

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-53868

(P2010-53868A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 5/30 (2006.01)	FO1D 5/30	3G002
FO4D 29/34 (2006.01)	FO4D 29/34 C	3H130

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-195780 (P2009-195780)	(71) 出願人	591005785 ロールス・ロイス・ピーエルシー ROLLS-ROYCE PUBLIC LIMITED COMPANY イギリス国ロンドン、エスタブリュー1イ ー・6エイティ、バッキンガム・ゲート 65
(22) 出願日	平成21年8月26日 (2009.8.26)	(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	0815482.5	(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫
(32) 優先日	平成20年8月27日 (2008.8.27)	(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100080137 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

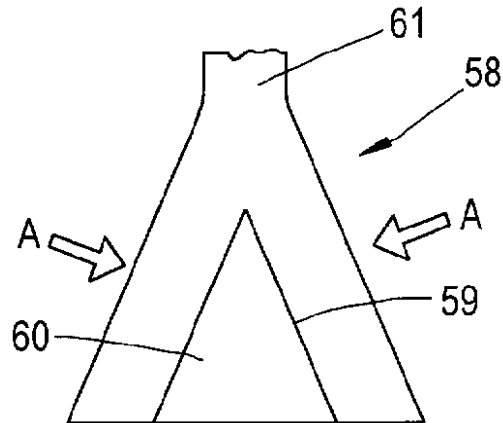
(54) 【発明の名称】 ブレード及びブレードの製造方法

(57) 【要約】

【課題】ガスタービンエンジン内のエアロホイルについての国際基準は、外れたエアロホイルを安全に包含することを要求している。このような場合、ブレードの破片はエンジンケーシング内に收容されなければならない。比較的小さな破片は、一般的には、ケーシング内に收容するのが容易であり、従って、ケーシングの重量が軽減される。しかしながら、弱め線を導入すると、キャビティや穴が形成され、水分の進入やこれに伴う問題点が発生する。

【解決手段】 剪断面を持つコアを組み込んだ根部区分を提供することによって、通常の使用時に圧縮荷重が加わり、作動状態を保持するが、衝撃荷重や曲げ力が加わった場合に張力を発生し、これにより、滑りによる初期エネルギー損失の後に剪断面に沿って破砕を生じるブレードを設計できる。更に、剪断面をコアに設けることにより、これらの剪断面の位置が封入され、水分の進入に伴う問題点をなくす。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン用のブレードであって、
前記ブレードは根部区分を有し、
前記根部区分は少なくとも二つの壊れ易い部分を備え、
前記二つの壊れ易い部分は前記根部区分用のコアを形成し、
前記二つの壊れ易い部分は、これらの部分間の剪断面と組み合わせ、
これによって、前記コアは、前記根部区分の平面内に所定の張力荷重が加わった場合以外は安定した状態にとどまる、ブレード。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記根部区分は、前記コアを所定の圧縮力が加わった状態に保持するように形成されている、ブレード。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のブレードにおいて、
前記所定の圧縮力は、前記ブレードの予想作動状態に対応するように形成される、ブレード。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記剪断面は、前記壊れ易い部分間の分離部又は滑り層によって構成される、ブレード。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のブレードにおいて、
前記分離部又は滑り層は、非接着性固体、液体、又はゲルによって形成される、ブレード。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のブレードにおいて、
前記分離部又は滑り層は、それらの間の低強度材料によって構成され、
前記壊れ易い部分は、所定程度の張力の作用で砕け、又は粉碎され、又は剪断されるように設計されている、ブレード。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記壊れ易い部分は、複数のセグメントによって形成されている、ブレード。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のブレードにおいて、
前記セグメントは、軸線方向及び / 又は半径方向の所定程度の張力、及び / 又は周方向滑りの作用で壊れる、ブレード。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
これらのセグメント間の当接部分は、平らであり、又はドーム状であり、又は斑点状をなしており、又はローブ状をなしており、又はスペーサによって構成されている、ブレード。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記剪断面は、前記根部区分の所定の平面内にある、ブレード。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記剪断面は、前記根部区分から前記ブレードのエアロfoil区分内に延びている、ブレード。

