

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3671306号  
(P3671306)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005.7.13)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

FO2K 1/12

FO2K 1/12

FO2K 1/78

FO2K 1/78

A

請求項の数 10 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平7-334213                  (22) 出願日 平成7年11月30日(1995.11.30)                  (65) 公開番号 特開平8-226351                  (43) 公開日 平成8年9月3日(1996.9.3)                  審査請求日 平成14年11月25日(2002.11.25)                  (31) 優先権主張番号 08/349,116                  (32) 優先日 平成6年12月2日(1994.12.2)                  (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者 590005449                  ユナイテッド テクノロジーズ コーポレ                  イション                  UNITED TECHNOLOGIES                  CORPORATION                  アメリカ合衆国, コネチカット 0610                  1, 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 スティーヴン・ビー・ジョンソン                  アメリカ合衆国フロリダ州34997 ス                  チュアート市サウスウエスト オーク ハ                  ンモック コート 8332</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジン排気ノズル用シール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、本体と、背部材と、複数のフェースセグメントとを包含し、前記本体は長さ、幅と、前記本体に形成されて前記幅にわたって延びる複数の波形部と、第1のチャンネルと、第2のチャンネルとを包含し、これらの各チャンネルは前記本体に沿って長さ方向に延びる壁を有し、かつ一方のチャンネルは前記幅の一方の側に設けられていると共に、他方のチャンネルは前記幅の他方の側に設けられ、また前記背部材は前記本体の一方の側に取付けられて前記本体の長さに沿って延びており、更に前記複数のフェースセグメントの各々は、前記背部材が取付けられている側と反対の側である前記本体の他方の側に取付けられていると共に、第1の端と第2の端とを有し、これらの各端は厚さを有し、かつ前記フェースセグメントの第1及び第2の端はそれぞれ前記第1及び第2のチャンネル内に自由に受入れられてこれらのチャンネル内で移動できることを特徴とするガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

10

【請求項2】

請求項1記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記フェースセグメントの各々は中間部分と、第1のフランジと、第2のフランジとを包含し、前記中間部分は内側表面と、外側表面と、第1の縁と、第2の縁とを有し、これらの縁は互いに平行であるとと共に前記第1及び第2の端に対して実質的に垂直であり、また前記第1のフランジは前記中間部分の第1の縁に設けられ、更に前記第2のフランジは前記中間部分の第2の縁に設けられ、かつ2つのフェースセグメントが互いに隣接して配置されたときに、一方

20

のフェースセグメントの第1のフランジと他方のフェースセグメントの第2のフランジとは組合う幾何学的形状とされ、これにより、一方のフェースセグメントの第1のフランジは他方の隣接するフェースセグメントの第2のフランジに連結すると共に、これらのフランジはそれらの幾何学的形状に沿う所定の隙間により分離されている、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

【請求項3】

請求項2記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記第1のフランジは前記中間部分の内側表面から実質的に垂直方向に延びており、また前記第2のフランジは前記中間部分の内側表面から延びているL字形の幾何学的形状から成る、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

10

【請求項4】

請求項3記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記フェースセグメントは更に前記第1及び第2の縁の一方に沿って延びるスカラップを包含し、これにより、各フェースセグメントの第1の縁と第2の縁との間の距離を減少すると共に、このフェースセグメントの第1及び第2の縁と他の隣接するフェースセグメントの第2及び第1の縁との間の距離をそれぞれ増大して、シールのより大きな熱膨張を許容してなる、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

【請求項5】

請求項4記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記フェースセグメントの各端における第1の縁と第2の縁との間の距離は前記フェースセグメントの他の部分における第1の縁と第2の縁との間の距離よりも小さい、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

20

【請求項6】

請求項2記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、更に、前記フェースセグメントの端の厚さと等しいか又は該厚さよりも大きい厚さを有するスペーサを包含し、このスペーサは前記第1及び第2のチャンネル内の、フェースセグメントの第1及び第2の端よりも奥のところにそれぞれ受入れられて固定され、これにより、前記フェースセグメントの第1及び第2の端が前記第1及び第2のチャンネル内で束縛されるのを防止するのに十分離れた距離の間隔を前記チャンネルの壁に置くようにしてなる、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

