は、完全な円錐形又は逆切頭円錐台形の両方を含む円錐形状である。ディンプル 24 によって冷却流れ内に流体渦流が発生し、この流体渦流が部品壁 12 付近に（表面 14 及び 16、さらにピン 18 の表面付近又はそれら表面上に）混合を引き起こし、それによって壁 12 及びピン表面における熱伝達を高める利点がある。さらに、ディンプル 24 はまた、表面積を増大させてピン 18 によって覆われた面積を補う働きもする。

20

#### 【 0 0 1 2 】

図 3 の例示的な構成の場合には、流れチャンネル 22 は、互いにほぼ平行な第 1 の組の流れチャンネル 26 と、互いにほぼ平行に延びる第 2 の組の流れチャンネル 28 とを含む。図示するように、第 1 及び第 2 の組の流れチャンネル 26、28 は、多数の交差位置 30 において互いに交差してメッシュ冷却構成 20 を形成する。図 3 の特定の構成の場合には、ディンプル 24 は、交差位置 30 に配置される。ディンプル 24 をメッシュ冷却構成 20 内で交差位置 30 に配置することは、冷却流れ及び熱伝達の両方を増強する利点がある。ディンプル 24 は、冷却流れを拡張するための表面リリーフ部を形成する。さらに、ディンプルにより付加的な渦流運動が生じて、さらに熱伝達を高める。渦流運動は、主として典型的な 45 度（45°）の角度で流出するので、渦流運動はメッシュの中実部分の先端に衝突することなく、それによって損失を低く保つ。明確には示していないが、より小さい寸法のディンプル 24 の場合には、ディンプル 24 の配列又は列或いは他の構成を交差位置 30 に配置することができる。

30

#### 【 0 0 1 3 】

図 5 の例示的な実施形態の場合には、ディンプル 24 は、ピン 18 のそれぞれの対間に配置される。換言すれば、ディンプル 24 は、交差位置 30 の代わりにメッシュ冷却構成 20 の「チャンネル部分」内に設置される。図 5 に例として示すように、ディンプル 24 をチャンネル部分に配置することは、相互作用後の流れを増強し、それによって渦流運動の形成を均一にし、メッシュ全体にわたって熱伝達を高める利点がある。

40

#### 【 0 0 1 4 】

図 6 ~ 図 8 を参照して、インピンジメント冷却の実施形態を説明する。図 6 に示すように、ディンプル 24 は、壁 12 の内側部分 14 に設置され、ディンプル 24 の少なくとも 1 つは、壁 12 の内側部分 14 を貫通して、インピンジメント冷却孔 33 を形成する。図 6 の例示的な実施形態の場合には、図示するディンプル 24 の各々は、壁 12 の内側部分 14 を貫通して、それぞれのインピンジメント冷却孔 33 を形成する。しかしながら、他

50

の実施形態の場合には、ディンプル 2 4 の少なくとも 1 つは、壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通していない。壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通してインピンジメント冷却孔 3 3 を形成することによって、インピンジメント噴流 3 7 (矢印で示す) が形成される利点がある。矢印で示すように、インピンジメント噴流 3 7 は、「低温壁」(内部側)である内側部分 1 4 から「高温壁」(即ち、ガス側面)である外側部分 1 6 の方向に向いている。このインピンジメント冷却は、高い対流熱伝達率を生じて、外側部分 1 6 の冷却を強化する。強力なインピンジメントの例を、図 7 に示す。矢印で示すように、強力なインピンジメントが貫入して、外側部分 1 6 (「高温壁」)表面に高い熱伝達を与える。さらに、ディンプル 2 4 と対応する噴流 3 7 との間の相互作用により、図 8 に示すように、全体混合及び渦流が一層強化されることになる。

