

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5970557号  
(P5970557)

(45) 発行日 平成28年8月17日(2016.8.17)

(24) 登録日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>FO4D 29/32 (2006.01)</b>	FO4D 29/32	A
<b>FO1D 5/14 (2006.01)</b>	FO1D 5/14	
<b>FO1D 5/28 (2006.01)</b>	FO1D 5/28	
<b>FO4D 29/34 (2006.01)</b>	FO4D 29/34	G
<b>FO4D 29/54 (2006.01)</b>	FO4D 29/32	K
請求項の数 23 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-549092 (P2014-549092)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成24年12月7日 (2012.12.7)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公表番号	特表2015-502498 (P2015-502498A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公表日	平成27年1月22日 (2015.1.22)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/068368		番
(87) 国際公開番号	W02013/133875	(74) 代理人	100137545
(87) 国際公開日	平成25年9月12日 (2013.9.12)		弁理士 荒川 聡志
審査請求日	平成26年8月11日 (2014.8.11)	(74) 代理人	100105588
(31) 優先権主張番号	13/331, 418		弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成23年12月20日 (2011.12.20)	(74) 代理人	100129779
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 一体翼を有する複合ロータアセンブリおよび複合ペーンアセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジンの複合構造(8)であって、  
中心軸線(12)の周囲を囲んでいる環状の複合保持リング(400)であって、  
環状の複合プライ(49)を含む複合保持リングと、  
前記保持リング(400)上に取り付けられ、前記保持リング(400)と一体であり、  
前記保持リング(400)から半径方向に離れるように延在している複合翼(48)と

、  
前記保持リング(400)の外周および内周の一方の周囲に配置された翼リングセグメント(56)を含む周方向にセグメント化された翼リング(54)であって、前記翼リングセグメント(56)のそれぞれが、環状基部(58)ならびに前記環状基部(58)の時計回り端部(64)および反時計回り端部(66)から半径方向に延在する時計回り翼セグメント(60)および反時計回り翼セグメント(62)を含み、前記複合翼(48)のそれぞれが、前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)の周方向に互いに隣接する翼セグメント(88)を含む周方向にセグメント化された翼リング(54)と、

流路シェルであって、前記セグメント化された翼リング(54)の周囲に周方向に配置され、前記流路シェルと前記保持リング(400)との間に前記環状基部(58)を閉じ込めており、前記複合翼(48)が、前記流路シェルのスロットを貫通して延在している流路シェルと

を備え、

単一の螺旋体(300)として巻回された前記環状の複合プライ(49)をさらに備えることを特徴とする、複合構造。

【請求項2】

前記環状の複合プライ(49)および前記単一の螺旋体(300)が、連続的な複合テープ(50)から作製されている、請求項1に記載の複合構造。

【請求項3】

少なくとも部分的に炭素繊維織物材料から作製された前記保持リング(400)、前記複合翼(48)、および内側または外側の前記流路シェルをさらに備える、請求項1に記載の複合構造。

10

【請求項4】

単一の螺旋体(300)として巻回された前記環状の複合プライ(49)をさらに備える、請求項3に記載の複合構造。

【請求項5】

前記環状の複合プライ(49)および前記単一の螺旋体(300)が、連続的な複合テープ(50)から形成されている、請求項4に記載の複合構造。

【請求項6】

互いに縫合されている前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)の前記周方向に互いに隣接する翼セグメント(88)をさらに備える、請求項1に記載の複合構造。

20

【請求項7】

周方向の時計回り方向または反時計回り方向に角度を付けられているか、または傾斜されているスロットをさらに備える、請求項1に記載の複合構造。

【請求項8】

ガスタービンエンジンの複合構造(8)であって、  
環状の複合シュラウド(148)から半径方向内側に離間された環状の保持リング(400)であって、前記保持リング(400)および前記シュラウド(148)が、中心軸線の周囲を囲んでいて、環状の複合プライ(49)を含む保持リング(400)と、  
前記保持リング(400)および前記シュラウド(148)と一体であり、前記保持リング(400)と前記シュラウド(148)との間に半径方向に延在している複合翼(48)と、

30

前記保持リング(400)の外周の周囲に配置された翼リングセグメント(56)を含む周方向にセグメント化された複合翼リング(54)であって、前記翼リングセグメント(56)のそれぞれが、環状基部(58)ならびに前記環状基部(58)の時計回り端部(64)および反時計回り端部(66)から半径方向に延在する時計回り翼セグメント(60)および反時計回り翼セグメント(62)を含み、前記複合翼(48)のそれぞれが、前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)の周方向に互いに隣接する翼セグメント(88)を含む周方向にセグメント化された複合翼リング(54)と、

内側流路シェルであって、前記セグメント化された翼リング(54)の周囲に周方向に配置されており、前記内側流路シェルと前記保持リング(400)との間に前記環状基部(58)を閉じ込めており、前記複合翼(48)ならびに前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)が、前記内側流路シェルの内側スロットを貫通して延在している内側流路シェルと

40

を備え、

前記保持リング(400)および前記環状の複合シュラウド(148)のそれぞれの単一の螺旋体(300)として巻回された前記環状の複合プライ(49)をさらに備えることを特徴とする、複合構造。

【請求項9】

前記内側流路シェルの周囲に周方向に配置され、かつ前記内側流路シェルから半径方向

50

外側に離間された外側流路シェル(168)を含む前記環状の複合シュラウド(148)と、

前記外側流路シェル(168)の、軸方向に延在する外側翼スロット(167)を貫通して半径方向外側に延在している前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)と、

前記外側流路シェル(168)の周囲に沿って、それぞれ前記時計回り翼セグメント(60)および反時計回り翼セグメント(62)から周方向の反時計回り方向および時計回り方向に延在している時計回りシュラウドセグメント(160)および反時計回りシュラウドセグメント(162)と

をさらに備える、請求項8に記載の複合構造。

10

【請求項10】

前記環状の複合ブライ(49)および前記単一の螺旋体(300)が、連続的な複合テープ(50)から作製されている、請求項8に記載の複合構造。

【請求項11】

少なくとも部分的に炭素繊維織物材料から作製された前記保持リング(400)、前記環状の複合シュラウド(148)、および前記複合翼(48)をさらに備える、請求項10に記載の複合構造。

【請求項12】

互いに縫合されている前記時計回り翼セグメント(60)および前記反時計回り翼セグメント(62)の前記周方向に互いに隣接する翼セグメント(88)をさらに備える、請求項11に記載の複合構造。

20

【請求項13】

周方向の時計回り方向または反時計回り方向に角度を付けられているか、または傾斜されている前記スロットをさらに備える、請求項11に記載の複合構造。

【請求項14】

ガスタービンエンジン部品の複合構造を作製するための方法であって、

リングセクション(72)から半径方向外側に延在し、かつ前記リングセクション(72)と一体である翼パネル(90)を有する一体的な予備成形品を形成するステップと、炭素繊維織物材料から作製された複合テープ(50)を巻回することによって前記リングセクション(72)を形成するステップと、

30

前記炭素繊維織物材料から作製される翼クーポン(74)であって、中央セクション(76)ならびに前記中央セクション(76)から離れるように延在する時計回りセクション(78)および反時計回りセクション(80)を含む翼クーポン(74)を用意するステップと、

前記中央セクション(76)を前記リングセクション(72)上に合わせて前記リングセクション(72)の周囲に前記翼クーポン(74)を配置するステップと、

ソックスのソックススロット(83)を貫通するように前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)を延在させながら、前記翼クーポン(74)の前記中央セクション(76)の半径方向外側を覆うように前記炭素繊維織物材料から作製された前記ソックスを配置するステップと、

40

前記翼パネル(90)を形成するために前記中央セクション(76)から半径方向に離れるように延在するよう前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)を配置するステップと、

前記複合構造を形成するために前記予備成形品に樹脂を導入し、前記予備成形品および前記樹脂を成形するステップと

を含む方法。

【請求項15】

前記成形のために樹脂トランスファ成形または真空支援型樹脂トランスファ成形を使用するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

