

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4559191号
(P4559191)

(45) 発行日 平成22年10月6日 (2010. 10. 6)

(24) 登録日 平成22年7月30日 (2010. 7. 30)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 C 7/28 (2006. 01)

F O 2 C 7/28

E

F O 2 C 7/00 (2006. 01)

F O 2 C 7/00

C

F O 2 K 1/12 (2006. 01)

F O 2 K 1/12

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-321703 (P2004-321703)
 (22) 出願日 平成16年11月5日 (2004. 11. 5)
 (65) 公開番号 特開2005-201241 (P2005-201241A)
 (43) 公開日 平成17年7月28日 (2005. 7. 28)
 審査請求日 平成19年11月2日 (2007. 11. 2)
 (31) 優先権主張番号 10/703, 272
 (32) 優先日 平成15年11月7日 (2003. 11. 7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (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】 本体内部の亀裂を抑止するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

向かい合った関係で積み重ねて互いに接着された複数のプライ (1 5 3) を有し、該プライ (1 5 3) の各々が第 1 の延性を有するセラミックマトリックス複合材料を含む本体 (8 0) と、

少なくとも一部分が前記本体 (8 0) の 2 つの隣接するプライ (1 5 3) 間に位置付けられるように前記本体 (8 0) に接着された金属ワイヤメッシュを含み、該メッシュが前記第 1 の延性よりも大きな第 2 の延性を有する補強材 (2 0 0) と、

を備え、

前記本体 (8 0) が更に、前記金属ワイヤメッシュと前記本体 (8 0) の 2 つの隣接するプライ (1 5 3) の内の 1 つとの間に配置されたチョップド繊維シートを更に含み、前記金属ワイヤメッシュが前記シートに接着され、該シートが前記本体 (8 0) の 2 つの隣接するプライ (1 5 3) の内の少なくとも 1 つに接着されることを特徴とする分離不可能な組立体 (4 2) 。

【請求項 2】

前記複数のプライ (1 5 3) の各々が、複数の補強繊維と該繊維間に散在されたマトリックス混合物とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の組立体 (4 2) 。

【請求項 3】

前記金属ワイヤメッシュが、前記複数のプライ (1 5 3) の内の 1 つのプライの縁部 (2 0 6) の少なくとも一部分に重なるように前記本体 (8 0) に接着されることを特徴とす

10

20

る請求項 1 に記載の組立体 (4 2)。

【請求項 4】

前記金属ワイヤメッシュが、前記複数のプライ (1 5 3) の内の 1 つのプライの縁部 (2 0 6) まで延びるように前記本体 (8 0) に接着されることを特徴とする請求項 1 に記載の組立体 (4 2)。

【請求項 5】

前記本体 (8 0) が、前記複数のプライ (1 5 3) の内の少なくとも 1 つのプライを貫通して延びる孔 (1 2 8) を定める内側縁部 (1 5 5) を含み、前記金属ワイヤメッシュが、前記内側縁部 (1 5 5) の少なくとも一部分に重なるように前記本体 (8 0) に接着されることを特徴とする請求項 1 に記載の組立体 (4 2)。

10

【請求項 6】

前記金属ワイヤメッシュが、ニッケル基合金、コバルト基合金、及びステンレス鋼の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の組立体 (4 2)。

【請求項 7】

前記本体 (8 0) がガスタービンエンジン (2 0) 用のシール (7 2) を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の組立体 (4 2)。

【請求項 8】

前記シール (7 2) が、排気ノズルシールを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の組立体 (4 2)。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にセラミックマトリックス複合材料に関し、より具体的には、セラミックマトリックス複合材料内の亀裂を抑止するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、典型的には圧縮機、燃焼器、及びタービンを含む。圧縮機に入る空気流は、圧縮されて燃焼器へ送られ、そこで空気が燃料と混合されて点火され、燃焼ガスを発生する。燃焼ガスは、タービンへ送られ、該タービンが燃焼ガスから圧縮機を駆動するためのエネルギーを取り出す。あるタービンは、燃焼ガスからエネルギーを取り出して圧縮機を駆動する。他のタービンは、発電機などの負荷に接続された出力シャフトを駆動するために使用することができる。幾つかの用途においては、タービンから出る燃焼ガスは、エンジン排気ノズルを通じて飛行中の航空機を推進させる推力を発生させるよう送られる。