【請求項 12】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、
前記根部区分は、前記ブレードのエアロfoil区分内に延びている、ブレード。

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載のブレードにおいて、

前記コアは、前記根部区分内で所定の予備張力荷重が加わった状態で、前記剪断面に沿った滑りによってエネルギーを散逸するように形成されている、ブレード。

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載のブレードにおいて、

前記コアは、過度の張力荷重が前記根部区分の前記平面に加えられない限り、前記壊れ易い部分間を係合状態に保持することによって一体状態を保持する、ブレード。

【請求項 1 4】

ブレードを形成する方法であって、

コアを受け入れるための中空キャビティを持つ根部区分を形成する工程と、

剪断面を間に持つ少なくとも二つの壊れ易い部分でコアを形成する工程と、

前記コアを前記中空キャビティと関連させ、所定の張力荷重が前記根部区分の平面に加わった場合以外は一体状態を保持する工程とを含む、方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の方法において、

前記根部区分は、前記コアを所定の圧縮状態に保持するように形成されている、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はブレードに関し、更に詳細にはガスタービンエンジン用に製作されたブレードに関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 を参照すると、ガスタービンエンジンの全体に参照番号 10 が付してある。ガスタービンエンジンは、軸線方向流れ方向で、エアインテーク 11 と、推力ファン 12 と、中圧コンプレッサ 13 と、高圧コンプレッサ 14 と、燃焼器 15 と、タービン装置とを含む。タービン装置は、高圧タービン 16 と、中圧タービン 17 と、低圧タービン 18 と、排気ノズル 19 とを含む。

【0003】

ガスタービンエンジン 10 は従来の方法で作動し、インテーク 11 に進入した空気がファン 12 によって加速される。ファン 12 は二つの空気流を発生する。第 1 空気流は、中圧コンプレッサ 13 に流入し、第 2 空気流は推進スラストを提供する。中圧コンプレッサ 13 は、このコンプレッサに差し向けられた（すなわち、案内された）空気流を、高圧コンプレッサ 14 に送出する前に圧縮し、高圧コンプレッサ 14 では更なる圧縮が行われる。

【0004】

高圧コンプレッサ 14 から排出された圧縮空気は、燃焼器 15 に差し向けられ、ここで燃料と混合され、混合気の燃料が行われる。結果的に生じた高温の燃焼生成物が膨張し、これによって、ノズル 19 を通して排出される前に、高圧タービン 16 と、中圧タービン 17 と、低圧タービン 18 とを駆動し、追加の推進スラストを提供する。高圧タービン 16、中圧タービン 17、及び低圧タービン 18 は、夫々、適当な相互連結シャフト 26、28、30 によって、高圧コンプレッサ 14、中圧コンプレッサ 13、及びファン 12 を駆動する。

【0005】

起り得るブレードの破壊の発生に対してこれを収容するため又は前記発生に対応するため、エンジンのケーシング部分は、ブレード及び他の破壊物の破片（デブリ）を閉じ込める又は抑制することができなければならないということは理解されよう。このような場合には、これらのケーシング部分は、代表的には、典型的に厚く構成され、このようなブレードの破片の収容に関して或る程度の保証を提供するように設計されている。一つの方法は、不可避の及び特にブレード根部の破壊が起った場合にブレードの破壊が制御下で行わ

10

20

30

40

50

れるようにすることによって、ケーシングへのエネルギーの伝達を減少することである。ブレードを中空構造にしたり複合構造にしたりすることによりブレードが軽量になるに従って、根部の質量がブレードの質量の大きな割合を占めるようになってきているということは理解されよう。