10

**【 0 0 1 5 】**

図 9 を参照して、インピンジメント及び吹出し冷却の実施形態を説明する。図示するように、壁 1 2 の外側部分 1 6 には、多数の冷却孔 3 5 が形成される。図 9 の例示的な実施形態の場合には、冷却孔 3 5 の各々は、ディンプル 2 4 のそれぞれの 1 つと整列している。他の実施形態の場合には、冷却孔 3 5 及びディンプル 2 4 は整列していない。航空機用エンジン用途の場合の例示的な冷却孔 3 5 は、約 0 . 0 0 4 ~ 約 0 . 0 3 5 インチの範囲内の直径を有する。定置式発電用途の場合には、例示的な冷却孔は、約 0 . 0 0 4 ~ 0 . 0 6 0 インチの範囲内の直径を有する。出力タービンは、この場合の全範囲を用いることができる。冷却孔 3 5 により、高温壁 1 6 が吹出し冷却される利点がある。図 9 に例示的に示すように、インピンジメント噴流 3 7 は、冷却孔 3 5 に低温壁 1 4 からのより低温の流れを供給する。

20

**【 0 0 1 6 】**

図 1 0 を参照して、別のインピンジメント及び吹出し冷却の実施形態を説明する。図示するように、ディンプル 2 4 は、壁 1 2 の内側及び外側部分 1 4、1 6 の両方に設置される。ディンプル 2 4 の少なくとも 1 つが、壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通してインピンジメント冷却孔 3 3 を形成する。図 1 0 の例示的な実施形態の場合には、図示するディンプル 2 4 の各々は、壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通して、それぞれのインピンジメント冷却孔 3 3 を形成する。上述のように、壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通してインピンジメント冷却孔 3 3 を形成することによって、インピンジメント噴流 3 7 (矢印で示す) が形成される。図 1 0 の例示的な実施形態の場合には、少なくとも 1 つの皮膜 3 4 が、壁 1 2 の外側部分 1 6 上に配置される。例示的な皮膜 3 4 は、断熱皮膜である。壁 1 2 の外側部分 1 6 の表面に対して冷却流れを供給するために、ディンプル 2 4 の少なくとも 1 つが、壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通して吹出し冷却孔 3 2 を形成し、皮膜 3 4 が、吹出し冷却孔 3 2 を少なくとも部分的に覆っている。

30

**【 0 0 1 7 】**

特定の実施形態の場合には、ディンプル 2 4 の各々は、壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通してそれぞれの吹出し冷却孔 3 2 を形成し、図示する吹出し冷却孔 3 2 の各々は、皮膜層 3 4 により覆われている。壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通することによって、ディンプル 2 4 は、部品壁 1 2 に対してフィルム冷却を与える利点がある。より具体的には、壁の外側部分 1 6 を貫通して吹出し冷却孔 3 2 を形成するディンプル 2 4 は、吹出し冷却を行うのに対して、壁の外側部分を貫通していないディンプル 2 4 はいずれも、換気冷却を行って部品壁 1 2 を冷却するのを助ける。壁の換気冷却は、フィルム又は吹出し冷却を放出せずに冷却媒体が付加的領域内を循環して冷却を与えることができるような、貫通孔を備えていない表面の冷却を強化するものである。

40

**【 0 0 1 8 】**

冷却の所望のレベル及び仕様部品特性に応じて、ディンプル 2 4 は、ディンプル 2 4 の一部又は全てが部品壁 1 2 のそれぞれの内側及び外側部分 1 4、1 6 を貫通するように或いは何れのディンプル 2 4 も全く貫通しないように、様々な深さ及び/又は直径で形成することができる。ディンプル 2 4 が壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通している場合には、それらディンプルは、インピンジメント冷却孔 3 3 を形成して、図 1 0 に矢印 3 7 で示すよう

50

に、部品壁 1 2 に対してインピンジメント冷却を行う。ディンプル 2 4 が壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通している場合には、それらディンプルは、吹出し冷却孔 3 2 を形成して、図 1 0 に矢印で示すように、部品壁 1 2 に対して吹出し冷却を行う。ディンプル 2 4 が壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通していない場合には、それらディンプルは、換気を行って部品壁 1 2 を冷却するのを助ける。

