

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7455549号
(P7455549)

(45)発行日 令和6年3月26日(2024.3.26)

(24)登録日 令和6年3月15日(2024.3.15)

(51)国際特許分類 F I
F 0 1 D 9/02 (2006.01) F 0 1 D 9/02 1 0 2

請求項の数 5 外国語出願 (全12頁)

(21)出願番号	特願2019-197092(P2019-197092)	(73)特許権者	515322297
(22)出願日	令和1年10月30日(2019.10.30)		ゼネラル エレクトリック テクノロジー
(65)公開番号	特開2020-118155(P2020-118155 A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ ル ハフツング
(43)公開日	令和2年8月6日(2020.8.6)		General Electric Te chnology GmbH
審査請求日	令和4年10月21日(2022.10.21)		スイス国 5400 パーデン ブラウン
(31)優先権主張番号	16/243154		ボヴェリシュトラッセ 8
(32)優先日	平成31年1月9日(2019.1.9)	(74)代理人	100105588
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 小倉 博
		(74)代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 開口部で画定された内側部分を有するプライによるCMC積層およびノズル端壁

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

タービンノズル端壁(102、104)の構築中にセラミックマトリックス複合材(CMC)プライ(150、250)を積層する方法であって、当該方法が、
前記タービンノズル端壁(102、104)を作製するための複数のCMCプライ(150、250)を作製するステップであって、前記複数のCMCプライ(150、250)の第1の複数(150)の各CMCプライ(150)が、前記タービンノズル端壁(102、104)の外側部分(152)及び内側翼形部係合部分(154)の両方を画定し、各内側翼形部係合部分(154)が、前記それぞれのCMCプライ(150)の1つ又は複数の開口部(156)によって前記外側部分(152)内に画定され、前記内側翼形部係合部分(154)が、内部翼形形状開口部(142)を有する、ステップと、
前記複数のCMCプライ(150)の前記第1の複数(150)を含む前記複数のCMCプライ(150、250)を積層するステップと、
前記タービンノズル端壁(102、104)を形成するために、前記複数のCMCプライ(150、250)にバインダー(170)を浸透させるステップと
を含んでおり、前記複数のCMCプライ(150、250)の前記第1の複数(150)のそれぞれのCMCプライ(150)の前記1つ又は複数の開口部(156)のうちの少なくとも1つが、隣接するCMCプライ(150)の対応する1つ又は複数の開口部(156)に対してオフセットステップを含む、方法。

【請求項2】

各 C M C プライ (1 5 0) の前記 1 つ又は複数の開口部 (1 5 6) が、前記タービンノズル端壁 (1 0 2 、 1 0 4) の前記内側翼形部係合部分 (1 5 4) のネガ表示を画定する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の C M C プライ (1 5 0 、 2 5 0) の第 2 の複数の各 C M C プライが、前記外側部分 (1 5 2) 及び前記内側翼形部係合部分 (1 5 4) の一方の少なくとも一部分を画定する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

タービンノズル端壁 (1 0 2 、 1 0 4) であって、当該端壁 (1 0 2 、 1 0 4) が、バインダー (1 7 0) を浸透させた複数のセラミックマトリックス複合材 (C M C) プライ (1 5 0 、 2 5 0) を含み、

前記複数の C M C プライ (1 5 0 、 2 5 0) の第 1 の複数の (1 5 0) の各 C M C プライ (1 5 0) が、前記タービンノズル端壁 (1 0 2 、 1 0 4) の外側部分 (1 5 2) 及び内側翼形部係合部分 (1 5 4) の両方を画定し、各内側翼形部係合部分 (1 5 4) が、前記それぞれの C M C プライ (1 5 0) の 1 つ又は複数の開口部 (1 5 6) によって前記外側部分 (1 5 2) 内に画定され、前記内側翼形部係合部分 (1 5 4) が、内部翼形形状開口部 (1 4 2) を有し、