【0006】

上記で示唆したように、局所的衝撃エネルギーの伝達を減少するため、従って、ケーシングの要件を満たすため、ブレード破片の破壊を促進することが公知である。一つの方法は、破断線（壊れ線）の形態の強度を弱めた部分（弱め線）を導入することによりこのような破壊を促進することである。これらの強度を弱めた部分（弱め線）は、ドリル穿孔又は他の方法でブレードに機械加工によって形成される。このような方法の一つの欠点は、ブレード及び詳細には複合ブレードが、破断線形状の強度を弱めた部分（弱め線）に水分経路を形成し、これが凍結 - 解凍サイクルにより亀裂の発生を急速に進行してしまうということである。亀裂の早期発生は、ブレードの作動寿命を短くし、従って、保守並びに交換の費用が増大するということが理解されよう。ブレードの、破断線形状の弱強度部分（弱め線）に関する別の問題点は、ブレードが工具によって破損や損傷を受ける可能性があるということである。これは、理解されるように、この段階で非常に重要である。最後に、キャビティ及び他の破断線形状の弱強度部分（弱め線）を設けることは、応答性に関するモデル化が困難であり、ブレードの通常の作動状態における応力に関する潜在的な問題点が大きくなる。

10

【0007】

図2は、ケーシング31に衝突している根部破片30の概略断面図である。かくして、破片30の部分が点32、33のところではケーシング31と係合し、反作用が及ぼされるということに着目されたい。この際、大きな曲げモーメント34が発生する。破片30は、矢印35の方向への破片速度によるモーメントで変形する。このような場合には、破片30の部分36で公称応力が増大する。これは、荷重支持面積が減少すると同時に根部破片30のコンプライアンスが増大するためである。これによりエネルギーを散逸する塑性及び亀裂が生じる。かくして、塑性で非弾性のヒンジが部分36を中心として形成され、これにより破片30を平らにでき、そのためケーシング31との接触面積を増大する。根部が湾曲している（直線状でなく）場合には、図2に示すように、点接触力が増大することは不可避である。このような場合には、破片30が大きければ大きい程、ケーシング31との衝突のエネルギーが大きく、従って、裂け目（breach）ができる可能性がある。このような場合には、ケーシング31を比較的厚くし、従って、航空機のエンジンについての総重量要件を大幅に増加することが必要とされる。わかるように、重量は、航空機に関する重要な設計事項である。

20

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明によれば、特許請求の範囲に記載したガスタービンエンジン用ブレード、及びこのようなブレードの形成方法が提供される。

【課題を解決するための手段】

40

【0009】

次に、本発明の実施例を、例として、添付図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、ガスタービンエンジンの上半分の概略断面図である。

【図2】図2は、ケーシングに衝突している根部破片の概略断面図である。

【図3】図3は、本発明によるコアの概略図である。

【図4】図4は、コア楔がブレード内に延びる本発明によるブレードを示す概略図である。

【図5】図5は、本発明による根部区分の概略断面図である。

50

【図6】図6は、本発明による根部区分の概略図である。

【図7】図7は、図6のA-A線での根部区分の概略断面図である。

【図8】図8は、本発明の第1の変形例に従って使用されるコアの概略断面図である。

【図9】図9は、本発明の特徴の第2の変形によるコアの概略断面図である。

【図10】図10は、本発明によるコアの概略断面図である。

【図11】図11は、本発明による分離部の形態の剪断面を組み込んだブレード区分の概略断面図である。

【図12】図12は、本発明による根部区分形体の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明によれば、ガスタービンエンジンで使用するためのブレードの根部区分は、一つ又はそれ以上の剪断層を含む構造を有し、そのように製造される。これらの剪断層は、一般的には、根部に楔を形成するコア内に形成される。一般的には、剪断層は、互いに関して壊れ易い部分を形成するため、隣接した材料間に配置される。代表的には、これらの剪断層は、剪断層間の分離部又はスリップ層と互いに関連した複数のセグメント又は一組のセグメントにより形成される。この分離部又はスリップ層は、一層の非接着性固体、液体又はシリコンペースト等のゲルを設けることにより形成できる。このような場合には、分離部又はスリップ層は、コアを形成する夫々の部分又は側部と側部とを向き合わせたセグメントに対して非接着性である。変形例は、張力が加わったときに砕け、粉碎され、剪断が加わる一層の低強度材料を提供することである。このような低強度材料の一例は、張力