#### 【 0 0 1 9 】

図 1 1 及び図 1 2 を参照して、部品 1 0 内に冷却孔 3 3 を形成する本発明の方法の実施形態を説明する。部品 1 0 は、内側部分 1 4 及び外側部分 1 6 を備えた少なくとも 1 つの壁 1 2 を有し、壁の内側部分 1 4 には多数のディンプル 2 4 が形成される。例示的な部品 1 0 は、タービンブレード 1 0 のような高温ガス流路部品 1 0 を含む。本方法は、ディンプル 2 4 の 1 つに穿孔工具 1 0 0 を心合わせする段階と、穿孔工具 1 0 0 を用いて、ディンプル 2 4 において壁 1 6 の内側部分 1 4 を貫通する少なくとも 1 つのインピンジメント冷却孔 3 3 を穿孔する段階と、心合わせする段階及び穿孔する段階を多数のディンプル 2 4 に対して反復して、壁 1 2 の内側部分 1 4 に多数のインピンジメント冷却孔 3 3 を穿孔する段階とを含む。本方法は、孔が完全には心合わせされていない場合又は孔が図示する垂直方向に対して幾らか浅い角度になっている場合にも同様に適用可能である。しかしながら、心合わせすることは、同時に内側及び外側孔を穿孔する場合には利点をもたらす。

#### 【 0 0 2 0 】

より具体的には、心合わせ作業は、それぞれのディンプル 2 4 の中心 1 0 1 近傍に穿孔工具 1 0 0 を心合わせする段階を含む。1 つの例示的な穿孔工具は、レーザ加工によってインピンジメント冷却孔 3 3 を形成するように構成されたレーザ 1 0 0 である。別の例示的な穿孔工具 1 0 0 は、放電加工装置 1 0 0 である。別の例示的な穿孔工具 1 0 0 は、壁 1 2 の内側部分 1 4 のディンプル 2 4 に電子ビームを向けるように構成された電子ビーム ( E B E A M ) 加工装置 1 0 0 である。より具体的には、 E B E A M 加工装置 1 0 0 は、電子ビームを発生しかつ収束させ、蒸発によって材料を除去するように構成される。 E B E A M 加工装置 1 0 0 を用いて、極めて小さい孔 ( 所望の場合には、数ナノメートル程度の ) を穿孔することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

さらに図 1 1 で示す特定の実施形態によると、穿孔作業はさらに、穿孔工具 1 0 0 を用いて壁 1 2 の外側部分 1 6 に多数の冷却孔 3 5 を穿孔することを含む。冷却孔 3 5 の各々をそれぞれのインピンジメント冷却孔 3 3 と同時に穿孔できる利点がある。従って、冷却孔 3 5 の各々は、図 1 1 に示すように、インピンジメント冷却孔 3 3 のそれぞれの 1 つと整列する。図 9 に例として示すように、この方法はさらに、壁の外側部分上に皮膜 3 4 を形成するために、穿孔作業を行った後に壁 1 2 を被覆する段階を含むことができる。より特殊な実施形態によると、被覆する段階は、壁 1 2 の外側部分 1 6 上に断熱皮膜 ( T B C ) 3 4 を形成する段階を含む。断熱皮膜 3 4 は、真空物理蒸着法、空気物理蒸着法、空気プラズマ溶射法及び真空プラズマ溶射法を含む公知の方法を用いて形成することができる。例示的な T B C は、例えば本出願と同一出願人の、 C h i n g - P a n g L e e 他による「多層断熱皮膜を用いてエンジン部品を冷却するための方法」という名称の米国特許第 6 5 9 9 5 6 8 号及び C h i n g - P a n g L e e 他による「直接冷却式断熱皮膜システム」という名称の米国特許第 6 6 1 7 0 0 3 号に論じられている。