前記複数の C M C プライ (1 5 0 、 2 5 0) の前記第 1 の複数のそれぞれの C M C プライ (1 5 0) の前記 1 つ又は複数の開口部 (1 5 6) のうちの少なくとも 1 つが、隣接する C M C プライ (1 5 0) の対応する 1 つ又は複数の開口部 (1 5 6) に対してオフセットステップを含む、端壁 (1 0 2 、 1 0 4) 。

【請求項 5】

前記複数の C M C プライ (1 5 0 、 2 5 0) の第 2 の複数の各 C M C プライ (2 5 0) が、前記外側部分 (1 5 2) 及び前記内側翼形部係合部分 (1 5 4) の一方の少なくとも一部分を画定する、請求項 4 に記載の端壁 (1 0 2 、 1 0 4) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、セラミックマトリックス複合材 (C M C) に関し、より具体的には、外側部分と、外側部分内の開口部によって画定される一体の離間した内側部分と、を含む C M C プライを使用して C M C 部品を形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

タービンノズル端壁などの産業機械部品は、セラミックマトリックス複合材 (C M C) プライを積層することにより作製することができる。例えば、図 1 は、タービンノズル端壁 1 0 用の C M C プライの従来の積層を示している。タービンノズル端壁 1 0 は、一般に、この例では外側多角形外周を有する外側部分 1 2 と、タービンノズル (図示せず) の金属翼形部の半径方向内側または外側端部と係合するための翼形形状内部開口部 1 6 を有する内側部分 1 4 と、を含む。理解されるように、タービンノズル端壁 1 0 の端面 (図 1 では下向き) は、タービン内の高温ガスを導くのを助けるために左右に湾曲している場合がある。

【0003】

C M C タービンノズル端壁 1 0 の形成は、端壁を集合的に画定する C M C 層を順次積層することを含む。図 1 の最上部の C M C 層に示すように、各 C M C 層は、端壁用の C M C 層を集合的に作製するいくつかのプリフォーム 2 0 または部分的な C M C プライを含んでもよい。図示する例では、5 つの異なるプリフォーム 2 0、すなわち、左外側部分のプリフォーム 2 2、上外側部分のプリフォーム 2 4、右外側部分のプリフォーム 2 6、下外側部分のプリフォーム 2 8 および内側部分のプリフォーム 3 0 を配置して、ノズル端壁 1 0 の各 C M C 層を作製することができる。内側部分のプリフォーム 3 0 は翼形形状内部開口部 1 6 を形成し、外側部分のプリフォーム 2 2、2 4、2 6、2 8 は最終的にノズル端壁

10

20

30

40

50

の外側部分 1 2 の側面を集合的に構成する。

【 0 0 0 4 】

各プリフォーム 2 0 は、隣接する層の対応するプリフォームに対して異なる形状、高さ、長さ、および/または厚さを有し、ノズル端壁 1 0 の適切な位置決めおよび成形に適用することができる。ノズル端壁 1 0 を作製するのに必要な C M C 層の数は、比較的多く、例えば 1 0 0 個であり得る。さらに、積層プロセスは非常に複雑で面倒であり得る。例えば、ノズル端壁 1 0 のコーナーでは、外側部分のプリフォーム 2 2、2 4、2 6、2 8 が重なり合っており、層のシーケンスが長くなったり短くなったりして、ノズル端壁の形成に悪影響を与える可能性のある継ぎ目や食い違いが生じないようにする必要がある。例えば、外側部分のプリフォーム 2 2 はより長く示されており、その端部 3 2 は外側部分のプリフォーム 2 4、2 8 の外縁部 3 3 まで延びている。外側部分のプリフォーム 2 4、2 8 の端部 3 4 は、外側部分のプリフォーム 2 2 の内側面 3 6 と接触する。次の層（図示せず）では、外側部分のプリフォーム 2 2 はより短くなり、その端部 3 2 は外側部分のプリフォーム 2 4、2 8 の内側面 3 8 と接触し、一方、外側部分のプリフォーム 2 4、2 8 の端部 3 4 は外側部分のプリフォーム 2 2 の外縁部 4 0 まで延びている。積層プロセスをさらに複雑にし、外側部分のプリフォーム 2 2、2 4、2 6、2 8 の積層が起こると、ノズル端壁 1 0 を作製できるように内側部分のプリフォーム 3 0 も位置決めされる。各プリフォーム 2 0 は、所望のノズル端壁の作製を可能にするために正確に位置決めされなければならない。