10

20

【0012】

通常の使用時に、壊れ易い部分を剪断面を通して組み合わせることにより、破碎に備えているため、ケーシングに加わる衝撃エネルギーが小さくでき、従って、潜在的には比較的薄いケーシングを使用でき、特に航空機に設置する場合に重量を低減できるということは

30

【0013】

上述のように、一般的には、コアはキャビティ内に設けられる。コアは、上文中に説明したように、適当な形態の分離部又はスリップ層として形成された剪断層と協働したセグメントを含むことが好ましい。これらのセグメントの形態の部分は、等間隔に間隔が隔て

40

【0014】

剪断層を提供するための一つの方法は、コアの部分間に隙間を形成することである。このような場合には、セグメントは、当接チーク(abutting cheeks)を含んでいてもよい。これらの当接チークは、夫々の部分又はセグメント間に空間を提供する。これらのチークは、平らであってもよいし、ドーム状をなしていてもよいし、斑点状をなしていてもよいし、ローブ状(突出状)をなしていてもよいし、簡単なスペーサによって設けられていてもよい。この場合、適当な充填材によって、部分又はセグメント間の区分を可撓性又は剛

50

性にできる。更に、充填材は、剪断面を形成するため、部分又はセグメントの一方の面に取り付けられていてもよいし、又は両面に取り付けられていてもよい。充填材自体は、可撓性及び剪断応答に関する要件に応じて、層状をなしていてもよいし、間隔が隔てられていてもよいし、滑性であってもよいし、ガス状であってもよいし、充填されていてもよいし、充填されていなくてもよい。適当な充填材には、フォーム（発泡体）、固化しないベトベトとした物質の形態の合成ペースト、フック・フリース型接合部（マジックテープ（登録商標）接合部）、又は複数の凹凸を有するれんが型接合部が含まれる。充填材は、必要に応じて、シート状であってもよいし、織製体であってもよいし、層状をなしていてもよいし、非対称であってもよい。

【0015】

本発明の特徴は、特に、ブレードの根部区分内にコアを形成するために楔を使用する。これらの楔コアは、非結合剪断層が取り付けられて、又は取り付けられないで提供できる。

10

【0016】

図3に関し、コア41は、セグメント42乃至46によって形成されるということに着目されたい。これらのセグメントは、それらの間にある剪断面47乃至50で、実質的に整合しており、また、接合されている。剪断面及びブレード（図示せず）の構造部分に関し、これらのセグメント42乃至46間で様々な機構を使用できるということは理解されよう。一般的には、通常の作動状態で、ブレードを根部区分を通してロータディスク内に保持するのに十分な、圧壊抵抗を含む強度があるように、平面内の剪断面は比較的弱い。しかしながら、ブレードが外れた後のような他の条件下では、衝撃を閉じ込めるため、根部区分は曲がり、壊れて比較的小さな低エネルギーのセグメントになる。これらのセグメント即ち壊れ易い部分は、実質的に、セグメント42乃至46を含み、これらのセグメントは、剪断面47乃至50のところで、セグメント42乃至46の間で、位置がずれる又は変化する（すなわち、転位）ことになる。一般的には、不連続の形態の剪断面47乃至50は、通常はブレードの下区分で、ブレード自体の内部に延びる。このような場合には、これらの転位はブレードの破壊を補助し、従って、ブレードが崩壊又は形を失った後、ブレードの重量のある区分が残らないようにする。ブレードのこれらの重量のある区分が残ると、包含ケーシングに大きなエネルギーで衝突することになるからである。