30

【請求項7】

請求項6記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記チャンネルは前記本体の全体長さに沿って連続して延びている、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

【請求項8】

請求項5記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、更に、前記フェースセグメントの端の厚さと等しいか又は該厚さよりも大きい厚さを有するスペーサを包含し、このスペーサは前記第1及び第2のチャンネル内の、フェースセグメントの第1及び第2の端よりも奥のところにそれぞれ受入れられて固定され、これにより、前記フェースセグメントの第1及び第2の端が前記第1及び第2のチャンネル内で束縛されるのを防止するのに十分離れた距離の間隔を前記チャンネルの壁に置くようにしてなる、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

40

【請求項9】

請求項8記載のガスタービンエンジン排気ノズル用シールにおいて、前記チャンネルは前記本体の全体長さに沿って連続して延びている、ガスタービンエンジン排気ノズル用シール。

【請求項10】

ガスタービンエンジン用排気ノズルにおいて、先細部分と、この先細部分に枢動可能に取付けられた末広部分とを包含し、この末広部分は前記先細部分に枢動可能に取付けられた複数のフラップと、複数のシールと、前記フラップ及び前記シールと一緒に機械的に連結

50

する手段と、前記フラップ及び前記シールを排気ノズルの長手方向軸線まわりに駆動すると共に前記シールを前記長手方向軸線からそれた軸線のまわりに駆動する手段とを包含し、前記シールの各々は本体と、背部材と、複数のフェースセグメントとを包含し、更に前記シールの本体は長さ、幅と、前記本体に形成されて前記幅にわたって延びる複数の波形部と、第1のチャンネルと、第2のチャンネルとを包含し、これらの各チャンネルは前記本体に沿って長さ方向に延びる壁を有し、かつ一方のチャンネルは前記幅の一方の側に設けられていると共に、他方のチャンネルは前記幅の他方の側に設けられ、また前記背部材は前記本体の一方の側に取り付けられて前記本体の長さに沿って延びており、更に前記複数のフェースセグメントの各々は、前記背部材が取り付けられている側と反対の側である前記本体の他方の側に取り付けられていると共に、第1の端と第2の端とを有し、これらの各端は厚さを有し、かつ前記フェースセグメントの第1及び第2の端はそれぞれ前記第1及び第2のチャンネル内に自由に受入れられてこれらのチャンネル内で移動できることを特徴とするガスタービンエンジン用排気ノズル。

10

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【技術分野】**

本発明は、一般にはエンジンノズルに関し、更に詳細には、エンジンノズルのフラップ間を密封するシールに関する。

**【0002】****【発明の背景】**

ガスタービンにより駆動される航空機において、先細/末広排気ノズルを具備するエンジンを装備することは利益あることである。先細/末広排気ノズルとは、末広部分の上流側に先細部分を有する排気ノズルをいう。したがって、このような先細/末広排気ノズルにおいて、エンジンのタービンセクションを出る排気ガスは、直径が漸次増大する末広部分を通過する前に、直径が漸次減少する先細部分を通過する。

20

**【0003】**

そして、通常先細/末広排気ノズルを装備するエンジンにおいて、先細及び末広の両部分はエンジンの長手方向軸線のまわりに対称である。また、末広部分は複数のフラップを包含し、これらのフラップは先細部分と末広部分との間の境界部にヒンジ止めされて、半径方向外向きに回転でき、これにより末広部分がエンジンの長手方向軸線から広がる角度を増大できるようになっている。更に、フラップシールが末広部分のフラップ間に設けられて、排気ガスがフラップ間から逃げるのを防止している。

30

**【0004】**

しかして、以上述べた誘導自在な先細/末広排気ノズルを装備するガスタービンエンジンにおいては、末広部分の中心線が長手方向の中心線からそらされることにより、ピッチ・ヨーラスト誘導 (pitch and yaw thrust vectoring) が行われる。すなわち、末広フラップがそらせられることにより、互いに関してのフラップの位置がそらせの方向及び大きさに依存して変えられる。したがって、ある区域においては、フラップ間の間隔が減少する。また、他の区域においてはフラップ間の間隔が増大し、一層複雑な幾何学的形状を呈する。また、フラップ及びフラップシールが排気ガスの流れ通路内にそらせられることにより、フラップ及びフラップシールに加わる機械的及び熱的負荷が増大する。

