

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6043154号
(P6043154)

(45) 発行日 平成28年12月14日 (2016.12.14)

(24) 登録日 平成28年11月18日 (2016.11.18)

(51) Int.Cl.	F I	
FO1D 5/30 (2006.01)	FO1D 5/30	
FO1D 5/14 (2006.01)	FO1D 5/14	
FO1D 5/28 (2006.01)	FO1D 5/28	
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00	C
FO1D 25/00 (2006.01)	FO2C 7/00	D
請求項の数 9 (全 7 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-238468 (P2012-238468)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年10月30日 (2012.10.30)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2013-139765 (P2013-139765A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成25年7月18日 (2013.7.18)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成27年10月19日 (2015.10.19)		番
(31) 優先権主張番号	13/342,599	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成24年1月3日 (2012.1.3)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合材翼形部組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンホイール (30) 上に設けられたスロット (66) に装着するための複合材ブレード組立体 (10) であって、当該複合材ブレード組立体が、

(a) 翼形部部分 (16) と、翼形部シャンク部 (18) と、半径方向内側面 (78) を有する翼形部ダブテールタンク (20) とで形成されるセラミック翼形部 (12) と、

(b) プラットホームシャンク (22) と、プラットホームシャンクキャビティ (52) と、半径方向内側プラットホームダブテールであってその長さが前記翼形部ダブテールタンク (20) の半径方向内側面 (70) よりも半径方向内側にあって前記翼形部ダブテールタンク (20) の半径方向内側面 (70) と隣接する半径方向内側プラットホームダブテールとを有する金属プラットホーム (14) と

を備えており、前記セラミック翼形部ダブテールタンク (20) が前記金属プラットホームシャンクキャビティ (52) 内に捕捉されて、使用時に前記セラミック翼形部 (12) が前記金属プラットホーム (14) とは独立して前記タービンホイール (30) のスロット (66) 内に保持される、複合材ブレード組立体。

【請求項 2】

前記翼形部部分 (16) が、前記金属プラットホーム (14) の半径方向外側面の開口を通して突出する、請求項 1 記載の複合材ブレード組立体。

【請求項 3】

半径方向内側プラットホームダブテールが、少なくとも 1 つのダブテールタンク (24

10

20

、 26、28)を含んでいて、それら少なくとも1つのダブルテールタング(24、26、28)が、対向する端部(54、56)の間の部分切り欠き部と共に形成される、請求項2記載の複合材ブレード組立体。

【請求項4】

前記セラミック翼形部(12)が、CMC複合材料から構成される、請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の複合材ブレード組立体。

【請求項5】

前記セラミック翼形部(12)が、シリコンマトリクス繊維材料から構成される、請求項1乃至請求項4のいずれか1項記載の複合材ブレード組立体。

【請求項6】

前記セラミック翼形部(12)が、窒化ケイ素又はモノリシックセラミック材料から構成される、請求項1乃至請求項4のいずれか1項記載の複合材ブレード組立体。

【請求項7】

タービンロータホイール(30)であって、
各々が請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載の複合材ブレード組立体からなる複数の複合材ブレード組立体(10)から構成され、各々の複合材ブレード組立体のセラミック翼形部(12)が、前記金属ブラットホーム(14)とは独立して前記タービンホイール(30)のスロット(66)内に保持されている、タービンロータホイール。

【請求項8】

セラミック翼形部(12)を金属ブラットホーム(14)に取り付ける方法であって、
(a)翼形部部分(16)と、シャンク部(18)と、半径方向内側ダブルテールタング(20)を備えるセラミック翼形部(12)を用意する段階と、
(b)前記セラミック翼形部(12)のシャンク部(18)及び半径方向内側ダブルテールタング(20)の周りで金属ブラットホームを鋳造する段階であって、金属ブラットホームの半径方向内側ブラットホームダブルテールをその長さが前記翼形部ダブルテールタング(20)の半径方向内側面(70)よりも半径方向内側にあって前記翼形部ダブルテールタング(20)の半径方向内側面(70)と隣接するように鋳造する段階とを含む方法。