50

前記成形の前に前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)の周方向に互いに隣接しているセクションを互いに縫い付けるか、または縫合するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記ソックススロット(83)が前記リングセクション(72)の周囲の周方向に角度を付けられているか、または傾斜されている前記ソックスを用意するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項18】

前記成形の前に前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)の周方向に互いに隣接しているセクションを互いに縫い付けるか、または縫合するステップをさらに含む、請求項17に記載の方法。

10

【請求項19】

ガスタービンエンジン部品の複合構造を作製するための方法であって、  
内側リングセクション(172)と外側リングセクション(174)との間に半径方向に延在する翼パネル(90)と一体的に予備成形品を形成するステップと、  
炭素繊維織物材料によって一体型ステータ予備成形品(170)を形成するステップと、

前記炭素繊維織物材料から作製された複合テープ(50)を巻回することによって前記内側リングセクション(172)および前記外側リングセクション(174)を形成するステップと、

20

前記炭素繊維織物材料から作製され、かつ中央セクション(76)ならびに前記中央セクション(76)から離れるように延在する時計回りセクション(78)および反時計回りセクション(80)を含む翼クーポン(74)であって、前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)のそれぞれが、前記中央セクション(76)に接続されているパネルセクション(178)および前記パネルセクション(178)に接続されているシュラウドセクション(180)を含む翼クーポン(74)を用意するステップと、

前記内側リングセクション(172)の周囲に前記翼クーポン(74)を配置するステップと、

前記炭素繊維織物材料から作製された内側ソックス(84)および外側ソックス(184)を用意するステップと、

30

前記内側ソックス(84)の内側ソックススロット(83)を貫通するように前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)を延在させながら、前記翼クーポン(74)の前記中央セクション(76)の半径方向外側を覆うように前記内側ソックス(84)を配置するステップと、

前記翼パネル(90)を形成するために前記中央セクション(76)から半径方向に離れるように延在するよう前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)を配置するステップと、

前記外側ソックス(184)の外側ソックススロット(83)からシュラウドセクション(180)を引き出すか、または前記外側ソックススロット(83)に前記シュラウドセクション(180)を通すステップと、

40

それぞれ周方向の時計回り方向および反時計回り方向に向かって前記パネルセクション(178)から離れるように延在する前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)の前記シュラウドセクション(180)を前記外側リングセクション(174)の内周または内径の周囲に配置するステップと、

前記複合構造を形成するために前記予備成形品に樹脂を導入し、前記予備成形品および前記樹脂を成形するステップとを含む方法。

【請求項20】

前記内側ソックス(84)と前記内側リングセクション(172)との間に前記翼クー

50

ポン(74)の前記中央セクション(76)を閉じ込めるステップ、ならびに、前記外側ソックス(184)と前記ステータ予備成形品(170)の前記外側リングセクション(174)との間に前記翼クーポン(74)の前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)の前記シュラウドセクション(180)を閉じ込めるステップをさらに含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記成形のために樹脂トランスファ成形または真空支援型樹脂トランスファ成形を使用するステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記成形の前に前記時計回りセクション(78)および前記反時計回りセクション(80)の前記パネルセクション(178)の周方向に互いに隣接しているセクションを互いに縫い付けるか、または縫合するステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記内側ソックススロット(83)および前記外側ソックススロット(83)が前記内側リングセクション(172)および前記外側リングセクション(174)の周囲の周方向に角度を付けられているか、または傾斜されている前記内側ソックス(84)および前記外側ソックス(184)を用意するステップをさらに含む、請求項22に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンエンジンのロータアセンブリおよびベーンアセンブリに関し、特に、航空機ガスタービンエンジン用の一体翼を有する複合ロータおよび複合ステータに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンで用いられるブレード一体型ロータ(Integrally bladed rotor)または多くの場合にブリスク(BLISK)と呼ばれるブレードディスクが、当該技術分野では知られている。ターボファンガスタービンエンジンは、一般に、前方のファンおよびブースタ圧縮機、中央のコアエンジン、ならびに後方の低圧パワータービンを含む。ブリスクは、通常は固体金属ビレットから機械加工された単品または互いに溶接された複数の要素として金属材料から製造されている。金属ブリスクは、比較的重い。金属は、複合材料と比較して、より低い比強度を有し、非常に小さな固有減衰を有する。

【0003】

ガスタービンエンジンで用いられるブレード一体型複合ロータ(composite integrally bladed rotor)は、米国特許第4,747,900号明細書、米国特許第4,786,347号明細書、および米国特許第7,491,032号明細書などの複数の特許において開示されている。ブレード一体型複合ロータは、ロータの完全性を保つためにロータの構造を設計する際に考慮に入れなければならない大きな力を受ける。ロータディスクで、主な力は、周方向にかかるため、周方向応力を吸収する能力が重要となる一方で、翼ブレードでは、半径方向にかかる力が際立っている。このようなロータに使用される複合材料は、一般的には、固有強度の低い樹脂(エポキシなど)を含む。複合材料は、複合材料の母材に含まれているのと同じ材料の繊維を通常は含んでいるため、金属よりも高い比強度を有する。繊維は、張力が最も強いことで知られており、このため、完成部品における力の方向が、少なくとも部分的にその強度を決定する。場合によって、部品の構造設計は、繊維の方向の必要性によって影響されている。

【0004】

複合材マトリックスのブレード一体型ロータ、ディスク、ベーン、およびこれらを製造

10

20

30

40

50

するための方法は、非常に大きな労働力、時間、および非常に大きな費用のかかるものである。労働力、時間、および費用のはるかにかからない複合材マトリックスのブレード一体型ロータ、ディスク、およびペーンを製造するための設計および方法を有することが極めて望ましい。強固であり、中央孔を可能にし、さらには比較的迅速かつ容易に製造される複合材マトリックスのブレード一体型ロータ、ディスク、およびペーンを製造するための設計および方法を有することが極めて望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】欧州特許出願公開第2196629号明細書

10

【発明の概要】

【0006】

ガスタービンエンジンの複合構造は、中心軸線の周囲を囲んでいる環状の複合保持リングならびに保持リング上に取り付けられ、保持リングと一体であり、保持リングから半径方向に離れるように延在する複合翼を含む。保持リングは、環状の複合プライを含み、周方向にセグメント化された翼リングは、保持リングの外周および内周の一方の周囲に配置された翼リングセグメントを含む。翼リングセグメントのそれぞれは、環状基部ならびに環状基部の時計回り端部および反時計回り端部から半径方向に延在する時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントを含む。複合翼のそれぞれは、時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントの周方向に互いに隣接する翼セグメントを含む。流路シェルは、セグメント化された翼リングの周囲に周方向に配置されており、流路シェルと保持リングとの間に環状基部を閉じ込めている。複合翼は、流路シェルの内側翼スロットを貫通して延在している。スロットは、周方向の時計回り方向または反時計回り方向に角度を付けられるか、または傾斜されてもよい。

20

【0007】

環状の複合プライは、連続的な複合テープから作製される単一の螺旋体として巻回されてもよい。保持リング、複合翼、および内側流路シェルまたは外側流路シェルは、少なくとも部分的に炭素繊維織物材料から作製されてもよい。

【0008】

時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントの周方向に互いに隣接する翼セグメントは、互いに縫合されてもよい。

30

【0009】

ガスタービンエンジンの複合構造の別の実施形態は、中心軸線の周囲を囲んでいる環状の複合シュラウドから半径方向内側に離間された環状の保持リングならびに保持リングおよびシュラウドと一体であり、保持リングとシュラウドとの間に半径方向に延在する複合翼を含む。保持リングおよびシュラウドは、環状の複合プライを含み、周方向にセグメント化された複合翼リングは、保持リングの外周の周囲に配置された翼リングセグメントを含む。翼リングセグメントのそれぞれは、環状基部ならびに環状基部の時計回り端部および反時計回り端部から半径方向に延在する時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントを含む。複合翼のそれぞれは、時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントの周方向に互いに隣接する翼セグメントを含む。内側流路シェルは、セグメント化された翼リングの周囲に周方向に配置されており、内側流路シェルと保持リングとの間に環状基部を閉じ込めている。複合翼ならびに時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントは、内側流路シェルの内側スロットを貫通して延在している。