40

**【0005】**

以上述べたことから、複雑な幾何学的形状に適応できると共に機械的及び熱的負荷の増大に適応できる排気ノズル用フラップシールが要望されている。

**【0006】****【発明の概要】**

本発明は、このような要望に応じてなされたものである。したがって、本発明の目的は、誘導自在な排気ノズルに関連する機械的負荷に耐えることができる排気ノズル用フラップシールを提供することにある。

50

## 【 0 0 0 7 】

また、本発明の他の目的は、誘導自在な排気ノズルに関連する熱的負荷に耐えることができる排気ノズル用フラップシールを提供することにある。

## 【 0 0 0 8 】

更に、本発明の更に他の目的は、熱的負荷に応答するゆがみが最小である排気ノズル用フラップシールを提供することにある。

## 【 0 0 0 9 】

更に他に、本発明の更に他の目的は、誘導自在な排気ノズルにおけるフラップ間の密封を改良する排気ノズル用フラップシールを提供することにある。

## 【 0 0 1 0 】

以上述べた目的を達成するために、本発明によれば、次に述べるようなガスタービンエンジン排気ノズル用シールが提供される。すなわち、本発明によるガスタービンエンジン排気ノズル用シールは、本体と、この本体の一方の側に取付けられた背部材と、この背部材が取付けられている側と反対の側である本体の他方の側に取付けられた複数のフェースセグメントとを包含する。そして、本体は長さ、幅と、本体に形成されてその幅にわたって延びる複数の波形部と、第1のチャンネルと、第2のチャンネルとを包含する。これらの各チャンネルは本体の幅の両側に設けられている。また、各フェースセグメントは第1の端と、第2の端とを包含する。フェースセグメントのこれらの第1及び第2の端は、それぞれ、第1及び第2のチャンネル内に自由に受け入れられてこれらのチャンネル内で移動できる。

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明の一実施例によれば、フラップシールの異なる熱膨張に適應する装置が設けられる。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の利益は、変形することなしに熱膨張を許容する排気ノズル用フラップシールを提供することにある。すなわち、複数のフェースセグメントの各々は必要に応じて膨張及び移動することができ、これによりシールを損傷することなしに大きな熱的負荷に適應できる。

## 【 0 0 1 3 】

また、本発明の他の利益は、本体と、背部材と、フェースセグメントとの結合が、フラップシールの長さに沿って剛構造を形成するが、シールがノズル誘導の幾何学的形状に対応してねじれることを許すことである。このようにシールがねじれたわみ性を有することは重要なことである。なぜなら、これにより、誘導ノズルに関連するフラップのいかなる位置においても、シールがフラップ間を適確に密封できるからである。

## 【 0 0 1 4 】

更に、本発明の更に他の利益は、シールの重さにある。すなわち、本発明によるシールの構造設計によれば、必要にして十分な構造一体性を提供でき、これにより軽量の材料を使用できるようになる。当業者であれば、軽量のノズル構成部品を提供することは利益あることであることはわかるであろう。

## 【 0 0 1 5 】

更に他に、本発明の更に他の利益は、フラップシールの異なる熱膨張に適應する装置を提供することにある。すなわち、フラップシールの異なる熱膨張に適應できることにより、フラップシールの応力を減少し、これにより損傷の可能性を減少することができる。

## 【 0 0 1 6 】

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好適な実施例についての説明から一層明らかになるであろう。

## 【 0 0 1 7 】

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

図1を参照するに、ガスタービンエンジンは排気ノズル10を包含し、この排気ノズル10は末広部分14の上流側に先細部分12を包含する。これら先細及び末広の両部分12

10

20

30

40

50

及び14は、エンジンの長手方向軸線16のまわりに対称的に配置されている。ただし、末広部分14は長手方向軸線16からそらすことができる。図2は、エンジンの長手方向軸線16から角度 だけそれている末広部分14を概略的に示している。