20

【0017】

図4は、根部区分の部分51乃至54のブレード区分55、56への延長を示す。不連続部即ち剪断面57の部分が、ブレード部分55、56によって形成されている。

30

【0018】

図5は、本発明による根部区分58の概略図である。図示されているように、根部区分58はキャビティ59を有し、このキャビティ59内にコア60が設けられている。本発明に従って、コア60は、剪断面を介して協働している複数の部分を有している。そのため、コア60のこれらの部分は、必要な場合、張力の作用下で優先的に破碎し又は滑るようになっている。しかしながら、図5に示すように、通常は、作動時に、根部区分58には、矢印Aが示す方向に圧縮が加わっている。この圧縮により、圧縮が加わっていない場合に生じる、コア60（即ち、根部区分58の部分）の破碎又は滑り、が阻止される。更に、製造中、根部区分58は、コアを予備圧縮するように形成でき、これにより、コア60内のセグメント間又は部分間の剪断面を中心とした脆性破壊の危険にも関わらずコアを所定位置に保持する。なお、コア60は、根部区分58の構造部分によって取り囲まれている。根部区分58は、上方にそれ自体がブレード61内に延びている。一般的には、本発明の特徴による夫々の壊れ易い表面によって形成されたセグメント又は部分の層は、根部区分58の他の部分が発生する圧壊力に耐えなければならない。

40

【0019】

図6は、根部区分62の代表的な例を示す。この例では、根部区分62には、ロータディスクの保持部分内に配置できるように賦形部63が設けられている。上述の実施例と同様に、根部区分62の長さに沿って延びる楔形状のコア64が設けられている。このコア

50

64は、上文中に説明したように、本発明に従って剪断面によって分離された複数の部分を含む。このような場合には、図6に示すように、コア64は根部区分62の部分形成し、根部区分62及び関連したブレードをロータ内に保持できる。しかしながら、壊れることによって外れると、根部区分62に作用する圧縮作用又は圧壊作用が取り除かれる。一般的には、このような場合には、根部区分62は、張力が特定の平面に加えられることにより根部区分62の破碎及び崩壊が生じない限り、実質的に一体のままであり、これによりケーシングとの衝突が低衝突エネルギーで行われる。

【0020】

図6に示す構成の変形例では、主衝撃反作用荷重が加わる端部セグメントは、通常は圧縮応力が比較的小さい領域のブレード根部の中央の同定可能セグメントを持つ主ブレードレイアップの一体の部分であってもよい。

10

【0021】

図7は、図6のA-A線に沿った根部区分62の変形例の断面図である。これは、図4に示す壊れ易い楔と対応する。この実施例では、コア64は、隙間又は充填材67を間に置いてキャビティ65から離間されている。本発明の幾つかの実施例では、隙間又は充填材67は、使用時に根部区分62の崩壊を助長する剪断面を提供するため、開放する。別の態様では、根部区分62が通常の作動の圧壊力及び他の圧縮力に耐えるため、隙間67は充填されていてもよい。隙間67は、壊れやすい材料で充填されていてもよく、又は上述のように、非接着性固体、液体又はゲル、又は強度が低い一層の材料又はフォーム、又は所定の平面に張力が加わった場合に破碎又は滑りを促進(急速に進行)するため、楔64と根部区分62との間に剪断面を形成するための他の手段で充填されていてもよい。

20

【0022】

図7の実施例において、隙間又は充填材67が提供する剪断面は、ブレード部分68内に上方に延びているということに着目されたい。これにより、エアロホイールブレードの破壊の開始場所を提供することによって、エアロホイールブレードの破壊を容易にする。