30

【0003】

幾つかの公知の航空機用ガスタービンエンジンは、断面積を調節可能な可変の幾何的構成を有するエンジン排気ノズルを含む。可変幾何形状排気ノズルは、典型的には排気ノズルの中心線の周りに円周方向に装着された複数のフラップと複数のシールとを有する。該シールは、フラップとシールとが排気ノズルを通る燃焼ガスの流れを配向するほぼ連続した内表面を形成するように、隣接し合うノズルフラップ間にほぼ取り付けられる。これらの名称が示しているように、シールは、フラップ間の空間を密閉して、燃焼ガスが流れる間に排気ノズルの種々の構成要素を高温及び高熱勾配から保護する。

40

【0004】

高温作動における有効寿命の延長を促進するために、幾つかのシールは、セラミックマトリックス複合材料などの非金属複合材料で作られる。しかしながら、このような非金属複合材料でさえも、ガスタービンエンジンの過酷な作動環境によって磨耗及び他の損傷を受ける。例えば、作動中にシールが受ける高い熱勾配が原因で、シール内部に亀裂が生じる場合がある。このような亀裂を抑止するための既知の方法は、典型的には該シール内の個々のプライの向き及び熱リリースカットを変えるなどといった設計変更が含まれる。

【特許文献 1】米国特許第 4530884 号明細書

50

【特許文献 2】米国特許第 4544098 号明細書
 【特許文献 3】米国特許第 4780432 号明細書
 【特許文献 4】米国特許第 4835831 号明細書
 【特許文献 5】米国特許第 4837230 号明細書
 【特許文献 6】米国特許第 4916092 号明細書
 【特許文献 7】米国特許第 4994416 号明細書
 【特許文献 8】米国特許第 5125557 号明細書
 【特許文献 9】米国特許第 5137852 号明細書
 【特許文献 10】米国特許第 5514474 号明細書
 【特許文献 11】米国特許第 5584173 号明細書
 【特許文献 12】米国特許第 5839663 号明細書
 【特許文献 13】米国特許第 6143107 号明細書
 【特許文献 14】米国特許第 6240720 号明細書
 【特許文献 15】米国特許第 6338906 号明細書
 【特許文献 16】米国特許第 6471469 号明細書
 【特許文献 17】欧州特許出願公開第 1126221 号明細書
 【特許文献 18】欧州特許出願公開第 1211406 号明細書
 【特許文献 19】WO 99/36682パンフレット
 【特許文献 20】WO 2004/106055 パンフレット

10

【発明の開示】

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

1つの態様において、向かい合った関係で積み重ねて互いに接着された複数のプライを有し、該複数のプライの各々が第1の所定の延性を有するセラミックマトリックス複合材料を含む本体を含む分離不可能な組立体が提供される。この組立体は更に、少なくとも一部分が本体内の2つの隣接するプライ間に位置付けられるように本体に接着された金属ワイヤメッシュを含む補強材を含む。金属ワイヤメッシュは、第1の延性よりも大きな第2の所定の延性を有する。

【0006】

別の態様においては、排気中心線を有するガスタービンエンジン用の可変幾何形状排気ノズルが提供される。このノズルは、排気中心線の周りに配置され、各々が密封面を有する複数のフラップと、複数のフラップシールとを含む。シールの各々は、密閉面を含む本体を有する。本体は、シールの密閉面が隣接するフラップの少なくとも1つのフラップの密閉面と係合するように、複数のフラップの1対のフラップ間に位置付けられる。本体の各々は、積み重ねて互いに接着された複数のプライを含む。シール本体の少なくとも1つは、補強材を有し、該補強材は、少なくとも一部分が本体内の2つの隣接するプライ間に位置付けられるように本体に接着される。

30

【0007】

更に別の態様においては、複数のプライを有するセラミックマトリックス複合材料本体を作るための方法が提供され、複数のプライの各々は、複数の補強繊維と該繊維間に散在されたマトリックス混合物とを含む。この方法は、複数のプライを積み重ねる段階と、金属ワイヤメッシュを含む補強材を本体内の2つの隣接するプライ間に位置付ける段階と、複数のプライの積み重ねと補強材とを積層して複数のプライと補強材とを互いに接着させる段階とを含む。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明の他の特徴は、一部は明らかであり、一部は以下において指摘されるであろう。

【0009】

対応する参照符号は、図面の幾つかの図全体を通じて対応する部品を表す。

【0010】

50

次に図面を参照すると、図 1 は、ファン 22、高圧圧縮機 24、及び燃焼器 26 を含むガスタービンエンジン 20 の概略図である。エンジン 20 はまた、高圧タービン 28 及び低圧タービン 30 を含む。ファン 22 とタービン 30 とは第 1 のシャフト 34 により連結され、高圧圧縮機 24 とタービン 28 とは第 2 のシャフト 36 により連結される。1 つの実施形態においては、エンジン 20 は、オハイオ州イーブンデール所在の GE Aircraft Engines から商業的に入手可能な F414 エンジンである。