#### 【0018】

再び図1において、末広部分14は、それぞれ、一方の端で先細部分12に駆動可能に取付けられている複数のフラップ18及びフラップシール20を包含する。第1の機械式リンケージ22が、これらのフラップ18及びフラップシール20と一緒に連結し、フラップ18を駆動することによりフラップシール20を同様に駆動できるようになっている。フラップ18の各々に取付けられている第2の機械式リンケージ24はフラップ18及びフラップシール20を長手方向軸線16のまわり、又はこの長手方向軸線16に関してそ

10

#### 【0019】

次に図3～図5を参照するに、各フラップシール20は本体26と、背部材28と、複数のフェースセグメント30とを包含する。図3は、フラップシール20のホット側を示している。このフラップシール20のホット側は、エンジンを出る排気ガスに直接さらされる側と定義されている。また、フラップシール20のコールド側は、排気ガスに直接さらされるホット側と反対側の、フラップシール20の側と定義されている。本体26は、図3に示されるように、長さ32と幅34とを有する。本体26は、更に、本体26に形成されて本体26の幅34にわたって延びている複数の波形部36と、第1のチャンネル38と、第2のチャンネル40（特に、図6を参照）とを包含する。好適な実施例によれば、波形部36は本体26にプレス（図示せず）によって形成される。ただし、当業者であれば、波形部をプレス以外の方法で形成し、またその波形の幾何学的形状も図4及び図7に示される形状と異なる形状にすることができることはわかるであろう。

20

#### 【0020】

次に図6を参照するに、第1のチャンネル38及び第2のチャンネル40は、本体26を形成するシート状金属の両縁を“U”字状に折曲げることによって、本体26の幅の両縁42, 44に沿って形成される。“U”字状の壁46は、本体26に沿って長手方向に延びている。そして、好適な実施例によれば、所定の厚さを有するスペーサ48が、各チャンネル38, 40に挿入され、適所にスポット溶接されている。

30

#### 【0021】

次に図7及び図8を参照するに、各フェースセグメント30は中間部分50を包含し、この中間部分50は内側表面52と、外側表面54と、第1の縁56と、第2の縁58と、第1の端60と、第2の端62とを有する。第1及び第2の縁56, 58は、互いに平行であると共に、第1及び第2の端60, 62に対して実質的に垂直である。各フェースセグメント30は、更に、第1のフランジ64と、第2のフランジ66とを包含する。第1のフランジ64は、中間部分50の第1の縁56に設けられている。第2のフランジ66は、中間部分50の第2の縁58に設けられている。そして、好適な実施例によれば、第1及び第2のフランジ64, 66は、フェースセグメント30の両側部分を中間部分50から折曲げることによって形成される。したがって、フェースセグメント30はシート状

40

#### 【0022】

これら第1及び第2のフランジ64, 66は、複数のフェースセグメント30が互いに隣接して配置されたときに、一方のフェースセグメント30の第1のフランジ64が隣接する他方のフェースセグメント30の第2のフランジ66に連結するように、互いに組合う幾何学的形状とされている。図7は、第1及び第2のフランジ64, 66の好適な形を示す。すなわち、第1のフランジ64は中間部分50に対して垂直である。そして、第2のフランジ66は、“L”字状である。すなわち、第2のフランジ66は、中間部分50に対して垂直な第1の部分68と、中間部分50に対して平行な第2の部分70とから成る。

50

## 【 0 0 2 3 】

再び図 3 を参照するに、端フェースセグメント 7 2 は第 1 及び第 2 のフランジ 6 4 , 6 6 ( 図 7 を参照 ) の一方のみを包含し、中間部分 5 0 を有する形に延ばされている。この端フェースセグメント 7 2 が本体 2 6 に組立てられると、端フェースセグメント 7 2 と本体 2 6 とはフラップシール 2 0 を枢動可能に取付けるためのヒンジ手段 7 6 を受入れるポケット 7 4 ( 点線で示されている ) を形成する。前述した米国特許第 5 , 2 3 8 , 1 8 9 号明細書は、このようなヒンジ手段 7 6 の一例を開示している。