10

【 発明の概要 】

20

【 0 0 0 5 】

本開示の第 1 の態様は、部品の構築中にセラミックマトリックス複合材（C M C）プライを積層する方法を提供し、本方法は、部品を作製するために複数の C M C プライを作製するステップであって、複数の C M C プライの少なくとも第 1 の複数は、部品の外側部分と内側部分の両方を各々画定し、各内側部分は、それぞれの C M C プライの 1 つまたは複数の開口部によって外側部分内に画定される、ステップと、複数の C M C プライを積層するステップと、部品を形成するために複数の C M C プライにバインダーを浸透させるステップと、を含む。

【 0 0 0 6 】

本開示の第 2 の態様は、タービンノズル端壁の構築中にセラミックマトリックス複合材（C M C）プライを積層する方法を提供し、本方法は、タービンノズル端壁を作製するために複数の C M C プライを作製するステップであって、複数の C M C プライの少なくとも第 1 の複数は、タービンノズル端壁の外側部分と内側の翼形部係合部分の両方を各々画定し、各内側の翼形部係合部分は、それぞれの C M C プライの 1 つまたは複数の開口部によって外側部分内に画定され、内側の翼形部係合部分は、内部翼形形状開口部を有する、ステップと、複数の C M C プライを積層するステップと、部品を形成するために複数の C M C プライにバインダーを浸透させるステップと、を含む。

30

【 0 0 0 7 】

本開示の第 3 の態様は、タービンノズル端壁を提供し、端壁は、バインダーを浸透させた複数の C M C プライを含み、複数の C M C プライの少なくとも第 1 の複数は、タービンノズル端壁の外側部分と内側の翼形部係合部分の両方を各々画定し、各内側の翼形部係合部分は、それぞれの C M C プライの 1 つまたは複数の開口部によって外側部分内に画定され、内側の翼形部係合部分は、内部翼形形状開口部を有する。

40

【 0 0 0 8 】

本開示の例示的な態様は、本明細書で説明される問題および/または検討されていない他の問題を解決するように設計されている。

【 0 0 0 9 】

本開示のこれらおよび他の特徴は、本開示の様々な実施形態を示す添付の図面と併せて、本開示の様々な態様に関する以下の詳細な説明から、より容易に理解されよう。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 1 0 】

【図 1】部品を形成するための C M C プリフォームの従来の積層の斜視図である。

【図 2】タービンノズルの形態の例示的な部品の斜視図であり、その部品は、本開示の実施形態により形成され得る。

【図 3】本開示の実施形態により作製される、タービンノズルのタービンノズル端壁の C M C 部分の斜視図である。

【図 4】本開示の実施形態による C M C プライの平面図である。

【図 5】本開示の実施形態による第 1 の複数の C M C プライの平面図である。

【図 6】本開示の実施形態による第 1 の複数の C M C プライ、および第 2 の複数の C M C プライを含む、複数の C M C プライを積層する斜視図である。

10

【図 7】図 6 の線 7 - 7 に沿った積層の断面図である。

【図 8】本開示の実施形態により作製された C M C 部分を含むタービンノズル端壁の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

本開示の図面は、原寸に比例していないことに留意されたい。これらの図面は、本開示の典型的な態様のみを示すことを目的としているため、本開示の範囲を限定するものとみなすべきではない。図面では、図面間で類似する符号は、類似する要素を表す。