【0011】

作動時には、エンジン 20 の吸気口 38 を通って受けられた空気は、ファン 22 により圧縮されて高圧圧縮機 24 へ送られ、圧縮された空気はそこで更に圧縮される。高圧圧縮機 24 からの高度に圧縮された空気は燃焼器 26 に送られ、そこで燃料と混合されて点火され、燃焼ガスを発生する。燃焼ガスは、燃焼器 26 から送られてタービン 28 及び 30 を駆動し、排気ノズル組立体 42 を介してエンジン 20 の出口端 40 から出て推力をもたらす。

【0012】

図 2 は、ガスタービンエンジン 20 の部分斜視図であり、排気ノズル組立体 42 の 1 つのセクターを示す。図 3 は、図 2 の線 3-3 に沿って見た排気ノズル組立体 42 の断面図である。ノズル組立体 42 は、複数のフラップ 70 と複数のフラップシール 72 とを含む。フラップ 70 及びフラップシール 72 は、排気ノズル組立体 42 の中心線 74 の周りに円周方向に配置される。各フラップシール 72 は、各フラップシール 72 の一部分が各隣接するフラップ 70 の一部分と重なるようにフラップ 70 に対し半径方向内側で 1 対の隣接するフラップ 70 間に配置される。より具体的には、各フラップ 70 は、密閉面 78 を有するフラップ本体 76 を含み、各フラップシール 72 は、密閉面 82 を有して全体的に参照符号 80 で示すフラップシール本体を含む。エンジン 20 の作動中に各フラップ密閉面 78 の一部分がフラップ 70 及びフラップシール 72 の軸方向長さにはほぼ沿って各対応する密閉面 82 の一部分と接触するように、フラップシール 72 は隣接するフラップ 70 と重なり合う。1 つの実施形態においては、フラップシール本体 80 は、セラミックマトリックス複合材料で作られる。別の実施形態においては、フラップシール本体 80 は、酸化物を基材とするセラミックマトリックス複合材料で作られる。更に、1 つの実施形態においては、フラップ本体 76 はセラミックマトリックス複合材料で作られる。

【0013】

フラップ 70 及びフラップシール 72 のそれぞれの半径方向内表面 86 及び 88 は、排気ノズルオリフィス 90 を定めるほぼ連続した内表面を形成する。ノズルオリフィス 90 は、タービン 30 (図 1 に示す) から受け取られるガスの流路をエンジン出口端 40 から外へ配向して推力を発生させる。例示的な実施形態においては、排気ノズル組立体 42 は、ノズルオリフィス 90 の断面積が調節可能な可変幾何形状排気ノズルである。本明細書では全体的に参照符号 92 で示した取付け組立体は、各フラップシール 72 を隣接するフラップ 70 に連結する。組立体 92 は、ノズルオリフィス 90 の断面積の調節を容易にするために、エンジン 20 の外側ケーシング 94 に移動自在に連結される。更に、組立体 92 によりフラップ 70 とフラップシール 72 との間の相対運動が可能となり、密閉面 78 とそれぞれの密閉面 82 との間の接触が容易になり、且つノズルオリフィス 90 の断面積の調節が容易になる。例示的な実施形態においては、排気ノズルオリフィス 90 は、ほぼ環状であるが、オリフィス 90 は任意の好適な形状とすることができる点を理解されたい。例えば、別の実施形態においては、排気ノズルオリフィス 90 は、ほぼ矩形である。

【0014】

エンジン 20 の作動中に、排気ノズルオリフィス 90 を介して出る流路ガスの圧力は、フラップシール 72 をフラップ 70 に接して付勢し、より具体的にはシール 72 の密閉面 82 をフラップ 70 のそれぞれの密閉面 78 と接触するように付勢する。ガスがノズル組立体 42、より具体的には排気ノズルオリフィス 90 を通って流れると、密閉面 78 とそれぞれの密閉面 82 との接触は、フラップ 70 とフラップシール 72 との間のガス漏れを実質的に防止する。