【請求項9】

使用時に、前記セラミック翼形部(12)の半径方向内側ダブルテールタング(20)の半径方向内側面(70)と、前記半径方向内側ブラットホームダブルテールの半径方向内側ダブルテールタングの外側面との間のクリアランスを維持する段階を含む、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、ターボ機械で使用するための複合材ブレード組立体に関し、より詳細には、セラミック翼形部と金属ブラットホームとの間の接合部に関する。

【背景技術】

【0002】

セラミックブレード構成に伴う現行の実施構成は、製造プロセス中に翼形部のベースに組み込まれる一体型のブラットホームセクションを必要とする。これは、一体型ブラットホームシステムの製作に関連した材料、労力、及び機械加工コストに起因して構成要素に対するコストが増大する。実際に、部品製造の全体のコスト配分においてかなり大きなコストがかかる。

【0003】

他の複合材ブレードは、機械的手段によりロータに取り付けられる別形成の翼形部及びブラットホームを含む。更に別の複合材ブレードは、その金属ブラットホームとセラミック翼形部セクションとの間に化学的接合部を用いる。これらの構成もまた労力集約的であ

10

20

30

40

50

り製造コストがかさむ。

【 0 0 0 4 】

ブラットホームを金属材料から作るとは、ブラットホームが最高温度に曝されないより低温の用途において極めて有利である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】米国特許第 7 7 6 6 6 2 3 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 6 】

従って、一部の用途では望ましくない金属ブラットホームと組み合わせてセラミック翼形部技術を活用できる、簡素で比較的安価なセラミックブレードに対する必要性が依然としてある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

非限定的で例示的な実施形態では、翼形部部分、ブレードシャंक部、及びブレードダブテールタングと共に形成されるセラミック翼形部と、ブラットホームシャंक及び半径方向内側ブラットホームダブテールを有する金属ブラットホームとを備え、使用時にセラミックブレードが金属ブラットホームとは独立してタービンホイールのスロット内に保持されるように、セラミックブレードが金属ブラットホーム内に取り込まれる、タービンホイール上に設けられたスロットに装着するための複合材ブレード組立体が提供される。

20

【 0 0 0 8 】

別の態様において、セラミックブレードとブラットホームシャंक及び半径方向内側ブラットホームダブテールを有する金属ブラットホームとを各々が含む、複数の複合材翼形部組立体が取り付けられたタービンロータホイールが提供され、セラミックブレードが、使用時にセラミックブレードが金属ブラットホームとは独立してタービンホイール内に保持されるように、金属ブラットホーム内に取り込まれたブレードダブテールタングを有する。

【 0 0 0 9 】

30

更に別の態様において、翼形部部分、シャंक部分、及び半径方向内側ダブテールタングを備えたセラミックブレードを提供する段階と、セラミックブレードのシャंक部及び半径方向内側ダブテールタングの周りに金属ブラットホームを鑄造する段階とを含むセラミックブレードを金属ブラットホームに組み付ける方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の非限定的で例示的な実施形態による、複合材ブレード組立体の側面図。

【図 2】図 1 のブレード組立体から取り外された翼形部部分の斜視図。

【図 3】ロータホイール上に設置された図 1 のブレード組立体の部分断面図。

【図 4】本発明の非限定的で例示的な実施形態による、4 つの複合材ブレード組立体の群の斜視図。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

ここで、添付図面を参照しながら本発明を詳細に説明する。

【 0 0 1 2 】

最初に図 1 ～ 3 を参照すると、本発明の非限定的且つ例示的な実施形態による複合材ブレード組立体は、セラミック翼形部 1 2 及び金属ブラットホーム 1 4 を含む。図 2 で最も分かるように、セラミック翼形部 1 2 は、翼形部部分 1 6、シャंक部分 1 8、及び半径方向最内端部にあるダブテールタング 2 0 を含む。