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 2 の例示的な実施形態の場合には、壁 1 2 の外側部分 1 6 には、多数のディンプル 2 4 が形成され、壁 1 2 の内側及び外側部分 1 4 、 1 6 のディンプル 2 4 は整列している。図 1 2 に示すように、穿孔作業はさらに、穿孔工具 1 0 0 を用いて壁 1 2 の外側部分 1 6 に多数の吹出し冷却孔 3 2 を穿孔することを含む。図 1 2 に示すように、吹出し冷却孔 3 2 は、壁 1 2 の外側部分 1 6 のディンプル 2 4 を貫通して形成される。吹出し冷却孔 3 2 の各々は、それぞれのインピンジメント冷却孔 3 3 と同時に穿孔することができ、その結果、吹出し冷却孔 3 2 は、図 1 2 に示すように、それぞれのインピンジメント冷却孔 3 3 と整列する。図 1 0 に例として示すように、本方法はさらに、穿孔作業を行った後に、

10

20

30

40

50

壁 1 2 の外側部分 1 6 上に T B C のような皮膜 3 4 を形成するために壁 1 2 を被覆する段階を含むことができる。

【 0 0 2 3 】

図 1 3 及び図 1 4 を参照して、部品 1 0 内に多数の冷却孔 3 3 を形成する本発明の別の方法の実施形態を説明する。図示するように、部品 1 0 は、内側部分 1 4 及び外側部分 1 6 を有する少なくとも 1 つの壁 1 2 を含み、壁 1 2 の内側部分 1 4 には、多数のディンプル 2 4 が形成される。図 1 3 に例として示すように、本方法は、ディンプル 2 4 のそれぞれの 1 つに多数の穿孔工具 1 0 0 を心合わせする段階と、それぞれの穿孔工具 1 0 0 を用いて、ディンプル 2 4 において壁 1 2 の内側部分 1 4 を貫通する多数のインピンジメント冷却孔 3 3 を穿孔する段階とを含む。上述のように、例示的な穿孔工具 1 0 0 は、レーザ、放電加工装置、及び E B E A M 加工装置を含む。図 1 3 の例示的な実施形態の場合には、穿孔作業はまた、穿孔工具 1 0 0 を用いて壁 1 2 の外側部分 1 6 内に多数の冷却孔 3 5 を穿孔することを含む。図示するように、冷却孔 3 5 の各々は、インピンジメント冷却孔 3 3 のそれぞれの 1 つと整列する。図 1 4 の例示的な実施形態の場合には、壁 1 2 の外側部分 1 6 には、多数のディンプル 2 4 が形成される。図示するように、壁 1 2 の内側及び外側部分 1 4、1 6 のディンプル 2 4 は整列している。図 1 4 の例示的な実施形態の場合には、穿孔作業はまた、穿孔工具 1 0 0 を用いてディンプル 2 4 において壁 1 2 の外側部分 1 6 を貫通して穿孔することによって多数の吹出し冷却孔 3 2 を形成することを含む。

10

【 0 0 2 4 】

異なる冷却要素（すなわち、メッシュ冷却、ディンプル及び冷却孔）を組合せることにより、熱伝達を高める相乗効果が生じる。この向上した熱伝達は次に、ディンプル 2 4 及び冷却孔 3 2、3 3、3 5 がもたらす機能強化により同様な熱伝達を達成するのに必要なピン密度を低下させることを可能にし、それによって部品 1 0 の重量低減を可能にする。また、多重冷却要素を用いることにより、局所冷却を調整する上でのより大きな自由度が得られる。多重冷却要素を用いることはまた、より均衡のとれた圧力損失をもたらす。この組合せた冷却要素は、ガスタービン翼形部を冷却するのに特に効果的であり、また高圧ブレード配列の場合に特に利点がある。

20

【 0 0 2 5 】

本明細書では本発明の一部の特徴のみを例示しかつ説明してきたが、当業者は多数の改良及び変更を思い付くであろう。なお、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んら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 翼形部を有する例示的な高温ガス流路部品を示す図。