【 0 0 1 5 】

図 4 は、排気ノズル組立体 4 2 (図 2 に示す) に使用するための例示的なフラップシール本体 8 0 の斜視図である。本体 8 0 は、密閉面 8 2 と半径方向内表面 8 8 とを含む。面 8 2 及び 8 8 に加えて、本体 8 0 は、全体的に参照符号 1 2 0、1 2 2、1 2 4、及び 1 2 6 で示す他の面をも含む。面 8 2、8 8、1 2 0、1 2 2、1 2 4、及び 1 2 6 のいずれかを第 1 の面又は第 2 の面と呼ぶことができる。本体 8 0 はまた、取付け組立体 9 2 (図 3 に示す) に取り付けするための全体的に参照符号 1 2 8 で示す複数の孔を含む。複数の外側縁部 1 3 0、1 3 2、1 3 4、1 3 6、1 3 8、1 4 0、1 4 2、1 4 4、1 4 6、1 4 8、1 5 0、及び 1 5 2 が、本体 8 0 の対応する面 8 2、1 2 0、1 2 2、1 2 4、1 2 6、及び 8 8 の間で延びる。より具体的には、縁部 1 3 0 は面 8 2 と面 1 2 0 との交差線に定められ、縁部 1 3 2 は面 8 2 と面 1 2 2 との交差線に定められ、縁部 1 3 4 は面 8 2 と面 1 2 4 との交差線に定められ、縁部 1 3 6 は面 8 2 と面 1 2 6 との交差線に定められる。同様に、縁部 1 3 8 は面 8 8 と面 1 2 0 との交差線に定められ、縁部 1 4 0 は面 8 8 と面 1 2 2 との交差線に定められ、縁部 1 4 2 は面 8 8 と面 1 2 4 との交差線に定められ、縁部 1 4 4 は面 8 8 と面 1 2 6 との交差線に定められる。更に、縁部 1 4 6 は面 1 2 0 と面 1 2 2 との交差線に定められ、縁部 1 4 8 は面 1 2 0 と面 1 2 6 との交差線に定められ、縁部 1 5 0 は面 1 2 4 と面 1 2 6 との交差線に定められ、縁部 1 5 2 は面 1 2 2 と面 1 2 4 との交差線に定められる。

10

【 0 0 1 6 】

本体 8 0 は、各々が複数の補強繊維 (図示せず) を有する複数のプライ 1 5 3 で形成される。1 つの実施形態においては、各プライ 1 5 3 は、連続する繊維プライである。別の実施形態においては、各プライは、チョップド繊維プライである。更に、1 つの実施形態においては、補強繊維は炭化ケイ素繊維である。別の実施形態においては、補強繊維は、ミネソタ州セントポール所在の 3 M Company から商業的に入手可能な Nextel (商標) 6 1 0 又は Nextel (商標) 7 2 0 などの酸化物繊維である。プライ 1 5 3 の各々の補強繊維間には適当なセラミックマトリックス混合物が散在され、プライ 1 5 3 は、向かい合った関係で積み重ねられてプリフォーム (図示せず) を形成する。本発明の範囲から逸脱することなく他のセラミックマトリックス混合物を使用することができるが、1 つの実施形態においては、セラミックマトリックス混合物は、アルミナ粉末とシリカ生成ポリマーとの組合せである。次にプリフォームを積層して、プライ 1 5 3 とセラミックマトリックス混合物とを共に接着し本体 8 0 を形成する。個々のプライ 1 5 3 の積み重ね及びプリフォームの積層の間に型を用いて、本体 8 0 の形状を制御することができる。面 8 2 及び 8 8 を含む各プライ 1 5 3 は、各プライ 1 5 3 及び従って本体 8 0 を貫通して延びる取付け孔 1 2 8 を定める内側縁部 1 5 5 を含む。孔 1 2 8 は、プライ 1 5 3 を積み重ねる前に個別に各プライ 1 5 3 を通って形成することができ、或いはプライ 1 5 3 を積み重ねてプリフォームを形成した後に形成することができる。

20

30

【 0 0 1 7 】

プライ 1 5 3 の補強繊維間にセラミックマトリックス混合物を散在させるために、種々の方法を用いることができる。例えば、1 つの実施形態において、各プライ 1 5 3 の各個別の補強繊維は、個々のプライ 1 5 3 の形成の前にセラミックマトリックス混合物で被覆され、これは一般に事前ペギングと呼ばれる。別の実施形態においては、各個別のプライ 1 5 3 が、積み重ねの前にセラミックマトリックス混合物で被覆され、該個々のプライにセラミックマトリックス混合物を注入し、これは一般にウエットワインディングと呼ばれる。更に別の実施形態においては、セラミックマトリックス混合物の薄いシートが、プライ 1 5 3 の積み重ね中に該プライ 1 5 3 間に交互配置され、積層中にプライ 1 5 3 内に注入され、これは一般に樹脂フィルム注入 (R F I) と呼ばれる。更に別の実施形態においては、個々のプライ 1 5 3 を積み重ねてプリフォームを形成した後、例えば樹脂トランスファー成形 (R T M)、真空支援式樹脂トランスファー成形 (V A R T M)、及びシーマン複合樹脂注入成形 (S C R I M (登録商標)) などの適切な注入法を用いて、セラミックマトリックス混合物をプリフォーム内に注入する。