40

【0010】

環状の複合シュラウドの例示的な実施形態は、内側流路シェルの周囲に周方向に配置され、かつ内側流路シェルから半径方向外側に離間された外側流路シェルを含む。時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントは、外側流路シェルの、軸方向に延在する外側翼スロットを貫通して半径方向外側に延在しており、時計回りシュラウドセグメントおよび反時計回りシュラウドセグメントは、外側流路シェルの周囲に沿って、それぞれ時計

50

回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントから周方向の反時計回り方向および時計回り方向に延在している。

【0011】

環状の複合プライは、保持リングおよび環状の複合シュラウドのそれぞれの単一の螺旋体として巻回されてもよく、環状の複合プライおよび単一の螺旋体は、連続的な複合テープから作製されてもよい。保持リング、環状の複合シュラウド、および複合翼は、少なくとも部分的に炭素繊維織物材料から作製されてもよい。時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントの周方向に互いに隣接する翼セグメントは、互いに縫合されてもよい。

【0012】

ガスタービンエンジンの複合構造を作製するための方法は、リングセクションから半径方向外側に延在し、かつリングセクションと一体である翼パネルを有する一体的な予備成形品を形成するステップと、炭素繊維織物材料から作製された複合テープを巻回することによってリングセクションを形成するステップと、炭素繊維織物材料から作製される翼クーポンであって、中央セクションならびに中央セクションから離れるように延在する時計回りセクションおよび反時計回りセクションを含む翼クーポンを用意するステップと、中央セクションをリングセクション上に合わせてリングセクションの周囲に翼クーポンを配置するステップと、内側ソックスの内側ソックススロットを貫通するように時計回りセクションおよび反時計回りセクションを延在させながら、翼クーポンの中央セクションの半径方向外側を覆うように炭素繊維織物材料から作製された内側ソックスを配置するステップと、翼パネルを形成するために中央セクションから半径方向に離れるように延在するよう時計回りセクションおよび反時計回りセクションを配置するステップと、複合構造を形成するために予備成形品に樹脂を導入し、予備成形品および樹脂を成形するステップとを含む方法。樹脂トランスファ成形または真空支援型樹脂トランスファ成形が、成形のために使用されてもよい。

【0013】

時計回りセクションおよび反時計回りセクションの周方向に互いに隣接しているセクションは、成形の前に互いに縫い付けられるか、または縫合されてもよい。ソックススロットがリングセクションの周囲の周方向に角度を付けられているか、または傾斜されているソックスが用意されてもよい。

【0014】

ガスタービンエンジン部品の複合構造を作製するための別の方法は、内側リングセクションと外側リングセクションとの間に半径方向に延在する翼パネルと一体的に予備成形品を形成するステップと、炭素繊維織物材料によって一体型ステータ予備成形品を形成するステップと、炭素繊維織物材料から作製された複合テープを巻回することによって内側リングセクションおよび外側リングセクションを形成するステップと、炭素繊維織物材料から作製され、かつ中央セクションならびに中央セクションから離れるように延在する時計回りセクションおよび反時計回りセクションを含む翼クーポンであって、時計回りセクションおよび反時計回りセクションのそれぞれが、中央セクションに接続されているパネルセクションおよびパネルセクションに接続されているシュラウドセクションを含む翼クーポンを用意するステップと、内側リングセクションの周囲に翼クーポンを配置するステップと、炭素繊維織物材料から作製された内側ソックスおよび外側ソックスを用意するステップと、内側ソックスの内側ソックススロットを貫通するように時計回りセクションおよび反時計回りセクションを延在させながら、翼クーポンの中央セクションの半径方向外側を覆うように内側ソックスを配置するステップと、翼パネルを形成するために中央セクションから半径方向に離れるように延在するよう時計回りセクションおよび反時計回りセクションを配置するステップと、外側ソックスの外側ソックススロットからシュラウドセクションを引き出すか、または外側ソックススロットにシュラウドセクションを通すステップと、それぞれ周方向の時計回り方向および反時計回り方向に向かってパネルセクションから離れるように延在する時計回りセクションおよび反時計回りセクションのシュラウド

10

20

30

40

50

セクションを外側リングセクションの内周または内径の周囲に配置するステップと、複合構造を形成するために予備成形品に樹脂を導入し、予備成形品および樹脂を成形するステップとを含む。

【0015】

翼クーポンの中央セクションは、内側ソックスと内側リングセクションとの間に閉じ込められてもよく、翼クーポンの時計回りセクションおよび反時計回りセクションのシュラウドセクションは、外側ソックスとステータ予備成形品の外側リングセクションとの間に閉じ込められてもよい。

【0016】

時計回りセクションおよび反時計回りセクションのパネルセクションの周方向に互いに隣接しているパネルセクションは、成形の前に互いに縫い付けられるか、または縫合されてもよい。

【0017】

内側ソックススロットおよび外側ソックススロットは、内側リングセクションおよび外側リングセクションの周囲の周方向に角度を付けられるか、または傾斜されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0018】

本発明の前述の態様および他の特徴は、添付図面に関連して記載される以下の説明において説明される。

【図1】ブレード一体型複合ロータアセンブリおよび一体型複合ペーンアセンブリを有する航空機ターボファンガスタービンエンジンの例示的な実施形態の長手方向部分断面・部分概略図である。

【図2】図1に示されているエンジンのブースタにおけるブレード一体型複合ロータの斜視図である。

【図3】図2の3-3における、ブレード一体型複合ロータの断面図である。

【図4】図3に示されているブレード一体型複合ロータを製造するために使用される予備成形品の部分の断面図である。

【図5】図4に示されている予備成形品の部分の半径方向内側に向かって見られた配置に関する部分切欠き平面図である。

【図6】図4および図5に示されている予備成形品に使用されている織物パッドの断面図である。

【図7】図6の7-7における、織物パッドの断面図である。

【図8】図6の8-8における、織物パッドの断面図である。

【図9】図5に示されているオーバーソックス(over sock)の平面図である。

【図10】図1に示されているブースタにおける一体型複合ペーンアセンブリの扇形部分の断面図である。

【図11】一体型片持翼を有するガスタービンエンジン部品の軸方向断面図である。

【図12】内側に延在する一体型片持翼を有するガスタービンエンジン部品の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1に示されているのは、例示的な航空機ターボファンガスタービンエンジン10であり、航空機ターボファンガスタービンエンジン10は、エンジン中心軸線12の周囲を囲んでおり、航空機の翼または胴体に取り付けられるよう適切に設計されている。航空機ターボファンガスタービンエンジン10は、下流に向かって連続的に流れ連通しているファン14、ブースタ16、高圧圧縮機18、燃焼器20、高圧タービン(HPT: high pressure turbine)22、および低圧タービン(LPT: low pressure turbine)24を含む。HPTまたは高圧タービン22は、高圧駆動シャフト23によって高圧圧縮機18と連結されている。LPTまたは低圧タービン24は、低圧駆動シャフト25によってファン14およびブースタ16と連結されている

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

一般的な動作の際、空気 2 6 が、ファン 1 4 によって加圧されて、ブースタ 1 6 内に誘導される内側空気流 1 5 が生成され、ブースタ 1 6 は、内側空気流 1 5 をさらに加圧する。次に、加圧された空気は、この空気をさらに加圧する高圧圧縮機 1 8 に流れる。加圧された空気は、高温燃焼ガス 2 8 を生成するために燃焼器 2 0 内で燃料と混合され、次に、高温燃焼ガス 2 8 は、H P T 2 2 および L P T 2 4 内に向かって下流へ流れる。

## 【 0 0 2 1 】

ファン 1 4 の直後でブースタ 1 6 を囲んでいる分流器 3 4 は、鋭い先端 3 2 を含み、鋭い先端 3 2 は、ファン 1 4 によって加圧されたファン空気 2 6 を、ブースタ 1 6 内に誘導される半径方向内側の流れ（内側空気流 1 5）と、迂回ダクト 3 6 内に誘導される半径方向外側の流れ（迂回空気流 1 7）とに分流する。ファン 1 4 を囲んでいるファンナセル 3 0 は、環状ファンフレーム 3 3 によって支持されている。ブースタ 1 6 は、ブースタダクト 4 0 のブースタ流路 3 9 を横切って半径方向外側および半径方向内側に延在する複合ブースタブレード 3 8 および複合ブースタベーン 4 2 の環状列を交互に含む。複合ブースタブレード 3 8 の環状列は、適切にファン 1 4 と連結されている。ブースタ 1 6 は、環状ファンフレーム 3 3 の前方に配置されており、分流器 3 4 の半径方向内側に配置されている。