【 0 0 1 3 】

50

金属プラットホーム 14 (図 1) は、プラットホームシャンク 22 と、反対方向に延び且つ他の部分は従来と同様のものであるプラットホームダブテールタング 24、26、及び 28 とを含み、該ダブテールタングは、本明細書で詳細に説明されるロータホイール 30 (図 3 を参照) に形成される嵌合スロットで受けられるように適合される。プラットホームシャンク 22 は、一方の端部上にウィングシール 36、38 と、対向する端部上にシール 40、42 を備えた対向するシャンク端部 32、34 を含む。いわゆる「スラッシュ面」(1つが参照符号 44 で示されている)の 1つ又は両方は、必要に応じて軸方向及び/又は半径方向シール(図示せず)の配置を可能にする細長い溝 46、48、50 と共に形成することができる。すなわち、金属プラットホーム 14 は、実質的に中空であるように見られ、ほぼプラットホームスラッシュ面 44、シャンク端部 32、34、及び中間ダブテールタング 26 間にキャビティ 52 が定められる。従って、半径方向外側プラットホームタング 28 の一部は、端部 54、56 間で切り取られ、中間プラットホームタング 26 につながる移行区域の一部は、端部 58、60 間で切り取られ、以下で説明される理由から、プラットホームキャビティ 52 の一部を形成するようになる。

【0014】

非限定的で例示的な実施形態では、セラミック翼形部 12 は、例えば、CMC 材料、シリコンマトリクス繊維材料、窒化ケイ素セラミックス、又は繊維のないモノシリックセラミック材料から形成される。他の好適なセラミック材料を利用できるが、どの場合においても、セラミック材料は、タービン動作温度に耐えるだけでなく、以下で説明するように翼形部の周りに金属プラットホームを製造する間のケーシング温度にも耐えるほど十分な高温特性を有する必要がある。

【0015】

非限定的で例示的な実施形態では、翼形部シャンク部 18 及び翼形部ダブテールタング 20 は、符号 64 の接合部からタング 20 の下面(を含めて)まで延びる、図 2 において参照符号 62 で示されるセラミックスラリーにより部分的に覆われる。その後、従来の鑄造プロセスにより翼形部 12 の周りにプラットホーム 14 が鑄造され、図 1 及び 3 に示す構成を生成するようにし、ここで翼形部シャンク部 18 及び翼形部ダブテールタング 20 は、あらゆる種類の金属結合又は化学結合なしでプラットホームキャビティ 52 内に取り込まれる。翼形部ダブテールタング 20 は、プラットホームダブテール切り欠き部 52 内に収められ、端部 54、56 間に上側プラットホームタング 28 の実質的な連続部を形成し、これにより通常の方法でロータホイール 30 上へのブレード組立体 10 の装荷を可能にするような形状にされる。しかしながら、翼形部ダブテールタング 20 は、他の方法では金属プラットホームに取付又は固定されない。図 1 及び 3 で分かるように、複合材ブレード組立体がタービンロータホイール 30 上に装荷されると、プラットホームダブテールタング 24、26、及び 28 は、ロータホイール 30 の嵌合ダブテールスロット 66 内に収まり、翼形部ダブテールタング 20 は、スロット 66 の半径方向外側端部内で且つプラットホームタング 28 の端部 54、56 間に軸方向に独立して係止される。タービンが作動状態にあるときに、遠心力により翼形部 12 が半径方向外向き方向に駆動され、翼形部タング 20 の嵌合面 68、70、及び 72 とロータスロット 66 との間で接触を生じるようになる。結果として、ブレードタング 20 の内側面 78 と、キャビティ 52 の半径方向最内面を定めるプラットホームタング 26 の隣接面 80 との間に僅かな半径方向ギャップ 76 が残る。