40

50

【 0 0 1 8 】

図 5 は、図 4 に示すフラップシール本体 8 0 の斜視図であって、このフラップシール本体 8 0 は、一方の面（例えば、面 8 2）から他方の面（例えば、面 8 8）まで貫通して延びる、全体が参照符号 1 5 4 で示す亀裂を有する。例示的な実施形態においては、亀裂 1 5 4 は、本体 8 0 の面 1 2 2、8 2、及び 8 8 に対応する縁部 1 5 6、1 5 8、及び 1 6 0 の間で延びる。また、例示的な実施形態においては、亀裂 1 5 4 は、密閉面 8 2 から半径方向内表面 8 8 まで本体 8 0 を完全に貫通して延びる。しかしながら、亀裂 1 5 4 は、本体 8 0 の任意の面の間（必ずしも面との間でなくてもよいが）で延びるように本体 8 0 内のどこに延びてもよいことは理解されるべきである。亀裂 1 5 4 は、フラップシール 7 2 の性能及び有効寿命に悪影響を及ぼすおそれがある。より具体的には、亀裂 1 5 4 は、本体 8 0 の通気性を増大させて本体 8 0 を通過するガス漏れを生じる可能性があり、これによりエンジン 2 0 の効率が低下する。更に亀裂 1 5 4 は、フラップシール 7 2 の破損を促進する可能性がある。

10

【 0 0 1 9 】

図 6 は、図 4 に示すフラップシール本体 8 0 の別の斜視図であって、このフラップシール本体 8 0 は、一方の面（例えば、面 8 2）から他方の面（例えば、面 8 8）まで貫通して延びる、全体が参照符号 1 6 2 で示す亀裂を有する。例示的な実施形態においては、亀裂 1 6 2 は、複数の孔 1 2 8 の 1 つを定める内側縁部 1 5 5 と本体 8 0 の面 8 2 及び 8 8 に対応する縁部 1 6 4 及び 1 6 6 との間で延びる。また、例示的な実施形態においては、亀裂 1 6 2 は、密閉面 8 2 から半径方向内表面 8 8 まで本体 8 0 を完全に貫通して延びる。しかしながら、亀裂 1 6 2 は、本体 8 0 の任意の面と複数の孔 1 2 8 の 1 つの内側縁部 1 5 5 との間（必ずしもそうでなくてもよいが）で延びるように本体 8 0 内のどこに延びてもよいことは理解されるべきである。亀裂 1 6 2 は、フラップシール 7 2 の性能及び有効寿命に悪影響を及ぼすおそれがある。より具体的には、亀裂 1 6 2 は、本体 8 0 の通気性を増大させて本体 8 0 を通過するガス漏れを生じる可能性があり、これによりエンジン 2 0 の効率が低下する。更に亀裂 1 6 2 は、フラップシール 7 2 の破損を促進し、及び／又は取付け組立体 9 2 に対するフラップシール 7 2 の取付けが阻害されるおそれがあり、その結果、エンジン 2 0 の作動中にフラップシール 7 2 が取付け組立体 9 2（図 3）から取り除かれる。

20

【 0 0 2 0 】

図 7 は、亀裂（例えば、図 5 に示す亀裂 1 5 4、及び／又は図 6 に示す亀裂 1 6 2）が本体 8 0 中に更に広がることを防止（本明細書では抑止するとも呼ぶ）するために、本体 8 0 の個々のプライ 1 5 3 間に接着された例示的な補強材 2 0 0 を有するフラップシール本体 8 0 の斜視図である。個々のプライ 1 5 3 を積み重ねる際に、補強材 2 0 0 は、プリフォーム内の 2 つの隣接するプライ 1 5 3 間に位置付けられ、積層中にプライ 1 5 3 及びセラミックマトリックス混合物と共に接着される。1 つの実施形態においては、個々のプライ 1 5 3 を積み重ねる際に、チョップドセラミック繊維シート（図示せず）は、隣接するプライ 1 5 3 への補強材 2 0 0 の接着を促進させるために補強材と該補強剤 2 0 0 に隣接するプライ 1 5 3 の一方又は両方との間に位置付けられる。例示的な実施形態においては、補強材 2 0 0 は、各隣接するプライ 1 5 3 の複数の縁部 2 0 2、2 0 4、2 0 6、及び 2 0 8 まで延びる。しかしながら、補強材 2 0 0 は、縁部 2 0 2、2 0 4、2 0 6、及び 2 0 8 の全てに延びるわけではなく、又はこれらの縁部のいずれにも延びない場合があることは理解されるべきである。