## 【 0 0 2 2 】

複合ブースタブレード 3 8 は、図 2 でさらに示されるブレード一体型複合ロータ 4 6 ( I B R ) と呼ばれるものを成すように複合ロータリング 4 4 と一体になっている。ブレード一体型複合ロータ 4 6 は、ロータおよびステータなどの、一体型複合翼 4 8 を有するガスタービンエンジンの複合構造 8 の例示的な実施形態である。複合ブースタブレード 3 8 のそれぞれは、複合翼 4 8 を含み、複合翼 4 8 は、複合ロータリング 4 4 における翼基端 4 5 から外側へ翼先端 4 7 まで延在する前進面 4 1 および後進面 4 3 を有する。本明細書に示されている例示的な前進面 4 1 および後進面 4 3 は、それぞれ凹状および凸状である。複合翼 4 8 は、翼弦方向に離間された前縁 L E および後縁 T E を含む。複合翼 4 8 は、複合ロータリング 4 4 に取り付けられており、これと一体である。

## 【 0 0 2 3 】

ブレード一体型複合ロータ 4 6 の断面が、図 3 に示されている。複合ロータリング 4 4 は、マンドレルまたはツール（図示せず）の周囲に、図 4 に示されている連続的な複合テープ 5 0 を巻き付けることによって作製された環状の複合層または環状の複合プライ 4 9 を含む。複合テープ 5 0 は、少なくとも部分的に炭素繊維織物材料から作製されており、複合プライ 4 9 が存在するように複数回 3 6 0 度にわたって連続的に巻回されている。このように、複合ロータリング 4 4 は、単一の連続的な巻回体または螺旋体 3 0 0 であり、複合プライ 4 9 は、略円形または略環状である。複合テープ 5 0 は、図 3 に示されているように 4 回にわたって巻回されて、略円形または略環状の 4 つの複合プライ 4 9 を形成しているものとして本明細書では示されている。このように、複合ロータリング 4 4 は、略円形であり、最も外側のプライ 5 7 および最も内側のプライ 1 5 7 は、複合ロータリング 4 4 の外周 O C および内周 I C または外径 O D および内径 I D にそれぞれ位置している。

## 【 0 0 2 4 】

図 3 を参照すると、ブレード一体型複合ロータ 4 6 は、周方向にセグメント化された翼リング 5 4 をさらに含み、周方向にセグメント化された翼リング 5 4 は、複合ロータリング 4 4 の最も外側の層またはプライ 5 7 の周囲に配置された翼リングセグメント 5 6 を含む。翼リングセグメント 5 6 のそれぞれは、環状基部 5 8 ならびに環状基部 5 8 の時計回り端部 6 4 および反時計回り端部 6 6 から半径方向に延在する時計回り翼セグメント 6 0 および反時計回り翼セグメント 6 2 を含む。環状基部 5 8 は、複合ロータリング 4 4 の最も外側のプライ 5 7 の周囲に、これと略同心に、好ましくはこの上に配置される。複合ロータリング 4 4 の翼リング 5 4、環状基部 5 8、および最も外側のプライ 5 7 は、エンジン中心軸線 1 2 の周囲を囲んでおり、円錐形または円筒形であってもよい。時計回り翼セ

10

20

30

40

50

グメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 の周方向に互いに隣接する翼セグメント 88 は、一体翼パネル 90 を形成するために互いに縫合されている。

【0025】

ブレード一体型複合ロータ 46 は、内側流路シェル 68 をさらに含み、内側流路シェル 68 は、セグメント化された翼リング 54 の周囲に周方向に配置されており、内側流路シェル 68 と複合ロータリング 44 の最も外側のプライ 57 との間に環状基部 58 を閉じ込めている。時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 は、内側流路シェル 68 の、軸方向に延在する内側翼スロット 67 を貫通して半径方向外側に延在している。スロットは、ブレード一体型複合ロータ 46 を作製するために使用される、図 4 に示されている複合ロータ予備成形品 70 のスロットによって示されているように、周方向の時計回り方向 CW または反時計回り方向 CCW に角度を付けられているか、または傾斜されていることに留意すべきである。周方向に互いに隣接する時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 の対 69 のそれぞれは、図 1 ~ 図 3 に示されている複合翼 48 のそれぞれ 1 つを形成している。

【0026】

図 4 に示されている複合ロータ予備成形品 70 は、図 2 および図 3 に示されているブレード一体型複合ロータ 46 の形成および製造のために使用される。環状の複合プライ 49 は、複合ロータ予備成形品 70 のリングセクション 72 を形成するためにマンドレルまたはツール（図示せず）の周囲に複合テープ 50 を巻き付けることによって作製されている。複合テープ 50 は、単一の螺旋体 300 として巻回されている。一体翼パネル 90 は、リングセクション 72 から半径方向外側に延在しており、これと一体的に形成されている。図 4 ~ 図 8 に示されているのは、翼リングセグメント 56 を形成するために使用されるのと同じ炭素繊維織物材料から作製された翼クーポン 74 である。翼クーポン 74 のそれぞれは、中央セクション 76 ならびに時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 を含む。なお、時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 は、それぞれ周方向の時計回り方向 CW および反時計回り方向 CCW に向かって中央セクション 76 から離れるように延在している。中央セクション 76 は、複合ロータ予備成形品 70 のリングセクション 72 の外周 OC または外径 OD の周囲に配置されている。

【0027】

図 4、図 5、および図 9 に示されているのは、炭素繊維織物材料から作製されたオーバーソックス 82 であり、これは、内側流路シェル 68 を形成するために使用されている。オーバーソックス 82 は、翼クーポン 74 の中央セクション 76 の半径方向外側の上に配置されている。オーバーソックス 82 は、オーバーソックス 82 と複合ロータ予備成形品 70 のリングセクション 72 との間に翼クーポン 74 の中央セクション 76 を閉じ込め、配置し、保持している。内側ソックス 84 の、軸方向に延在するソックススロット 83 は、ブレード一体型複合ロータ 46 の内側流路シェル 68 の内側翼スロット 67 に対応し、これを形成するようなサイズおよび位置に形成されている。時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 は、図 4 および図 5 に示されているように、それぞれ中央セクション 76 から半径方向外側に屈曲しており、ソックススロット 83 から引き出されているか、またはそうでなければこれに通されている。

【0028】

図 6 ~ 図 8 を参照すると、隆起部 96 は、翼クーポン 74 の全長 L に沿って周方向に延在している。隆起部 96 は、一定の幅 W および最大高さ H を有する。隆起部 96 は、時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 のそれぞれが外側翼形状 S を有するように湾曲している。隆起部 96 は、時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 のそれぞれが図 2 ~ 図 8 に示されている最大厚 T および最大厚の半分の厚さ  $1/2 T$  を有する外側翼形状 S を有するような織り方によって、時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 の軸方向のテーパ部を成している。時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 は、複合翼 48 の前縁 LE および後縁 TE に対応する前方縁 120 および後方縁 122 に向かって先細になっている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

翼クーポン74の下面100は平坦である。翼クーポン74の周方向に隣接している対110の周方向に互いに隣接している時計回りセクション78および反時計回りセクション80は、図4に示されているように翼クーポン74の下面100に沿って互いに固定されている。本明細書に示されている複合ロータ予備成形品70の実施形態において、周方向に互いに隣接している時計回りセクション78および反時計回りセクション80は、一体翼パネル90を形成するために互いに縫い付けられているか、または縫合されている。このことは、図2および図3に示されている複合翼48の翼型中心線108に沿って糸104によって形成された縫合の縫い目102によって示されている。時計回りセクション78および反時計回りセクション80は、ソックスロット83から引き出されるか、またはそうでなければこれに通される前に互いに縫合されてもよい。