【0016】

同時に、翼形部部分 16 はまた、金属プラットホーム 14 に入る場所でシールされない。むしろ、同様に図 3 で最も分かるように、極めて僅かなギャップ 82 が翼形部部分 16 の金属周辺の周りに延びる。このギャップ 82 は、セラミックと金属材料との熱膨張係数の差に対応し、翼形部とプラットホームとの間で荷重伝達をしない従来の機械的方法によってシールすることができる。

【0017】

図 4 は、ロータホイール 30 上に装荷される実質的に同一の 4 つの複合材ブレード組立

10

20

30

40

50

体 10 の群を示す。ブレード組立体の各々は、上述のように構成され組み立てられ、ブレードがホイールの周辺の周りに延びると理解される。

【0018】

本明細書で説明されるセラミックブレード組立体 10 は、多くの利点を有する。例えば、複合材ブレード組立体 10 がタービンロータホイール 30 上に設置されると、上記で説明され且つ図 3 で最も分かるように、ロータホイールダブテール又はモミの木スロット 66 上の下側支持特徴部又は面は、金属プラットホーム 14 を支持し、ロータホイールスロットの上側ロープ又はタングは、ロータホイールスロットの上側ロープ又はタングは、セラミックシャンク 18 を支持することになる。この構成により、最終的には金属プラットホームをセラミック翼形部から結合解除し、熱介在物中の熱的不整合に起因して発生する可能性のある亀裂形成が阻止される。翼形部の周辺と金属プラットホームとの間の小さなギャップ 80 は、シャンクキャビティからの漏洩により、金属系に対するパージ流要件が変わらないように管理することができる。セラミック翼形部は、翼形部とプラットホームとの間のギャップを制御しながら、一体型プラットホームなしで製造されて、金属プラットホームが CMC 翼形部の周りで鑄造される鑄造プロセスにおいて使用することができる。加えて、翼形部 12 をプラットホーム 14 に固定するため、相補的フック又は他の取付手段が必要としない。従って、セラミック翼形部は、製造中又は作動中に金属プラットホーム系と接触することがない。

10

【0019】

記載された構成は、エンジンのブレード列当たりの複合サイクル効率の好ましい段階的变化を提供できることが明らかになった。

20

【0020】

現時点で最も実用的且つ好ましい実施形態であると考えられるものに関して本発明を説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、逆に添付の請求項の技術的思想及び範囲内に含まれる様々な修正形態及び均等な構成を保護するものであることを理解されたい。

【符号の説明】

【0021】

- 10 ブレード組立体
- 12 セラミック翼形部
- 14 金属プラットホーム
- 16 翼形部部分
- 18 シャンク部分
- 20 ダブテールタング
- 22 プラットホームシャンク
- 24, 26, 28 ダブテールタング s
- 32, 34 シャンク端部
- 36, 38 エンジェルウィングシール
- 40, 42 シール
- 44 スラッシュ面
- 46, 48, 50 細長い溝
- 52 プラットホームキャビティ
- 52 ダブテール切り欠き部
- 54, 56, 58, 60 端部
- 66 ダブテールスロット又はロータスロット
- 68, 70, 72, 74 嵌合面
- 76 半径方向ギャップ
- 78 内面
- 80 隣接面
- 82 ギャップ