【 0 0 1 2 】

最初の問題として、本開示を明確に説明するために、関連する部品を参照して説明するときに、特定の専門用語を選択することが必要になる。この選択を行う場合、一般的な業界専門用語を可能な限り、これが受け取られる意味と矛盾しないような方法で使用し、かつ採用する。別途記載のない限り、このような専門用語を、本出願の文脈および添付の特許請求の範囲と矛盾しない程度に広義に解釈すべきである。特定の部品に言及する際、いくつかの異なるまたは重複する用語を使用する機会が多いことを、当業者であれば理解するであろう。単一の部品であるとして本明細書に記載され得るものは、複数の部品からなるものとして別の文脈を含み、かつ別の文脈で参照されてもよい。あるいは、複数の部品を含むものとして本明細書に記載され得るものを、単一の部品として他の場所で参照してもよい。

20

【 0 0 1 3 】

また、本明細書ではいくつかの記述上の用語を繰り返し使用する場合があり、本項の始めでこれらの用語を定義することが有用であるはずである。これらの用語およびその定義は、別途記載のない限り以下の通りである。本明細書で用いられる場合、「半径方向」という用語は、軸線に垂直な移動または位置を指す。このような場合、第 1 の構成要素が第 2 の構成要素よりも軸線に近接して位置する場合には、本明細書では、この第 1 の構成要素は第 2 の構成要素の「半径方向内側」または「内側」にあると述べる。一方、第 1 の構成要素が第 2 の構成要素より軸線から遠くに位置する場合には、本明細書では、第 1 の構成要素は第 2 の構成要素の「半径方向外側」または「外側」にあると述べることができる。「軸方向」という用語は、軸線に平行な移動または位置を指す。そのような用語は、タービンノズルに関するタービンの中心軸線に関連して適用できることが理解されよう。

30

40

【 0 0 1 4 】

ある要素または層が別の要素または層に対して「上に」、「係合される」、「係合解除される」、「接続される」、または「結合される」と言及される場合には、他の要素または層に対して直接的に上に、係合され、接続され、または結合されてもよいし、あるいは介在する要素または層が存在してもよい。逆に、ある要素が、別の要素または層に対して「直接上に」、「直接係合される」、「直接接続される」または「直接結合される」と言及される場合には、介在する要素または層は存在しなくてもよい。要素間の関係を記述するために使用される他の単語も同様なやり方（例えば、「間に」に対して「直接間に」、「隣接する」に対して「直接隣接する」など）で解釈するべきである。本明細書で使用する場合、「および/または」という用語は、関連する列挙された項目のいずれかおよび 1

50

つもしくは複数のすべての組み合わせを含む。

【0015】

上述のように、本開示は、部品の構築中にセラミックマトリックス複合材（CMC）プライを積層する方法を提供する。この方法は、従来の方法とは異なる方法で部品を作製するための複数のCMCプライを作製することを含むことができる。より詳細には、部品を作製するために使用される複数のCMCプライのうちの少なくとも第1の複数は、それぞれ、部品の外側部分と内側部分の両方を画定する。つまり、CMC層の外側部分と内側部分を作製するために使用される多数の小さなプリフォームではなく、いくつかのCMC層の各々に対して単一の一体型CMCプライが作製される。複数の小さなプリフォームを配置してCMC層の内側部分を作製する従来の積層とは対照的に、各内側部分は、それぞれのCMCプライの1つまたは複数の開口部によって外側部分内に画定される。言い換えれば、内側部分は、そのネガ表示を外側部分内に形成することによって作製される。この方法はまた、複数のCMCプライを積層するステップ、および部品を形成するためにCMCプライにバインダーを浸透させるステップも含むことができる。