10

## 【 0 0 3 0 】

複合ロータ予備成形品70の様々な織物の部分が、互いに縫合されてもよい。環状の複合プライ49、翼クーポン74の中央セクション、およびオーバーソックス82は、これらの部分を互いに位置合わせし、ブレード一体型複合ロータ46を形成するために使用される樹脂注入・硬化工程中にこれらを適切な位置に保持することを助けるために互いに縫合されてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

様々な方法が、複合ロータ予備成形品70などの、織物の複合予備成形品に樹脂を注入するために利用されてもよい。予備成形品への樹脂の注入は、予備成形品がツールシステムに配置されている間に樹脂トランスファ成形(RTM)または真空支援型樹脂トランスファ成形(VARTM)を用いて実行されてもよい。あるいは、より従来のオートクレーブ工程が使用されてもよい。予備成形品が、型に配置されると、様々な型の部分またはセクションが、ガスタービンエンジンの複合構造8を適切に形成するために予備成形品を適切な位置に保持する。予備成形品の形成中に行われた様々な屈曲に起因して、予備成形品には、翼クーポン74の中央セクション76と時計回りセクション78および反時計回りセクション80との間などに無関係な折り目が存在する。これらの無関係な折り目は、型セクション内に含まれ、ガスタービンエンジンの複合構造8の一部となる。

20

## 【 0 0 3 2 】

RTM法では、部品の両面を滑らかな仕上げ面にするためにRTM型が使用され、複雑で精緻なニアネット形状が、生産後のトリミングおよび/または機械加工を最小限に抑えながら、高速で形成され得る。樹脂は、互いに締め付けられた(またはプレス機内で互いに保持された)型部品に加圧下で供給され、これにより、部品は、比較的高い繊維含有量および優れたボイド制御によって均一であり、繰り返し可能であり、寸法的に安定し、十分に強固にされる。粘度のより高い強化樹脂によって作製される高性能部品の場合、型は、通常加熱されて、樹脂注入圧力が、計量/混合注入機によって制御される。原材料費は、一般にハンドレイアップ法よりも低い。なぜなら、従来のプリプレグとは異なり、乾燥した予備成形品が使用されるからである。サイクル時間は、一般的なオートクレーブの硬化サイクルよりも短い2~3時間の範囲内であり得る。

30

## 【 0 0 3 3 】

本明細書に示されている別のガスタービンエンジンの複合構造8は、複合ベーンステータ146である。図10に示されているのは、ブースタ16などの複合ブースタベーン42の環状列を含む複合ベーンステータ146の扇形部分140である。複合ベーンステータ146は、一体的に形成されており、環状の複合ステータリング144と環状の複合シュラウド148との間に半径方向に延在する複合翼48を含む。複合翼48のそれぞれは、複合ステータリング144における翼基端45から外側へ環状の複合シュラウド148における翼先端47まで延在する前進面41および後進面43を含む。環状の複合シュラウド148は、複合ステータリング144から半径方向に離間されており、エンジン中心軸線12の周囲を囲んでいる。複合翼48は、複合ステータリング144および環状の複合シュラウド148に取り付けられており、これらと一体である。

40

50

## 【 0 0 3 4 】

図 1 0 は、複合ステータリング 1 4 4 および環状の複合シュラウド 1 4 8 が、どのようにして上述した複合ロータリング 4 4 と同じ方法で作製され得るかを示すために使用される。環状の複合層または環状の複合プライ 4 9 は、マンドレルまたはツール（図示せず）の周囲に単一の連続的な複合テープ 5 0 を巻き付けることによって作製されている。複合テープ 5 0 は、炭素繊維織物材料であり、複合プライ 4 9 が存在するように複数回 3 6 0 度にわたって連続的に巻回されている。このように、複合ステータリング 1 4 4 および環状の複合シュラウド 1 4 8 は、単一の連続的な螺旋体であり、複合プライ 4 9 は、略円形または略環状である。複合テープ 5 0 は、図 1 0 に示されているように 2 回にわたって巻回されて、複合ステータリング 1 4 4 の略円形または略環状の 2 つの複合プライ 4 9 を形成しているものとして本明細書では示されている。

10

## 【 0 0 3 5 】

翼リングセグメント 5 6 を含む周方向にセグメント化された翼リング 5 4 は、複合ステータリング 1 4 4 の最も外側の層またはプライ 5 7 の周囲に配置されている。翼リングセグメント 5 6 のそれぞれは、環状基部 5 8 ならびに環状基部 5 8 の時計回り端部 6 4 および反時計回り端部 6 6 から半径方向に延在する時計回り翼セグメント 6 0 および反時計回り翼セグメント 6 2 を含む。環状基部 5 8 は、複合ステータリング 1 4 4 の最も外側のプライ 5 7 の周囲に、これと略同心に、好ましくはこの上に配置される。複合ステータリング 1 4 4 の翼リング 5 4、環状基部 5 8、および最も外側のプライ 5 7 は、エンジン中心軸線 1 2 の周囲を囲んでおり、円錐形または円筒形であってもよい。

20

## 【 0 0 3 6 】

複合ベーンステータ 1 4 6 は、内側流路シェル 6 8 をさらに含み、内側流路シェル 6 8 は、セグメント化された翼リング 5 4 の周囲に周方向に配置されており、内側流路シェル 6 8 と複合ステータリング 1 4 4 の最も外側のプライ 5 7 との間に環状基部 5 8 を閉じ込めている。時計回り翼セグメント 6 0 および反時計回り翼セグメント 6 2 は、内側流路シェル 6 8 の、軸方向に延在する内側翼スロット 6 7 を貫通して半径方向外側に延在している。スロットは、図 5 に示され、上で説明されているように、周方向の時計回り方向 C W または反時計回り方向 C C W に角度を付けられているか、または傾斜されていることに留意すべきである。周方向に互いに隣接する時計回り翼セグメント 6 0 および反時計回り翼セグメント 6 2 の対 6 9 のそれぞれは、複合翼 4 8 を形成している。

30

## 【 0 0 3 7 】

環状の複合シュラウド 1 4 8 は、翼先端 4 7 に外側流路シェル 1 6 8 を含み、外側流路シェル 1 6 8 の周囲に周方向に配置されており、外側流路シェル 1 6 8 から半径方向外側に離間されている。内側流路シェル 6 8 および外側流路シェル 1 6 8 は、それぞれ半径方向外側および半径方向内側に、図 1 に示されているブースタ流路 3 9 などの流路を形作っている。翼リングセグメント 5 6 のそれぞれは、周方向に延在する時計回りシュラウドセグメント 1 6 0 および反時計回りシュラウドセグメント 1 6 2 を含み、時計回りシュラウドセグメント 1 6 0 および反時計回りシュラウドセグメント 1 6 2 は、それぞれ反時計回り翼セグメント 6 2 および時計回り翼セグメント 6 0 の、複合翼 4 8 の翼先端 4 7 から周方向の時計回り方向 C W および反時計回り方向 C C W に延在している。時計回り翼セグメント 6 0 および反時計回り翼セグメント 6 2 は、外側流路シェル 1 6 8 の、軸方向に延在する外側翼スロット 1 6 7 を貫通して半径方向外側に延在している。時計回りシュラウドセグメント 1 6 0 および反時計回りシュラウドセグメント 1 6 2 は、外側流路シェル 1 6 8 の周囲に沿って、それぞれ反時計回り翼セグメント 6 2 および時計回り翼セグメント 6 0 から周方向の時計回り方向および反時計回り方向に延在している。外側流路シェル 1 6 8 のスロットは、周方向の時計回り方向 C W または反時計回り方向 C C W に角度を付けられているか、または傾斜されていることに留意すべきである。

40

## 【 0 0 3 8 】

環状の複合シュラウド 1 4 8 は、時計回りシュラウドセグメント 1 6 0 および反時計回りシュラウドセグメント 1 6 2 の周囲に単一の連続的な複合テープ 5 0 を巻き付けること