30

40

50

【図 1】

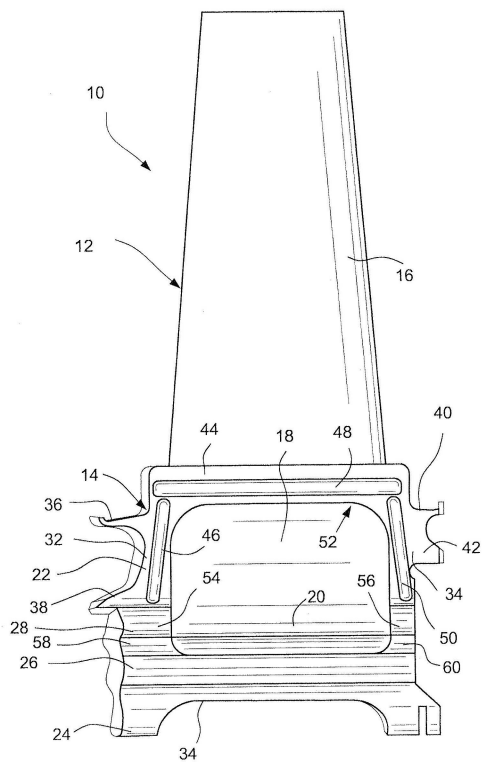


FIG. 1

【図 2】

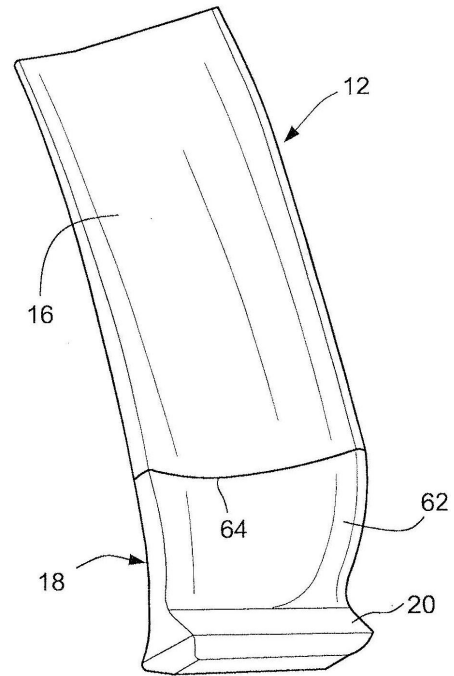


FIG. 2

【図 3】

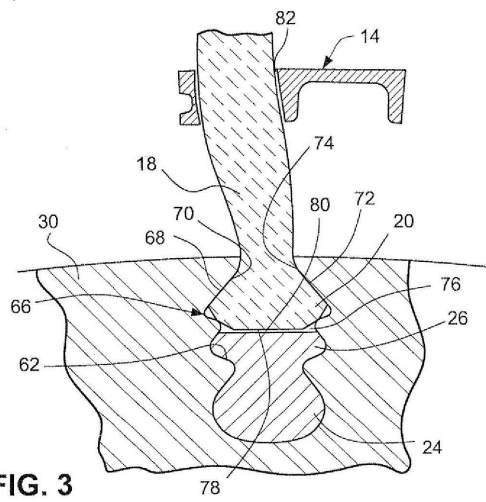


FIG. 3

【図 4】

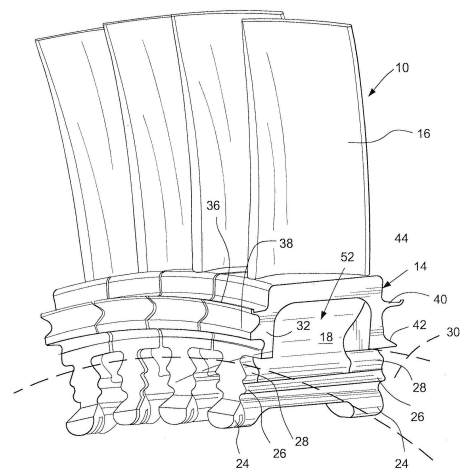


FIG. 4

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 D 25/00 L

(72)発明者 アンドレス・ホセ・ガルシア - クレスポ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 米国特許第07874804(US, B1)
米国特許第03801222(US, A)
特開平05-071305(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0142639(US, A1)
特開2010-138907(JP, A)
米国特許第07005200(US, B2)
特開2001-090505(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 D 5 / 0 0 - 3 4
F 0 1 D 2 5 / 0 0
F 0 2 C 7 / 0 0