10

【0016】

本開示の実施形態は、タービンノズル端壁の形態の例示的な部品の形成に関して説明される。しかしながら、本開示の方法は、多種多様なCMC部品に適用可能であることが理解される。図2は、本開示の実施形態を採用することができるタイプのタービンノズル100の斜視図である。ノズル100は外側端壁102を含み、外側端壁102によって、ノズル100がターボ機械の固定ケーシング（図示せず）に取り付けられる。外側端壁102は、ケーシングの対応するマウントに装着するための、現在知られているまたは後に開発されるマウント構成を含むことができる。ノズル100は、隣接するタービンロータブレード（図示せず）間に位置決めするための内側端壁104をさらに含むことができる。当技術分野で理解されているように、ノズル端壁102、104は、タービンを通る流路の外側および内側の境界のそれぞれの部分を画定する。翼形部106は、ノズル100の能動部品であり、作動流体の流れを遮断し、それをタービンロータブレード（図示せず）に向かって導くことが理解されよう。タービンノズル100の翼形部106は、対向する前縁114と後縁116との間にそれぞれ軸方向に延在する、凹状正圧側（PS）外壁110と、円周方向または横方向に対向する凸状負圧側（SS）外壁112と、を含むことが分かる。側壁110、112はまた、内側端壁104から外側端壁102まで半径方向に延在する。これらに限定されないが、内部冷却構造、切欠き部形状、外壁角度ノ形状などの本明細書に記載されていないノズル100の他の特徴は、特定の用途に合わせてカスタマイズされてもよいことが理解される。

20

30

【0017】

図3は、端壁102、104のCMC端壁部分130の拡大斜視図である。各ノズル端壁102、104の一部または全部は、CMC材料で作られてもよい。この例では、各端壁102、104の一部のみがCMCを含む。CMC部分130は、内側部分138と、内側部分138を概ね構成する外側部分140と、を含むことができる。内側部分138は、内部翼形形状開口部142を含む。それが構築される端壁に応じて、内部翼形形状開口部142は、翼形部106の半径方向内側端部132（図2）または翼形部106の半径方向外側端部134（図2）のいずれかと嵌合する。ノズル端壁102、104の一部144、すなわちタービン内の高温ガスに曝される部分は、金属、合金、または超合金などの他の材料で作ることができる。当技術分野で理解されているように、ノズル端壁101、104のCMC部分130は、タービン内の環境に耐えるように構成された現在公知か、または今後開発されるセラミックマトリックス複合材で作られる。

40

【0018】

次に、部品の構築中にCMCプライを積層する方法について説明する。当技術分野で理解されているように、CMC部品の形成には、部品の所望の形状を集合的に作製するCMCプライの複数の層を作製して積層することが含まれる。積層されると、バインダーをCMCプライに注入して部品を作製し、部品を完成させるために他の硬化および仕上げプロ

50

セスを提供することができる。本開示の実施形態によれば、複数のＣＭＣ層１５０、２５０が積層されて部品を作製する。図４は、本開示の実施形態による、１つのＣＭＣプライ１５０－２０の平面図を示し、図５は、第１の複数のＣＭＣプライ１５０の概略平面図を示す。図６は、複数のＣＭＣプライ１５０、２５０の積層の斜視図を示し、図７は、図６の線７－７に沿った積層の断面図を示す。図面では、各ＣＭＣプライは符号１５０－*n*または２５０－*n*で示され、*n*はＣＭＣプライが適用されるＣＭＣ層を示す。本開示の実施形態に従って形成される第１の複数のＣＭＣプライは、符号１５０で示され、本開示に従って形成されなくてもよいＣＭＣプライの第２の実施形態は、符号２５０で示される。したがって、ＣＭＣプライ１５０－１３および１５０－２０（図５）は、本開示の実施形態に従って形成され、それぞれ部品の積層のＣＭＣ層１３およびＣＭＣ層２０にあり、ＣＭＣプライ２５０－３５（図６）は、本開示の実施形態に従って形成されなくてもよく、部品の第３５のＣＭＣ層にある。図６に見られるように、異なる複数１５０、２５０からのＣＭＣプライは、すべてのＣＭＣ層に提供される必要はない。図５は、一連の第１の複数のＣＭＣプライ１５０を示し、各ＣＭＣプライ１５０は、隣接するＣＭＣプライ１５０とわずかに異なり、部品の一部を集合的に形成することができる。図５は、使用され得る全複数のＣＭＣプライ１５０、２５０のうちの第１の複数（符号１５０で示す）のみを示す。