## 【 0 0 2 4 】

次に図 8 及び図 9 を参照するに、好適な実施例によれば、フェースセグメント 3 0 は、更に、第 1 の縁 5 6、又は第 2 の縁 5 8、若しくはその両方に沿って延びるスカラップ 7 8 を包含する。このスカラップ 7 8 は、各フェースセグメント 3 0 の第 1 の縁 5 6 と第 2 の縁 5 8 との間の距離を減少すると共に、このフェースセグメント 3 0 の第 1 及び第 2 の縁 5 6 , 5 8 と他の隣接するフェースセグメント 3 0 の第 2 及び第 1 の縁 5 8 , 5 6 との間の距離をそれぞれ増大して、フラップシール 2 0 のより大きな熱膨張を許容する。スカラップ 7 8 は、例えば、もしフラップシール 2 0 がその全体長さに沿って中央部分に急激な熱勾配を受けるような場合には、すべてのフェースセグメント 3 0 の中央部分に設けることができる ( 図 9 を参照 ) 。しかし、選択的に、もし熱勾配がフラップシール 2 0 の特定区域に非常に高く生じる場合には、該特定区域のフェースセグメント 3 0 にのみスカラップ 7 8 を設けて、該特定区域においてより大きな熱膨張を許容できるようにすることができる。図 8 は、フェースセグメント 3 0 の両端 6 0 , 6 2 の近くに形成したスカラップ 7 8 が、これら両端 6 0 , 6 2 近くの熱膨張を許容すると共に、チャンネル 3 8 , 4 0 内におけるフェースセグメントの移動を容易にしている例を示している。

## 【 0 0 2 5 】

再び図 4 を参照するに、背部材 2 8 は、本体 2 6 のコールド側に取付けられている剛直な部材により形成されている。より詳細には、背部材 2 8 は、本体 2 6 の波形部 3 6 に溶接、ろう付け又は他の適当な締結手段によって取付けられる。そして、背部材 2 8 はフラップシール 2 0 をリンケージ 2 4 ( 図 1 を参照 ) に取付けるための手段 8 0 を包含する。リンケージ 2 4 は、前述したように、フラップ 1 8 とフラップシール 2 0 とを一緒に接続する。

## 【 0 0 2 6 】

また図 7 を参照するに、組立においてフェースセグメント 3 0 はスポット溶接 9 0 ( 図 3 も参照 ) によって本体 2 6 の波形部 3 6 に取付けられる。フェースセグメント 3 0 は、その第 1 のフランジ 6 4 と他の隣接するフェースセグメント 3 0 の第 2 のフランジ 6 6 とが所定の隙間 8 2 により分離されて組み重ねられるような寸法にされて配置される。隙間 8 2 は、一对の隣接するフェースセグメント 3 0 に予想される熱膨張を許容するような寸法とされている。一对の隣接するフェースセグメント 3 0 の一方の第 1 のフランジ 6 4 と他方のフェースセグメント 3 0 の第 2 のフランジ 6 6 との組合う幾何学的形状により、ガスが一对の隣接するフェースセグメント 3 0 間を通り、フェースセグメント 3 0 の外側表面 5 4 に沿って通るのを実質的に防止できる。フェースセグメント 3 0 の第 1 及び第 2 の端 6 0 , 6 2 はそれぞれ第 1 及び第 2 のチャンネル 3 8 , 4 0 ( 図 6 を参照 ) 内を移動するのが自由である。また、第 1 及び第 2 のチャンネル 3 8 , 4 0 内のフェースセグメント 3 0 の第 1 及び第 2 の端 6 0 , 6 2 よりも奥のところそれぞれ設けられているスペーサ 4 8 は、フェースセグメント 3 0 の束縛を防止するのに十分なチャンネル隙間 8 4 を維持するのに役立つ。このスペーサ 4 8 は、また、組立においてフェースセグメント 3 0 を位置決めするのに役立つ。

## 【 0 0 2 7 】

以上本発明の好適な実施例について詳述したけれども、当業者であれば、本発明は決してこの好適な実施例に限定されるものではなく、本発明の精神及び範囲を逸脱することなしに種々の変形をなし得ることを理解されよう。