30

40

【 0 0 2 1 】

例示的な実施形態においては、プリフォームを積層する前に、補強材 2 0 0 の一部分を面 8 2 及び 1 2 2 に対して圧縮し、積層後に補強材 2 0 0 の一部分が面 8 2 及び 1 2 2 に接着されて本体 8 0 の縁部 1 3 2 及び隣接するプライ 1 5 3 の縁部 2 0 4 に重なるようにする。しかしながら、補強材 2 0 0 は、該補強材の一部分が本体 8 0 の任意の縁部（このような縁部が本明細書で参照符号により示されているか否かに関係なく）及び／又は個々のプライ 1 5 3 のいずれかの任意の縁部（このような縁部が本明細書で参照符号により示

50

されているか否かに関係なく)に重なるように位置付け得ることは理解されるべきである。1つの実施形態においては、面82及び122、並びにこれらの面82及び122に重なる補強材200の部分に接着剤を塗布して面82及び122に対する補強材200の接着を促進させる。

【0022】

補強材200は、本体80内の任意の2つの隣接するプライ153間に位置付けて接着することができ、本体80は、任意の数の補強材200を含むことができる。更に、補強材200は、本体80(より具体的には接着されたプライ153及びセラミックマトリックス混合物)の所定の延性よりも大きい所定の延性を有する。1つの実施形態においては、フラップシール本体80(より具体的には接着されたプライ153及びセラミックマトリックス混合物)は、補強材200の所定の延性よりも小さく、全体にわたり実質的に均一な延性を有する。本体80に対して補強材200の延性がより大きいことにより、亀裂を生じるおそれのある本体80の部分に隣接した本体80部分を補強することによって、亀裂(例えば、図5に示す亀裂154及び/又は図6に示す亀裂162)が本体80内に広がることが防止される。

【0023】

例示的な実施形態においては、補強材200は金属ワイヤメッシュであるが、しかしながら、該補強材200は任意の材料とすることができ、該補強材200に隣接する本体80(より具体的には接着されたプライ153及びセラミックマトリックス混合物の一部分)の所定の延性よりも大きな延性を有する任意の材料構成で作ることができることを理解すべきである。1つの実施形態においては、補強材200は、例えば、インディアナ州ココモ所在のHaynes International, Inc., から商業的に入手可能なHAYNES(商標登録) HASTELLOY X(商標)合金などのニッケル基合金で作られた金属ワイヤメッシュである。別の実施形態においては、パッチ150は、例えば、インディアナ州ココモ所在のHaynes International, Inc., から商業的に入手可能なHAYNES(商標登録) 230合金などのようなコバルト基合金で作られた金属ワイヤメッシュである。更に別の実施形態においては、パッチ150は、例えば、オハイオ州クリーブランド所在のCleveland Wire Clothから商業的に入手可能なステンレス鋼グレード316のようなステンレス鋼で作られた金属ワイヤメッシュである。

【0024】

上述のように、補強材200は、プライ153の縁部202、204、206、及び208のいずれにも延びず、本体80のいずれの縁部にも重ならなくてもよい。例えば、図8に示すように、補強材200は、該補強剤が個々のプライ153内の孔128の1つを定める内側縁部155に重なるようにプリフォーム内に位置付けることができる。

【0025】

上に述べた補強材は、コスト効果が高く、セラミックマトリックス複合材料を通る亀裂の広がりやの抑止に対して信頼性がある。より具体的には補強材は、亀裂を形成するおそれのあるセラミックマトリックス複合材料の一部分の補強を助長して、セラミックマトリックス複合材料内への亀裂の広がりを抑止する。その結果、補強材は、セラミックマトリックス複合材料の能力と有効寿命とを向上させ、これによって交換コストを低減することができる。更に補強材は、セラミックマトリックス複合材料の耐磨耗性及び歪み/破壊比を増大させることができ、セラミックマトリックス複合材料が破壊されることなくより高い熱勾配を受けさせることが可能となる。例示的な実施形態においては、補強材は、ガスタービンエンジン排気シールの性能及び有効寿命の向上を促進する。その結果、例示的な補強材により、ガスタービンエンジンの所望の作動効率を維持するためにガスタービンエンジン内で交換される排気ノズルシールの数の低減が促進される。