10

【００１９】

本開示の実施形態によれば、部品を作製するために複数のＣＭＣプライ１５０、２５０が作製される。従来のＣＭＣプライとは対照的に、図４および図５に示すように、複数のＣＭＣプライ１５０のうちの少なくとも第１の複数は、部品の外側部分１５２および内側部分１５４の両方を各々画定する。さらに、各内側部分１５４は、それぞれのＣＭＣプライ１５０の１つまたは複数の開口部１５６によって外側部分１５２内に画定される。開口部１５６のうちの１つは、内部翼形形状開口部１４２を提供することができる。しかし、他の開口部１５６は、部品の内側部分１５４を作製するように働く。使用される例では、内側部分は、内部翼形形状開口部１４２を含む構造を提供し、ノズル端壁１０２、１０４の内側の翼形部係合部分、およびほぼ水平断面で翼形形状の外側面１６０も作製する。言い換えれば、各ＣＭＣプライ１５０の１つまたは複数の開口部１５６は、部品の内側部分１５４のネガ表示を画定する。したがって、各ＣＭＣプライ１５０は、単一の一体化されたＣＭＣプライを備えた、例えば内側部分をフレーム構成する一体型内側部分１５４および外側部分１５２を提供する。このように、複雑で退屈なプロセスで多数のプリフォームを積層するのではなく、単一の一体化されたＣＭＣプライ１５０を使用して、必要なプリフォームの数を減らす。例示的なノズル端壁１０２、１０４（図１）の場合、部品の特定の部分を構築するのに必要なＣＭＣ層の数は、例えば１００から２０に大幅に削減することができる。

20

30

【００２０】

図５は、それぞれのＣＭＣプライ１５０の開口部１５６の少なくとも１つが、隣接するＣＭＣプライ１５０の対応する１つまたは複数の開口部１５６に対してオフセットステップを含むことを示す第１の複数のＣＭＣプライ１５０を示す。例えば、ＣＭＣプライ１５０－１４の開口部１５６とＣＭＣプライ１５０－１５の開口部１５６を比較することで分かるように、開口部１５６－１４は開口部１５６－１５と比較してシフト/ステップ状になっており、ＣＭＣプライによって形成された構造の形状の変更を可能にする。この例では、内側部分１５４の外側面１６０の形状が変化する。理解されるように、いくつかのＣＭＣ層１５０にわたって、開口部１５６の形状の変化により、ＣＭＣプライの積層により作製される構造の形状の変化が可能になる。

40

【００２１】

図６および図７を参照すると、第１の複数のＣＭＣプライ１５０および第２の複数のＣＭＣプライ２５０を含む複数のＣＭＣプライの積層が示されている。図７で最もよく観察できるように、複数のＣＭＣプライ２５０のうちの少なくとも第２の複数は、外側部分１５２および内側部分１５４のうちのちょうど１つの少なくとも一部を画定することができる。図６および図７に示す例では、ＣＭＣプライ２５０は、内側部分１５４に追加の層を

50

提供し、すなわち、第1の複数のCMCプライの最後のCMCプライ150 - 20の上の内部翼形形状開口部142を含む。

【0022】

図8は、ノズル端壁102、104(図1)の少なくとも一部を形成するCMC部分/部品130を含むタービンノズル端壁102、104の斜視図を示す。本開示の実施形態による方法の次のステップは、複数のCMCプライ150、250にバインダー170を浸透させて部品を形成することを含む。理解されるように、バインダー170は、CMCプライ150、250に浸透し、その中で硬化して最終部品を形成する。バインダー170は、現在公知かまたは今後開発される任意のCMC結合材料、例えばセラミックスラリーを含むことができる。必要な硬化および/または仕上げステップ、例えば機械加工なども提供されてもよい。しかしながら、本開示の実施形態はまた、状況によっては仕上げステップが不要となる場合がある。