## 【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【図 1】ガスタービンエンジン用排気ノズルの一部分を示す斜視図である。

【図 2】排気ノズルを概略的に示す図である。

【図 3】本発明の好適な実施例によるフラップシールのホット側を示す図である。

【図 4】図 3 に示されるフラップシールを一部断面に示す側面図である。

【図 5】図 3 に示されるフラップシールのコールド側を示す図である。

【図 6】図 3 に示されるフラップシールの断面図である。

【図 7】図 4 の矢印 7 - 7 の部分を拡大して詳細に示す断面図である。

【図 8】本発明の一実施例によるフェースセグメント構造を示す、フラップシールのホット側の部分図である。

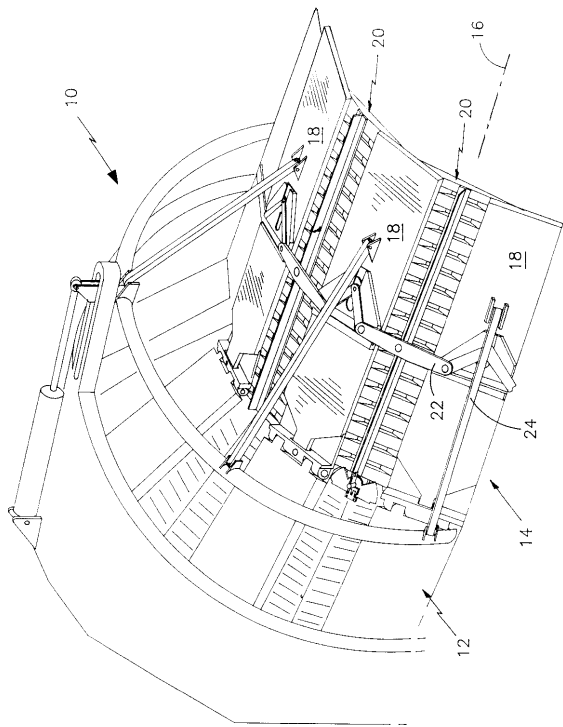
【図 9】本発明の他の実施例によるフェースセグメント構造を示す、フラップシールのホット側の部分図である。 10

【符号の説明】

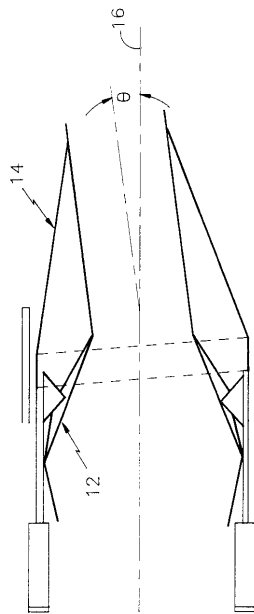
1 0	排気ノズル	
1 2	先細部分	
1 4	末広部分	
1 6	長手方向軸線	
1 8	フラップ	
2 0	フラップシール	
2 2	第 1 の機械式リンケージ	
2 4	第 2 の機械式リンケージ	20
2 6	本体	
2 8	背部材	
3 0	フェースセグメント	
3 2	長さ	
3 4	幅	
3 6	波形部	
3 8	第 1 のチャンネル	
4 0	第 2 のチャンネル	
4 2	幅縁	
4 4	幅縁	30
4 6	U 字状の壁	
4 8	スペーサ	
5 0	中間部分	
5 2	内側表面	
5 4	外側表面	
5 6	第 1 の縁	
5 8	第 2 の縁	
6 0	第 1 の端	
6 2	第 2 の端	
6 4	第 1 のフランジ	40
6 6	第 2 のフランジ	
6 8	第 1 の部分	
7 0	第 2 の部分	
7 2	端フェースセグメント	
7 4	ポケット	
7 6	ヒンジ手段	
7 8	スカラップ	
8 0	取付け手段	
8 2	隙間	
8 4	チャンネル隙間	50