【0023】

根部楔としてのコア64は、完全に破片になる必要はないが、そのようになるのが好ましいということは理解されよう。コア及び根部区分の複数の部分間に剪断面を形成することにより、張力が加わった場合に所望の平面での破碎及び滑りを急速に進行する。

【0024】

更に、根部区分を通して半径方向に延びる剪断面を提供できる。そのような半径方向に延びる剪断面を設けると、根部区分と、具体的にはこの根部区分内のコアとが、通常の使用中に分離することを防止できる。図8、図9、及び図10は、半径方向剪断面の例を示すものである。図10は、更に、様々な位置AA-AA及びBB-BBでの、様々な剪断面位置又は半径方向の開裂(radial split)の例示を含む。これらの半径方向開裂は、図8及び図9に示す初期の半径方向剪断面に存在していてもよい。

30

【0025】

図8には、開裂82によって半径方向剪断面が提供された根部区分コア81が示してある。開裂82は、コア81に沿って波形をなして半径方向に延びる。

【0026】

図9は、半径方向開裂92の形態の剪断面を含む根部区分コア91を示す。開裂92は、コア91に沿って延びる。開裂92の形態の剪断面は、ここに示すように、胸壁のような凹凸のある経路を有し、必要な場合に本発明の特徴によるコア91を組み込んだ根部区分内の破碎を急速に進行するため、特定の平面内の張力に対して所望の応答を提供する。

40

【0027】

図10は、剪断面102として作用する半径方向開裂を組み込んだ根部区分コア101を示す。剪断面102は、コア101に沿って鋸歯状経路に沿って延び、コア101の平面内での引張荷重に対して所望の応答を提供し、従って、根部区分はコア101を組み込んで用いている。

50

【 0 0 2 8 】

図 8、図 9、及び図 10 に示す構成は、通常の高荷重によって発生して、ブレードに作用する、軸線方向剪断に抵抗するように設計されている。軸線方向剪断は、ブレードの擦り取りを取るように作用する。根部を圧壊する方向の力もまた、根部を通常の間作中に所定の場所に保持するように作用する。ブレードが外れた状態では、これらの剪断平面が自由に作動して、根部の破砕を補助する。

【 0 0 2 9 】

上述のように、コア 8 1、9 1、10 1 は、概ね楔形状である。このような場合には、図 10 に示すように、断面 A - A、B - B のところで、形成された開裂は、コア 10 1 を通って中央に延びていてもよく、又は断面 B B - B B のところに示すように僅かに中央からずれていてもよい。開裂 8 2、9 2、10 2 の形態に剪断面の位置は、擦り取り力に回答し、破壊が改良された態様でなされるように選択できる。この張力は、ガスタービンエンジン内の解放力によって発生し、又は図 2 に関して上文中に説明したように衝撃の結果として発生するという事は理解されよう。

【 0 0 3 0 】

図 8、図 9、及び図 10 は、根部コアが通常の間作中には所定の位置にとどまるが、張力や衝撃による曲げでの破壊を補助する、根部コアに楔形状の単一の半径方向開裂を形成するのに利用可能な幾つかの選択肢の例示を提供する。

【 0 0 3 1 】

上述のように、一般的には、コアはブレードの根部区分のキャビティに配置される。一般的には、コアは、一層のブレード材料によって覆われている。ブレード材料の厚さは変化させてもよく、根部区分は、本質的に、コアを含み、従ってコア内に設けられた剪断面が、根部区分の破壊に関して更に直接的に作用する。コアは、代表的には、ブレードの特定の部分に接着されるが、使用時に、衝突が起った後又はブレードが外れた後、破壊を補助し且つ破壊を伝播するため、図示のように、他の位置に剪断面が設けられる。従って、上文中に説明した構成とは対照的に、水分の進入や亀裂を急速に進行する有害な凍結 / 解凍作用をもたらす小孔、穴、ドリルによって形成した弱め線をなくす。本発明では、剪断面が効果的に封入され（これらの剪断面が、空所によって形成されようとも、壊れ易い非接着性固体 / 液体又はゲル挿入体又は低強度材料層によって形成されようとも）、そのため水分の進入が阻止される。