10

【0023】

本開示の実施形態によるタービンノズル端壁102、104は、バインダー170が浸透した複数のCMCプライ150、250を含む。図5~図7に示すように、複数のCMCプライ150、250の少なくとも第1の複数150は、タービンノズル端壁の外側部分154および内側の翼形部係合部分152の両方を各々画定する。各内側の翼形部係合部分152は、それぞれのCMCプライ150の1つまたは複数の開口部156によって外側部分154内に画定される。すなわち、外側部分154は内側部分152を構成する。それぞれのCMCプライ150の1つまたは複数の開口部156のうちの少なくとも1つは、隣接するCMCプライ150の対応する1つまたは複数の開口部に対してオフセットステップを含む。多角形の外周を有するように示されているが、外側部分154は、任意の所望の外周形状を有してもよい。示された例では、内側の翼形部係合部分152は、内部翼形形状開口部142を有する。複数のCMCプライ250の第2の複数は、外側部分154および内側の翼形部係合部分152の少なくとも一方の少なくとも一部を各々画定することができる。図6~図8では、CMCプライ250は内側部分152の一部を形成し、図8では、CMCプライ250(図示せず)は外側部分154の上向きに湾曲した部分172を形成することができる。

20

【0024】

本開示の実施形態は、多数のより小さなプリフォームおよび多数の追加のCMC層を不要にし、積層が発生する速度を増加させ、内側部分の開口部を機械加工する必要性をなくすことによって、CMC積層を単純化する。特定の用途では、CMCプライ150は、毛管作用によるバインダーのより良い浸透を提供する追加の表面積(プライドロップエッジ)も提供する。本開示の実施形態はまた、仕上げステップ、例えば機械加工を不要にすることができる。

30

【0025】

いくつかの代替的な実施態様では、図面で説明した動作は、図面で示した順序から外れて生じてもよいし、あるいは、例えば、関連する動作に応じて、実際には実質的に同時に、または逆の順序で実行されてもよいことに留意されたい。また、当業者であれば、プロセスを説明する付加的なステップを追加することができることを認識するであろう。

40

【0026】

本明細書で使用している専門用語は、単に特定の実施形態を説明するためのものに過ぎず、本開示を限定するものではない。本明細書で使用する場合、単数形「(a)」、「(an)」、および「(the)」は、特に明示しない限り、複数形も含むことが意図される。「備える(comprise)」および/または「備えている(comprising)」という用語は、本明細書で使用される場合、記載した特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素が存在することを明示するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および/またはそれらの組が存在することまたは追加されることを除外しないことが、さらに理解されよう。「任意の(optional)」または「任意に(optionally)」は、続いて記載された事象または

50

状況が生じてもよいし、また生じなくてもよいことを意味し、かつ、その説明が、事象が起こる場合と、それが起こらない場合と、を含むことを意味する。

【 0 0 2 7 】

本明細書および特許請求の範囲を通してここで使用される、近似を表す文言は、関連する基本的機能に変化をもたらすことなく、差し支えない程度に変動できる任意の量的表現を修飾するために適用することができる。したがって、「およそ」、「約」および「実質的に」などの用語によって修飾された値は、明記された厳密な値に限定されるものではない。少なくともいくつかの例では、近似する文言は、値を測定するための機器の精度に対応することができる。ここで、ならびに本明細書および特許請求の範囲を通して、範囲の限定を組み合わせたか、かつ/または置き換えたりすることが可能であり、文脈および文言が特に指示しない限り、このような範囲は特定され、それらに包含されるすべての部分範囲を含む。範囲の特定の値に適用される「約 (a p p r o x i m a t e l y)」は、両方の値に適用され、また値を測定する計器の精度に特に依存しない限り、記載された1または複数の値の + / - 1 0 % を示してもよい。

10

【 0 0 2 8 】

以下の特許請求の範囲におけるミーンズプラスファンクションまたはステッププラスファンクションの要素すべての、対応する構造、材料、動作および均等物は、具体的に請求された他の請求要素と組み合わせてその機能を遂行するための、一切の構造、材料または動作を包含することを意図している。本開示の記述は、例示および説明の目的で提示されたもので、網羅的であることも、または本開示を開示した形態に限定することも意図していない。当業者には、本開示の範囲および趣旨から逸脱することなく多くの変更および変形が明らかであろう。本開示の原理および実際の応用を最良に説明し、想定される特定の用途に適するように様々な変更を伴う様々な実施形態の開示を他の当業者が理解できるようにするために、本実施形態を選択し、かつ説明した。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