50

によって作製された環状の複合層または環状の複合プライ４９を含む。複合テープ５０は、炭素繊維織物材料であり、複合プライ４９が存在するように複数回３６０度にわたって連続的に巻回されている。このように、環状の複合シュラウド１４８は、単一の連続的な螺旋体を含み、複合プライ４９は、略円形または略環状である。複合テープ５０は、図１０に示されているように２回にわたって巻回されて、環状の複合シュラウド１４８の略円形または略環状の２つの複合プライ４９を形成しているものとして本明細書では示されている。巻回された複合テープ５０および環状の複合プライ４９は、外側流路シェル１６８と環状の複合シュラウド１４８の最も内側のプライ１５７との間に環状の時計回りシュラウドセグメント１６０および反時計回りシュラウドセグメント１６２を閉じ込めている。

【００３９】

10

上で開示され、図４～図９に示されている複合ロータ予備成形品７０と同様の複合ステータ予備成形品１７０は、図１０に示されている複合ベーンステータ１４６の形成および製造のために使用される。図１０に示され、本明細書に開示されている例示的な複合ステータ予備成形品１７０は、炭素繊維織物材料から作製されている。複合ステータ予備成形品１７０は、複合ステータ予備成形品１７０の内側リングセクション１７２と外側リングセクション１７４との間に半径方向に延在する一体翼パネル９０を含む。一体翼パネル９０は、それぞれ、環状の複合ステータリング１４４と環状の複合シュラウド１４８との間に半径方向に延在する複合翼４８に対応しており、これを形成するために使用される。

【００４０】

複合ステータ予備成形品１７０を作製するために使用される翼クーポン７４は、上述した複合ロータ予備成形品７０のために使用される翼クーポン７４とはわずかに異なっている。なぜなら、これらは、それぞれ周方向の時計回り方向ＣＷおよび反時計回り方向ＣＣＷに向かって中央セクション７６から離れるように延在するより長い時計回りセクション７８およびより長い反時計回りセクション８０を有するからである。翼クーポン７４は、時計回りセクション７８および反時計回りセクション８０を含む。時計回りセクション７８および反時計回りセクション８０のそれぞれは、中央セクション７６に接続されているパネルセクション１７８およびパネルセクション１７８に接続されているシュラウドセクション１８０を含む。シュラウドセクション１８０は、環状の複合シュラウド１４８の時計回り翼セグメント６０および反時計回り翼セグメント６２から周方向に離れるように延在する時計回りシュラウドセグメント１６０および反時計回りシュラウドセグメント１６

20

30

【００４１】

炭素繊維織物材料から作製された内側ソックス８４は、内側流路シェル６８を形成するために使用され、外側ソックス１８４は、外側流路シェル１６８を形成するために使用される。内側ソックス８４は、翼クーポン７４の中央セクション７６上に配置されている。翼クーポン７４の時計回りセクション７８および反時計回りセクション８０は、内側ソックス８４の内側ソックススロット８６から引き出されているか、またはそうでなければこれに通されている。

【００４２】

パネルセクション１７８に接続されているシュラウドセクション１８０は、外側ソックス１８４の外側ソックススロット１８６から引き出されているか、またはそうでなければこれに通されている。翼クーポン７４の時計回りセクション７８および反時計回りセクション８０のシュラウドセクション１８０は、複合ステータ予備成形品１７０の外側リングセクション１７４の内周ＩＣまたは内径ＩＤの周囲において、それぞれ周方向の反時計回り方向ＣＣＷおよび時計回り方向ＣＷに向かってパネルセクション１７８から離れるように延在するよう配置されている。

40

【００４３】

内側ソックス８４は、内側ソックス８４と複合ステータ予備成形品１７０の内側リングセクション１７２との間に翼クーポン７４の中央セクション７６を閉じ込め、配置し、保持している。外側ソックス１８４は、外側ソックス１８４と複合ステータ予備成形品１

50

0の外側リングセクション174との間に、翼クーポン74の時計回りセクション78および反時計回りセクション80のシュラウドセクション180を閉じ込め、配置し、保持している。互いに隣接しているパネルセクション178は、ソックススロットから引き出される前または後に互いに縫合されてもよい。ソックスにおいて軸方向に延在する内側ソックススロット86および外側ソックススロット186は、複合ベーンステータ146の内側流路シェル68および外側流路シェル168の内側翼スロット67および外側翼スロット167のそれぞれに対応し、これらを形成するようなサイズおよび位置に形成されている。

【0044】

複合ステータ予備成形品の様々な織物の部分が、互いに縫合されてもよい。複合ステータリング144および環状の複合シュラウド148の環状の複合プライ49、翼クーポン74の中央セクション76、ならびに内側ソックス84および外側ソックス184は、これらの部分を互いに位置合わせし、複合ベーンステータ146を形成するために使用される樹脂注入・硬化の間これらを適切な位置に保持することを助けるために、互いに適切に縫合されてもよい。予備成形品の部分は、複合ベーンステータ146およびその部分を適切に形成するために注入のための様々なツール部品の上および間に位置合わせされる。

10

【0045】

2008年11月24日付けで提出された米国特許出願公開第2010/0129227号明細書、米国特許出願公開第12/276,522号明細書は、逆回転するファンおよびブースタまたは低圧圧縮機に動力を供給する逆回転タービンを用いて設計されたガスタービンファンジェットエンジンについて開示している。図11に示されているのは、航空機ガスタービンエンジン(ブースタなど)での使用に適した複合ロータ204および複合ステータ206の双方または逆回転可能な複合ロータ208を表す、半径方向内側に延在する一体型片持翼200および半径方向外側に延在する一体型片持翼202を有する複合アセンブリを組み込み得る交互のブースタ段などの航空機エンジン部品である。

20

【0046】

この特許のために、ガスタービンエンジンの複合構造8の複合ロータリング44は、複合翼48がそこから半径方向外側に延在する場合はハブ402と呼ばれ、複合翼48がそこから半径方向内側に延在する場合はドラム404と呼ばれる。

【0047】

図12に概略的に示されているのは、ロータおよびステータならびに逆回転可能なロータのために使用され得るような一体型片持翼を有するガスタービンエンジンの複合構造の例示的な実施形態である。図12に示されている例示的な実施形態は、ガスタービンエンジンブースタ部品210である。ガスタービンエンジンブースタ部品210は、前進面41および後進面43を有する複合翼48を含み、前進面41および後進面43は、内側に延在していて、複合ロータリング44における翼基端45から翼先端47まで片持ちされている。複合翼48は、複合ロータリング44に取り付けられており、これと一体である。

30

【0048】

複合ロータリング44は、マンドレルまたはツール(図示せず)の周囲に単一の連続的な複合テープ50を巻き付けることによって作製された環状の複合層または環状の複合プライ49を含む。複合テープ50は、炭素繊維織物材料であり、複合プライ49が存在するように複数回360度にわたって連続的に巻回されている。このように、複合ロータリング44は、わずかに螺旋状の単一の連続的な巻回体であり、複合プライ49は、略円形または略環状である。複合テープ50は、4回にわたって巻回されて、略円形または略環状の4つの複合プライ49を形成しているものとして本明細書では示されている。

40

【0049】

翼リングセグメント56を含む周方向にセグメント化された翼リング54は、複合ロータリング44の最も内側の層またはプライ257の周囲に配置されている。翼リングセグメント56のそれぞれは、環状基部58ならびに環状基部58の時計回り端部64および

50

反時計回り端部 66 から半径方向に延在する時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 を含む。環状基部 58 は、複合ロータリング 44 の最も内側のプライ 257 の周囲に、これと略同心に、好ましくはこの上に配置される。複合ロータリング 44 の翼リング 54、環状基部 58、および最も内側のプライ 257 は、エンジン中心軸線 12 の周囲を囲んでおり、円錐形または円筒形であってもよい。

【0050】

外側流路シェル 168 は、セグメント化された翼リング 54 の半径方向内側の周囲に周方向に配置されており、外側流路シェル 168 と複合ロータリング 44 の最も内側のプライ 257 との間に環状基部 58 を閉じ込めている。時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 は、外側流路シェル 168 の、軸方向に延在する内側翼スロット 67 を貫通して半径方向内側に延在している。スロットは、周方向の時計回り方向 CW または反時計回り方向 CCW に角度を付けられているか、または傾斜されている。周方向に互いに隣接する時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 の対 69 のそれぞれは、複合翼 48 のそれぞれ 1 つを形成している。