【 図 2 】 メッシュ冷却構成を示す、図 1 の線 2 - 2 に沿って取った図 1 の翼形部の断面図。

【 図 3 】 多数のディンプルがそれぞれの交差位置に配置されている、図 2 のメッシュ冷却構成の例示的な実施形態の長手方向拡大断面図。

【 図 4 】 図 3 の線 4 - 4 に沿って取った、メッシュ冷却構成の長手方向断面図。

【 図 5 】 多数のディンプルがピンのそれぞれの対間に配置されている、図 2 のメッシュ冷却構成の別の例示的な実施形態の長手方向拡大断面図。

40

【 図 6 】 メッシュ冷却及びディンプル構成のインピンジメント冷却実施形態を示す図。

【 図 7 】 ディンプルが低温壁を突破する位置に形成された冷却孔を貫通する強力なインピンジメントを示す図。

【 図 8 】 ディンプルとインピンジメント噴流との間の相互作用を示す図。

【 図 9 】 インピンジメント及び吹出し冷却を備えたメッシュ冷却及びディンプル構成を示す図。

【 図 1 0 】 インピンジメント及び吹出し冷却を備えた別のメッシュ冷却及びディンプル構成を示す図。

【 図 1 1 】 メッシュ冷却及びディンプル構成を有する部品内に冷却孔を形成する方法を示

50

す図。

【図12】別のメッシュ冷却及びディンプル構成を有する部品内に冷却孔を形成する、図11の方法を示す図。

【図13】メッシュ冷却及びディンプル構成を有する部品内に冷却孔を形成する別の方法を示す図。

【図14】別のメッシュ冷却及びディンプル構成を有する部品内に冷却孔を形成する、図13の方法を示す図。

【符号の説明】

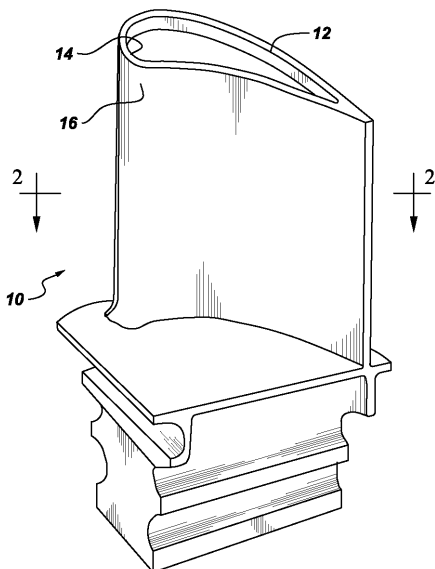
【0027】

- 10 部品
- 12 部品の壁
- 14 壁の内側部分
- 16 壁の外側部分
- 18 ピン
- 20 メッシュ冷却構成
- 22 流れチャネル
- 24 ディンプル
- 32 吹出し冷却孔
- 33 インピンジメント冷却孔
- 34 皮膜
- 35 冷却孔
- 37 インピンジメント噴流
- 100 穿孔工具