【 0 0 3 2 】

図 11 は、解放平面を横切るブレード 1 1 1 の断面図である。本発明によれば、層状分離部 1 1 2 の形態の剪断面が、根部区分（図示せず）から上方にブレード区分 1 1 1 内に延びている。わかるように、剪断面を形成する分離部は、ブレード区分 1 1 1 の使用時の制御下での破壊を補助する、封入された弱め線を形成する。この破壊を使用し、根部区分が多数の破片に分かれ、ブレード区分 1 1 1 の崩壊又は少なくとも滑りを助長し、そのため、結果的に得られた破片は個々の質量が小さく、従って、ケーシングに作用する衝突エネルギーは局所的となる。これらの分離部 1 1 2 は、図 4 に示す根部延長部セグメント 5 5、5 6 に対する変形例である。

【 0 0 3 3 】

ブレードの根部区分の夫々の部分間に剪断面を設けることにより、上文中に説明した構成と同様に、破砕が更に容易に行われ、エネルギーを伝達するための局所的塑性歪が減少する。しかしながら、滑りによって塑性変形する材料の容積が増大するように設計を変更することにより、局所的塑性歪を変えずに、ケーシングへのエネルギー伝達を減少できる。剪断面の具体的な構成、位置、並びに形状は、作動上の要件に応じて変化する。これらの随意の要件は、使用された材料、作動の繰り返し、及び包含に関する必要な配慮に関する。

【 0 0 3 4 】

本発明の特徴によるブレードの製造に関し、先ず最初に、本発明の特徴によるコアを収容するためのキャビティ又は他の手段を備えた根部区分を形成するという事は理解されよう。上述のように、このコアは、代表的には、楔の形体をとり、又は異なる断面を持つ

10

20

30

40

50

場合でも楔と呼ぶことができる。コアは、根部区分内に保持される。そのため、ブレードに関して続いて行われるプロセスが、上述のように、ガスタービンエンジンのロータディスク内で、根部区分形体について行われる。かくして、本発明には、完成したブレードに更に機械加工を施す必要がなく、ミスが起る機会が少なく、ミスが起こっても安価な構成要素の段階でとどまり、そのためスクラップとなったりそのための費用が遥かに小さいという特徴がある。本発明の特徴は、最初のブレード製造プロセス中に、従ってブレード製造プロセスの比較的早期の段階で、剪断面を間に形成する部分を組み込んだコアを設けることに関する。

【0035】

根部区分、特に、コアやブレード区分内に延びる剪断面は、実質的にシールされており、従って流体の進入及びこれと関連した固有の問題点がない。

10

【0036】

コアが設けられたブレードキャビティが本質的にシールされたままであるため、本発明の特徴に従って製造され且つ提供されたブレードに関して従来のタップ試験及び他のNDEスキャン法を使用できるということは理解されよう。

【0037】

使用時に通常の作動応力を吸収できるように、剪断層及びコアセグメントを注意深く位置決めすることによって、応力に関する懸念を解消できる。この際、衝突による特定の平面内の張力に対して根部セグメントが反作用を及ぼすが、破碎によりブレードが適切に崩壊し、又は滑りにより剪断面のところで（特に、根部区分で）エネルギーが或る程度吸収される。

20

【0038】

本発明は、セグメントの形状、大きさ、及び位置、並びにコアの部分とブレードとの間の剪断面の位置に関して、コアを選択することにより、設計上の融通性を提供する。

【0039】

ブレードは、通常の作動条件では、相対的圧縮により固定されたままであり、強固であるが、ブレードが外れる衝撃が加わった場合に破壊が生じ、剪断面のところでエネルギーが吸収される。