10

【0051】

図 4 に示されているのと同様の複合ロータ予備成形品は、ガスタービンエンジンブースタ部品 210 の形成および製造のために使用される。環状の複合プライ 49 は、複合ロータリング 44 に対応する、予備成形品のリングセクションを形成するために、マンドレルまたはツール（図示せず）の周囲に複合テープ 50 を巻き付けることによって作製されている。図 4 ~ 図 8 に示されているのと同様の翼クーポンは、翼リングセグメント 56 を形成するために使用されるのと同じ炭素繊維織物材料から作製されている。翼クーポン 74 のそれぞれは、中央セクション 76 ならびに時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 を含む。なお、時計回りセクション 78 および反時計回りセクション 80 は、それぞれ周方向の時計回り方向 CW および反時計回り方向 CCW に向かって中央セクション 76 から離れるように延在している。

20

【0052】

炭素繊維織物材料から作製された内側ソックス 84 は、外側流路シェル 168 を形成するために使用される。ソックスは、翼クーポン 74 の中央セクション 76 の半径方向内側の上に配置されている。内側ソックス 84 において軸方向に延在するソックススロットは、ガスタービンエンジンブースタ複合部品 210 の外側流路シェル 168 の翼スロットに 30 対応し、これを形成するようなサイズおよび位置に形成されている。時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 は、それぞれ中央セクションから半径方向内側に屈曲されており、ソックスの軸方向スロットを貫通している。ソックスの軸方向スロットは、外側流路シェル 168 の内側翼スロット 67 に対応し、これを形成している。

30

【0053】

翼クーポン 74 の半径方向の下面 100 は平坦である。翼クーポン 74 の周方向に隣接している対 110 の周方向に互いに隣接している時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 は、図 12 に示されているように翼クーポン 74 の下面 100 に沿って互いに固定されている。本明細書で開示した複合ロータ予備成形品の実施形態において、これらの時計回り翼セグメント 60 および反時計回り翼セグメント 62 は、一体翼パ 40 ネル 90 を形成するために互いに縫い付けられているか、または縫合されている。複合ロータ予備成形品 70 の様々な織物の部分が、互いに縫合されてもよい。環状の複合プライ 49、翼クーポン 74 の中央セクション 76、および内側ソックス 84 は、これらの部分を互いに位置合わせし、ブレード一体型複合ロータ 46 を形成するために使用される樹脂注入・硬化の間これらを適切な位置に保持することを助けるために互いに縫合されてもよい。

【0054】

ガスタービンエンジンの複合構造 8 が RTM または VARTM を用いて形成された後、これは、ネット形状またはニアネット形状の状態にある。機械加工および/または表面仕上げが、最終的な部品を生産するために使用されてもよい。

50

## 【 0 0 5 5 】

本明細書で開示したアセンブリは、ブレード一体型複合ロータアセンブリまたは一体型複合ペーンアセンブリを形成するために複合保持リング400（複合ロータリング44および複合ステータリング144）の内径IDもしくは外径ODの一方または双方に一体的に織られた翼を組み込んでいる。翼を形成するために縫合された翼セクションを有する予備成形品ソックスの中間層および織られたオーバーソックスは、ロータアセンブリおよびペーンアセンブリの周方向の間隔および剛性を実現する。結果として得られる構造は、360度の構造を成す、ブレードまたはペーンと一体のリングである。

## 【 0 0 5 6 】

本明細書で開示したアセンブリおよび方法は、強固な翼保持システムを有する複合ブレードロータアセンブリまたは複合ステータアセンブリを実現するために設計されている。本明細書で開示したアセンブリおよび方法は、別個の個別的な保持システムを用いずに複合材から作製された翼および保持システムの双方の組み合わせ（本例では、一体型の設計の）を可能にする。本明細書で開示したアセンブリおよび方法は、複合材料を利用することによって重量低減の最大化に役立つ。また、これらは、予備成形品が完成品として組み立てられ、樹脂注入されることを可能にすることによって容易に製造される。

## 【 0 0 5 7 】

ロータ構造に複合材料を適用することには、複合材料の低密度および複合繊維の固有強度に起因して、重量の低減に関して大きな利点がある。別々の複合ブレードおよび複合ロータの組み合わせは、ブースタロータに使用される周方向ダブテールに特有の必要な取り付け構造に起因して困難なものである。1つの構造体としてブレードおよびロータを一体化することは、別個の保持特徴を除去し、材料強度の利用が、最小重量で最大化され得る。

## 【 0 0 5 8 】

ブレードおよびペーンは、互いに縫合される個々の複合翼クーポンから構成されるが、このことは、設計基準および物理的厚さを満たすようにクーポンを先細にすることによって翼の幾何学的形状の最大限の柔軟性を可能にする。翼クーポンは、好ましくは翼型中心線で互いに縫合され、最大強度および重量低減のために複合材の方向性を利用することができる複合オーバーラップ（composite over wrap）によって複合ロータ構造と一体化/相互連結される。

## 【 0 0 5 9 】

本発明は、例示的な方法で説明された。使用されてきた用語は、限定の表現ではなく説明の表現の性質を有することが意図されていることが理解されるべきである。本明細書で説明されてきたのは、本発明の好ましい例示的な実施形態であると考えられるものであるが、本発明の他の修正形態が、本明細書の教示から当業者に明らかであり、したがって、すべてのこのような修正形態が本発明の真の精神および範囲に含まれるものとして添付の特許請求の範囲において保証されることが求められている。

## 【 0 0 6 0 】

したがって、米国の特許証によって保証されることが求められているのは、以下の特許請求の範囲において規定され、区別されている本発明である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 1 】

- 8 ガスタービンエンジンの複合構造
- 10 航空機ターボファンガスタービンエンジン
- 12 エンジン中心軸線
- 14 ファン
- 15 内側空気流
- 16 ブースタ
- 17 迂回空気流
- 18 高圧圧縮機

10

20

30

40

50

2 0	燃焼器	
2 2	高圧タービン	
2 3	高圧駆動シャフト	
2 4	低圧タービン	
2 5	低圧駆動シャフト	
2 6	空気、ファン空気	
2 8	高温燃焼ガス	
3 0	ファンナセル	
3 2	鋭い先端	
3 3	環状ファンフレーム	10
3 4	分流器	
3 6	迂回ダクト	
3 8	複合ブースタブレード	
3 9	ブースタ流路	
4 0	保持リング	
4 1	前進面	
4 2	複合ブースタベーン	
4 3	後進面	
4 4	複合ロータリング	
4 5	翼基端	20
4 6	ブレード一体型複合ロータ	
4 7	翼先端	
4 8	複合翼	
4 9	複合プライ	
5 0	複合テープ	
5 4	周方向にセグメント化された翼リング	
5 6	翼リングセグメント	
5 7	最も外側のプライ	
5 8	環状基部	
6 0	時計回り翼セグメント	30
6 2	反時計回り翼セグメント	
6 4	時計回り端部	
6 6	反時計回り端部	
6 7	内側翼スロット	
6 8	内側流路シェル	
6 9	時計回り翼セグメントおよび反時計回り翼セグメントの対	
7 0	複合ロータ予備成形品	
7 2	リングセクション	
7 4	翼クーボン	
7 6	中央セクション	40
7 8	時計回りセクション	
8 0	反時計回りセクション	
8 2	オーバーソックス	
8 3	ソックススロット	
8 4	内側ソックス	
8 6	内側ソックススロット	
8 8	周方向に互いに隣接する翼セグメント	
9 0	一体翼パネル	
9 6	隆起部	
1 0 0	下面	50