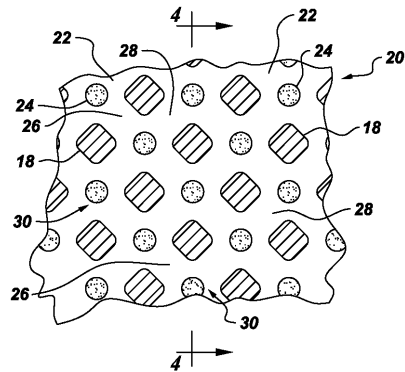
10

20

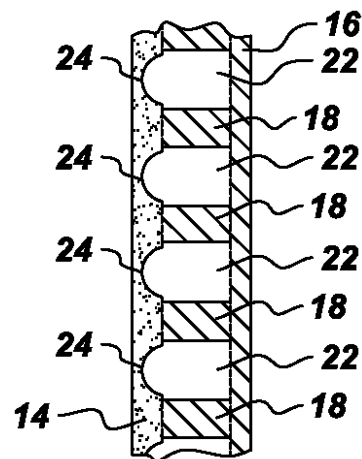
【図1】



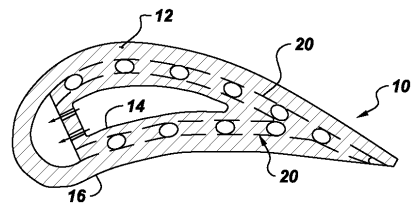
【図3】



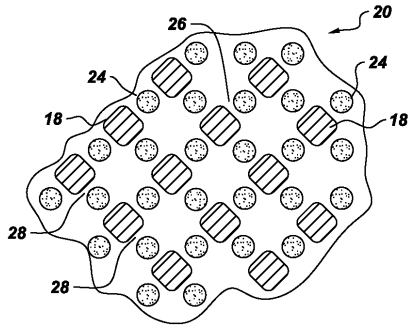
【図4】



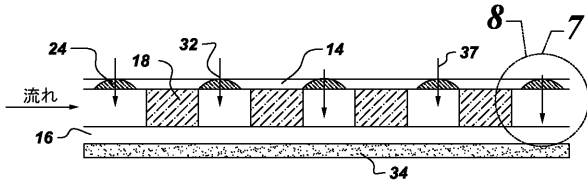
【図2】



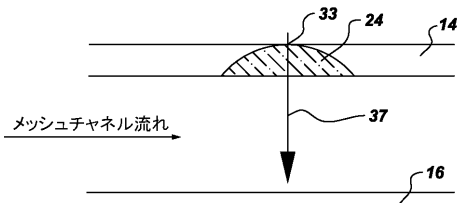
【図5】



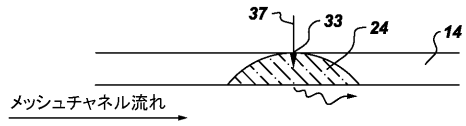
【図6】



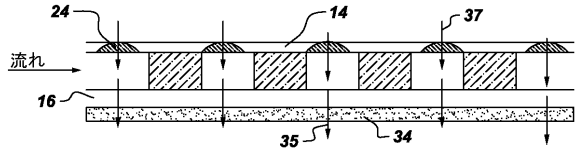
【図7】



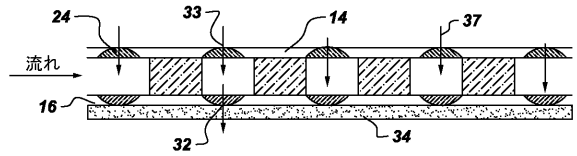
【図8】



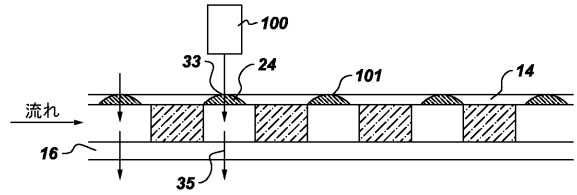
【図9】



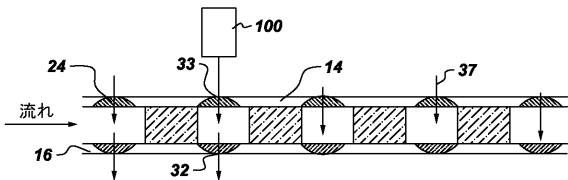
【図10】



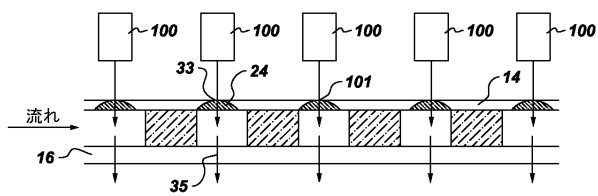
【図11】



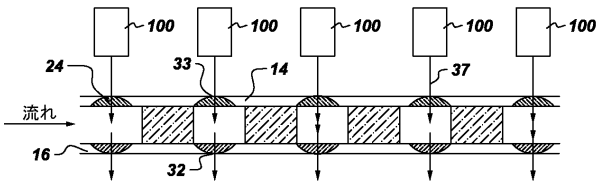
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ロナルド・スコット・バンカー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ローウェ・ロード、1354番
- (72)発明者 チン・バン・リー  
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、カマルゴ・パインズ・レーン、12番

審査官 寺町 健司

- (56)参考文献 米国特許第5690472(US,A)  
特開2000-130760(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D	5/18
F01D	9/02
F02C	7/18
F23R	3/42-60