【0026】

本発明は、ここではガスタービンエンジンに関連し、より具体的にはガスタービンエンジンに使用するための排気ノズルシールに関連して説明され図示されているが、本発明は

10

20

30

40

50

、任意のセラミックマトリックス複合材料に適用可能であることは理解されるべきである。従って本発明の実施は、ガスタービンエンジンの排気ノズルにもガスタービンエンジン全般にも限定されるものではない。更に本発明の実施は、セラミックマトリックス複合材料で作られたガスタービンエンジン排気ノズルシールに限定されるものではない。むしろ本発明は、セラミックマトリックス複合材料以外の物質で作られたガスタービンエンジンシールに適用可能であることを理解されるべきである。

【0027】

以上において、ガスタービンエンジン排気ノズル組立体の例示的な実施形態が詳細に説明された。この組立体は、本明細書で説明された特定の実施形態に限定されるものではなく、各組立体の構成要素は、本明細書に記載された他の構成要素とは独立し且つ別個に使用することができる。各排気ノズル組立体の構成要素はまた、排気ノズル組立体の他の構成要素と組み合わせて使用することもできる。

【0028】

本発明の範囲から逸脱すること無く、上述の構成に種々の変更を行うことが可能であり、上記説明に含まれ又は添付図面に示された全ての内容は、例示的なものであって、限定を意味するものではないと解釈されるべきである。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。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】例示的なガスタービンエンジンの概略図。