1 0 2	縫い目	
1 0 4	糸	
1 0 8	翼型中心線	
1 1 0	周方向に隣接している対	
1 2 0	前方縁	
1 2 2	後方縁	
1 4 0	扇形部分	
1 4 4	複合ステータリング	
1 4 6	複合ベーンステータ	
1 4 8	複合シュラウド	10
1 5 7	最も内側のプライ	
1 6 0	時計回りシュラウドセグメント	
1 6 2	反時計回りシュラウドセグメント	
1 6 7	外側翼スロット	
1 6 8	外側流路シェル	
1 7 0	複合ステータ予備成形品	
1 7 2	内側リングセクション	
1 7 4	外側リングセクション	
1 7 8	パネルセクション	
1 8 0	シュラウドセクション	20
1 8 4	外側ソックス	
1 8 6	外側ソックススロット	
2 0 0	半径方向内側に延在する一体型片持翼	
2 0 2	半径方向外側に延在する一体型片持翼	
2 0 4	複合ロータ	
2 0 6	複合ステータ	
2 0 8	逆回転可能な複合ロータ	
2 1 0	ガスタービンエンジンブースタ部品、ガスタービンエンジンブースタ複合部品	
2 5 7	最も内側のプライ	
3 0 0	螺旋体	30
4 0 0	複合保持リング	
4 0 2	ハブ	
4 0 4	ドラム	
C C W	反時計回り方向	
C W	時計回り方向	
H	最大高さ	
I C	内周	
I D	内径	
L E	前縁	
O C	外周	40
O D	外径	
S	外側翼形状	
T	最大厚	
1 / 2 T	最大厚の半分の厚さ	
T E	後縁	
W	幅	

【 図 1 】

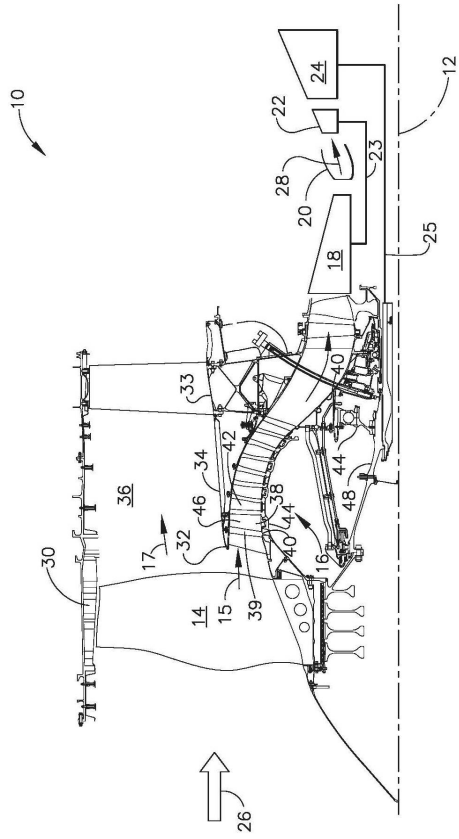


FIG. 1

【 図 2 】

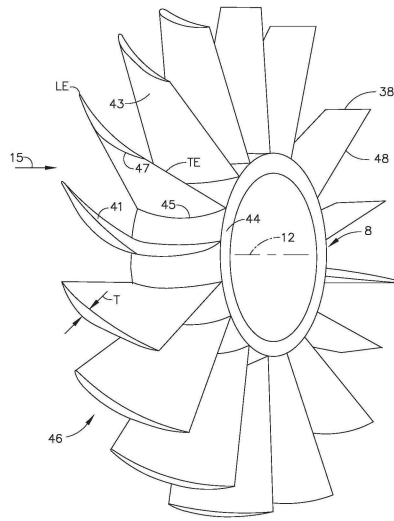


FIG. 2

【 図 3 】

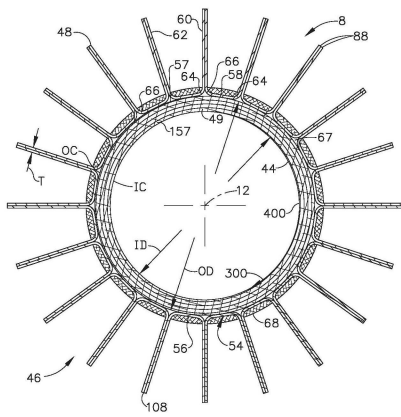


FIG. 3

【 図 4 】

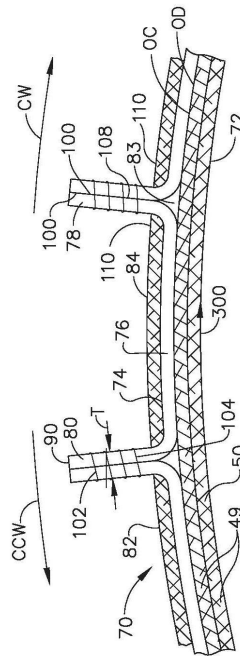


FIG. 4

【 図 5 】

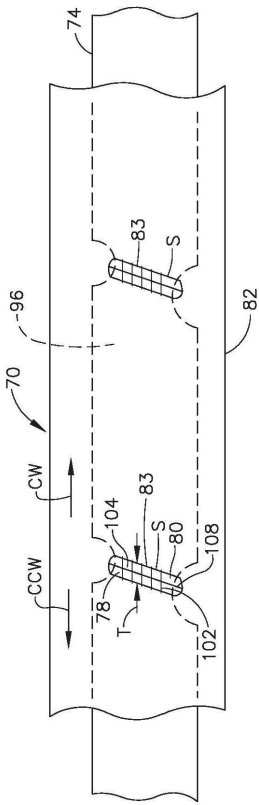


FIG. 5

【 図 6 】

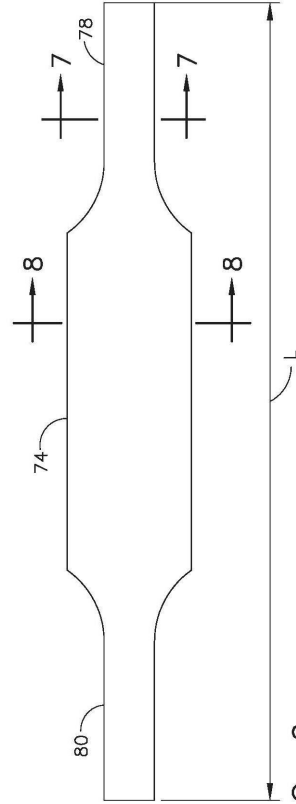


FIG. 6

【 図 7 】

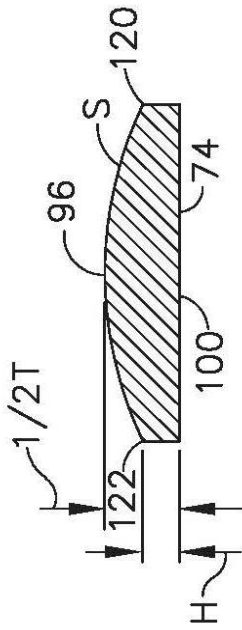


FIG. 7

【 図 8 】

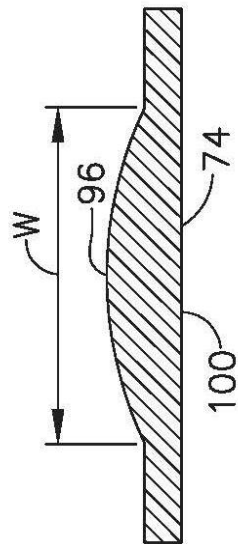


FIG. 8



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 4 D 29/54 B  
F 0 4 D 29/54 E

(72)発明者 クレイ, ニコラス・ジョセフ  
アメリカ合衆国、オハイオ州・45040、メイソン、マグマ・コート、3880番  
(72)発明者 マカフィー, クリストファー・リー  
アメリカ合衆国、オハイオ州・45014、フェアフィールド、マーレイ・プレイス、5001番  
(72)発明者 シム, ドン・チン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12047、コーホーズ、バーゲン・ウッズ・ドライブ、29番

審査官 佐藤 秀之

(56)参考文献 特表2000-501474(JP, A)  
米国特許第05273401(US, A)  
米国特許第07491032(US, B1)  
特開昭51-091524(JP, A)  
米国特許第03501090(US, A)  
米国特許第03758232(US, A)  
米国特許第04098559(US, A)  
米国特許第05284420(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 4 D 2 9 / 3 2  
F 0 1 D 5 / 1 4  
F 0 1 D 5 / 2 8  
F 0 4 D 2 9 / 3 4  
F 0 4 D 2 9 / 5 4