- 1 0 C M C タービンノズル端壁
- 1 2 外側部分
- 1 3 C M C 層
- 1 4 内側部分
- 1 6 翼形状内部開口部
- 2 0 プリフォーム、C M C 層
- 2 2 左外側部分のプリフォーム
- 2 4 上外側部分のプリフォーム
- 2 6 右外側部分のプリフォーム
- 2 8 下外側部分のプリフォーム
- 3 0 内側部分のプリフォーム
- 3 2 端部
- 3 3 外縁部
- 3 4 端部
- 3 6 内側面
- 3 8 内側面
- 4 0 外縁部
- 1 0 0 タービンノズル
- 1 0 1 ノズル端壁
- 1 0 2 タービンノズル端壁、外側端壁
- 1 0 4 タービンノズル端壁、内側端壁
- 1 0 6 翼形部
- 1 1 0 凹状正圧側 (P S) 外壁、側壁
- 1 1 2 凸状負圧側 (S S) 外壁、側壁

30

40

50

- 1 1 4 前縁
- 1 1 6 後縁
- 1 3 0 C M C 端壁部分、C M C 部分、C M C 部分 / 部品
- 1 3 2 半径方向内側端部
- 1 3 4 半径方向外側端部
- 1 3 8 内側部分
- 1 4 0 外側部分
- 1 4 2 内部翼形形状開口部
- 1 4 4 ノズル端壁の一部
- 1 5 0 C M C プライ、C M C 層、第 1 の複数
- 1 5 2 内側の翼形部係合部分、外側部分、内側部分
- 1 5 4 一体型内側部分、外側部分
- 1 5 6 開口部
- 1 6 0 外面
- 1 7 0 バインダー
- 1 7 2 上向きに湾曲した部分
- 2 5 0 C M C プライ、C M C 層

10

【図面】

【図 1】

【図 2】

20

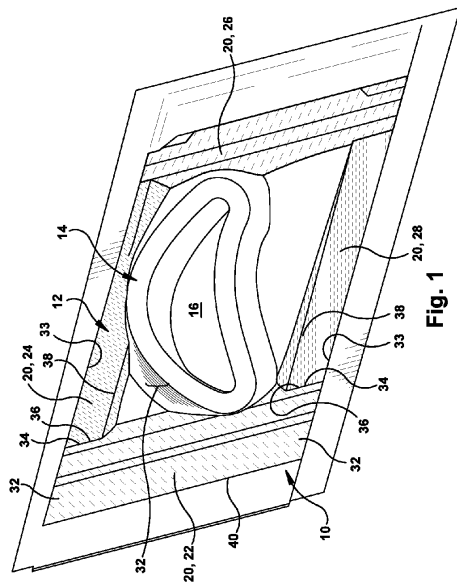


Fig. 1

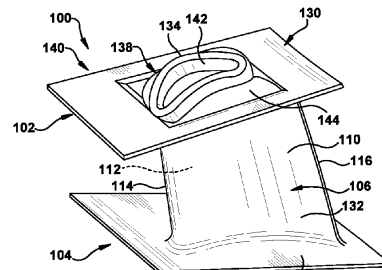


Fig. 2

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 ピーター・デ ディエゴ
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンビル, ガーリントン ロード 300
- (72)発明者 ジョン・マコネル・デルヴォー
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンビル, ガーリントン ロード 300
- (72)発明者 ジョン・エリントン・グリーン
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンビル, ガーリントン ロード 300
- (72)発明者 デビット・ランデル・ホバート
アメリカ合衆国 オハイオ州 45215 イブンデール ノイマン ウェイ 1
- (72)発明者 ジェームス・ジョセフ・マレー
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンビル, ガーリントン ロード 300
- 審査官 高吉 統久
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0016972 (US, A1)
特開2003-148105 (JP, A)
米国特許出願公開第2019/0368363 (US, A1)
特開2017-039635 (JP, A)
米国特許第8956112 (US, B2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01D 9/02
F01D 25/00