【図2】例示的な排気ノズル組立体の一部分を示す、図1に示すガスタービンエンジンの一部分の斜視図。

【図3】図2の線3-3に沿って見た排気ノズル組立体の断面図。

【図4】図2に示す排気ノズル組立体に使用するための例示的なフラップシール本体の斜視図。

【図5】貫通して延びる亀裂を有する図4に示すフラップシール本体の斜視図。

【図6】貫通して延びる亀裂を有する図4に示すフラップシール本体の別の斜視図。

【図7】フラップシール本体の個々のプライ間に接着された例示的な補強材を有する図4に示すフラップシール本体の斜視図。

【図8】フラップシール本体の個々のプライ間に接着された別の例示的な補強材を示す、図4の線8-8に沿って見た図4に示すフラップシール本体の断面図。

【符号の説明】

【0030】

80 フラップシール本体

82 フラップシール本体密閉面

88 半径方向内表面（フラップシール72の）

120、122、124、126 フラップシール本体80の面

128 取付け孔（フラップシール本体80内の）

130、132、134、136、138、140、142、144、146、148

、150、152 外側縁部（フラップシール本体80の）

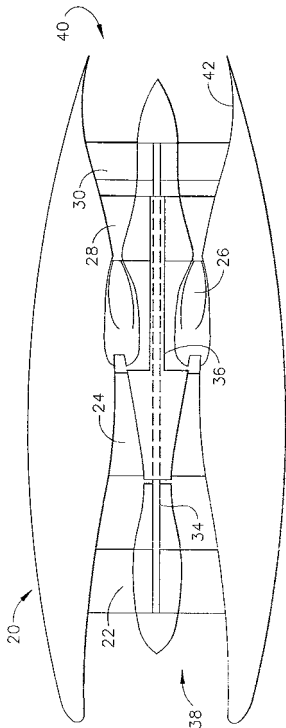
153 補強繊維プライ

155 内側縁部

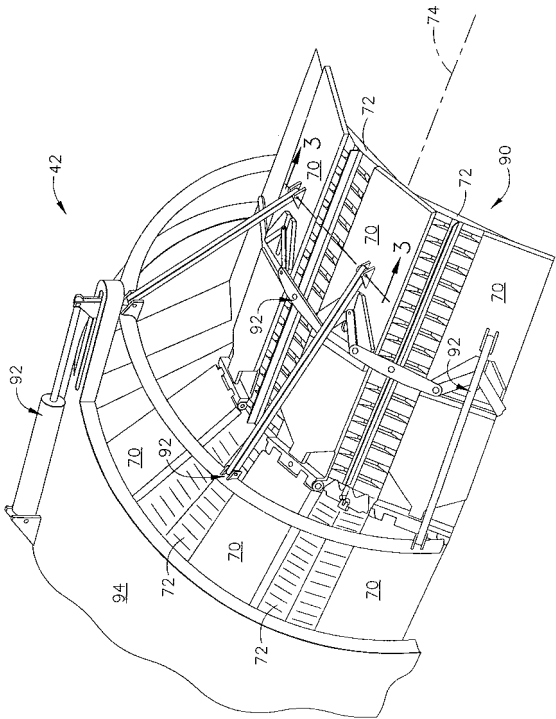
200 補強材

202、204、206、208 縁部（プライ153の）

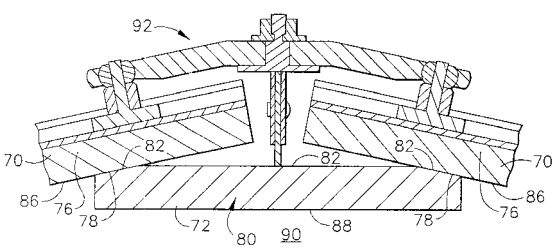
【図 1】



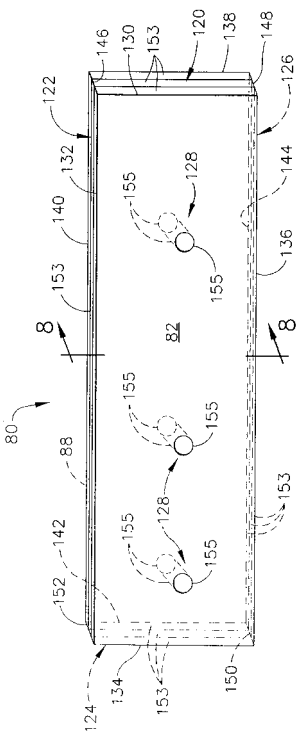
【図 2】



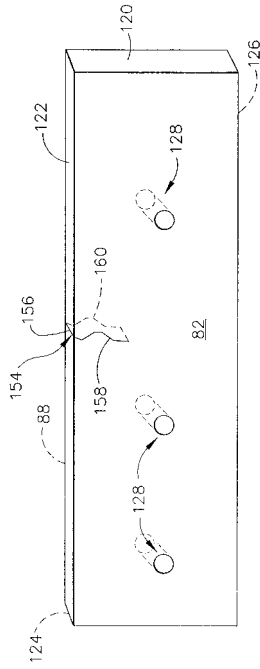
【図 3】



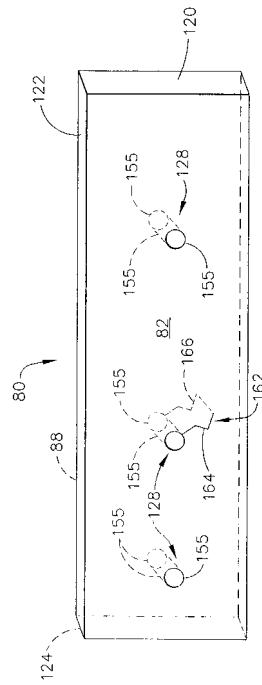
【図 4】



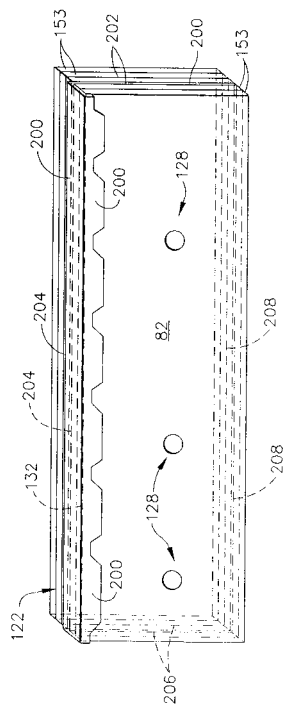
【図 5】



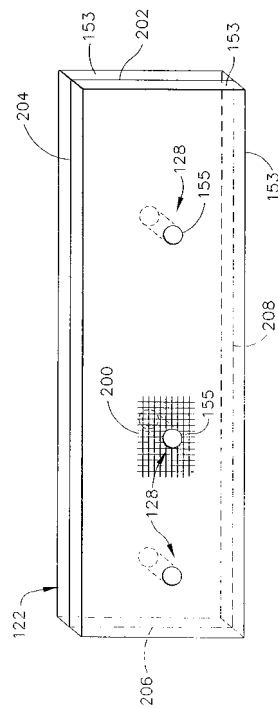
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 ダグラス・エム・カーパー
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ワン・ニューマン・ウェイ（番地なし）
(72)発明者 マイケル・エル・ミラード
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ワン・ニューマン・ウェイ（番地なし）

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 特開昭 6 2 - 1 7 1 5 1 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 6 8 6 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 7 6 4 6 5 (J P , A)
欧州特許出願公開第 0 1 1 2 6 2 2 1 (E P , A 1)
特開昭 6 0 - 0 7 7 1 7 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 2 C 7 / 0 0
F 0 2 C 7 / 2 8
F 0 2 K 1 / 1 2