9 0 スポット溶接

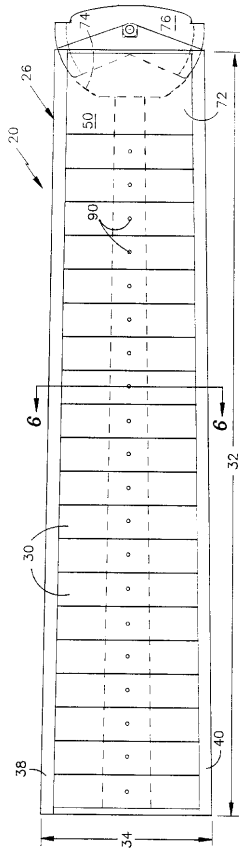
【 図 1 】



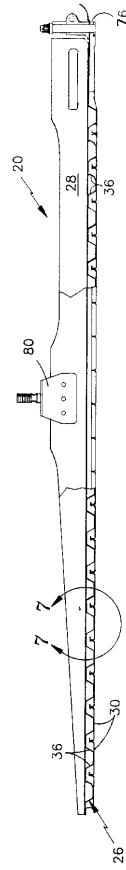
【 図 2 】



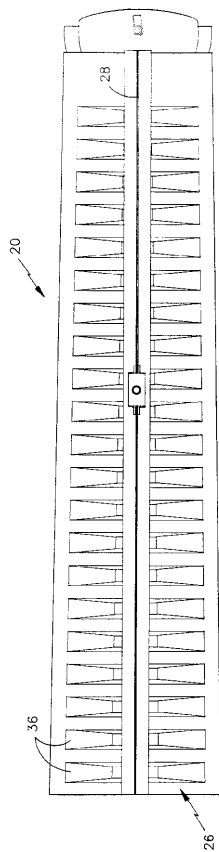
【 図 3 】



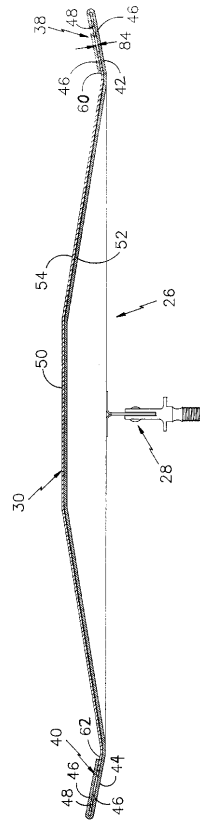
【 図 4 】



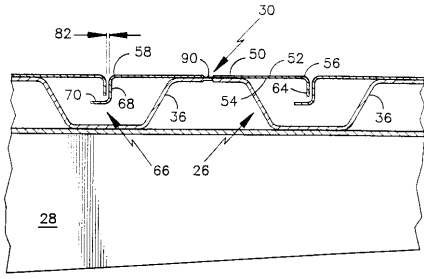
【 図 5 】



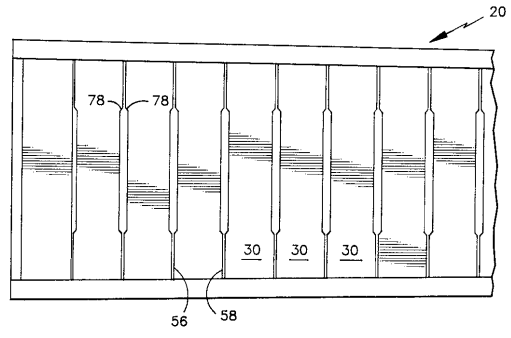
【 図 6 】



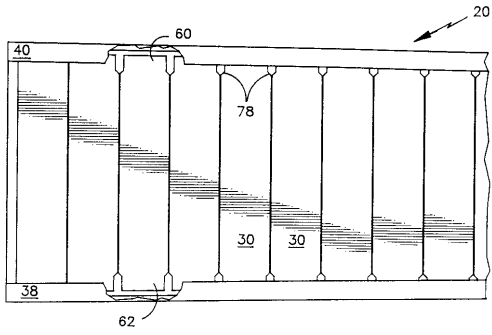
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 カーティス・ダブリュー・バーガー  
アメリカ合衆国フロリダ州34994 スチュアート市ノースウエスト パーメット テラス 1  
837
- (72)発明者 ミゲル・エー・ガリド  
アメリカ合衆国フロリダ州33417 ウェストパームビーチ市テニス クラブ ドライブ 28  
56-205
- (72)発明者 ウィリアム・ジー・フープ  
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シーダー アベニュー 416  
1

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 特表平07-509038(JP,A)  
米国特許第05039014(US,A)  
特開平03-067053(JP,A)  
特開平04-244952(JP,A)  
米国特許第4690330(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

F02K 1/12  
F02K 1/78  
F02C 7/00  
F01D 25/00