【0040】

上述のように、本発明の特徴による根部区分の特定の形体は、作動上の条件で決まる。図12は、本発明の特徴による可能な根部区分形体の例を提供する。

30

【0041】

図12aは、コア121がブレード120内に設けられ、金属カバー122及び基材123が複合構造をなした基本的な楔形体を示す。剪断面は、剪断面によって分離されたセグメント及び部分によって、コア121それ自体内に設けられていてもよいということは理解されよう。更に、剪断面は、コア121と基材123との間の界面124のところに形成できる。いずれにせよ、剪断面は、ブレード内に、特に根部区分内に封入されており、これによって、流体の進入が阻止される。

【0042】

図12bは、図12aに示すのと同様の形体を提供するが、わかるように、根部区分を配置するための表面形状を形成するため、金属製の外面132に縁部が設けられていることが異なっている。しかしながら、この実施例でも、基材133で形成されたブレード130内にコア131が設けられている。剪断面は、コア131内に、並びに、上文中に説明したように、コア131と基材133との間の界面134のところにも設けることができる。このような場合には、通常の使用時に、コア131は圧縮状態に保持され、従って、使用時にブレード130を保持するために加えられる圧壊力に抵抗する。しかしながら、ブレードが外れた状態では、これらの圧縮力が取り除かれ、衝突時又は特定の平面に張力が加わったとき、崩壊又は剪断滑りが生じ、その結果小さな破片が生じ、包含ケーシングとの衝突中のエネルギーが小さいということは理解されよう。

40

【0043】

50

図12cは、液滴形体の根部区分を示す。かくしてブレード140は、金属製又は非金属製の耐蝕性カバー142によって覆われており、基材143は複合構造を有する。ブレード内、特に根部区分内にコア141が設けられている。図示のように、コア141は液滴形状であり、ブレード140内に封入されている。コア141と基材143との間の界面144に、並びにコア141それ自体の内部にも剪断面が設けられている。

【0044】

図12dは、二つの楔が形成された別の変形例の形体を示す。かくして、ブレード区分155は、コア151a及び151bの夫々を各側部に備えている（すなわち、ブレード区分155は、コアを両側部に備えている）。根部区分を形成するため、根部カバー152（代表的には、金属製又はガラス製の構造である）が、コア151a及び151bの周囲に設けられている。このような場合には、界面154、156が、コア151a及び151bの部分間に剪断面を形成することができる。

10

【0045】

図12eは別の変形例の根部区分形体を示す。コアエレメント161が、ブレード160の基材163内に挟み込まれている。ブレード160は、外部保護カバー162を有する。剪断面は、コア161と基材163との間に形成できる。コア161と基材163との間に形成された剪断面も、コア161自体の内部の任意の剪断面も、張力が加わったとき及び衝撃が加わったとき、破碎及び剪断滑りを急速に進行（促進）する。

【0046】

図12fは、ブレード170の根部区分の別の形体を示す。楔171の形態のコアが、ブレード170内に、詳細には、根部区分内に封入されている。かくして、コア170は、張力又は衝撃荷重の作用で破碎を急速に進行する剪断面を、部分間並びに基材173との界面に形成できる。図示のように、代表的には、ブレード170が複合構造を有するように、表面保護層172が設けられている。従って、コア171及び任意の剪断面は完全に封入されており、水分が進入する可能性がなくしてある。

20

【0047】

図12gは、ブレード180の根部区分についての別の形体を示す。複数の層状楔が、複数のコアエレメント181によって形成されている。コアエレメント181は複数の剪断面186を備えている。剪断面186は、コアエレメント181の間に設けられている。このような場合には、上記剪断面186と、コア181それ自体の内部に形成された剪断面と、基材183との界面184に形成された剪断面とは、張力又は衝撃荷重の作用でブレードを優先的に破碎する場所を提供し、剪断面の滑りによってエネルギーを吸収する。なお、複合構造では、外保護層182が設けられことが好ましい。

30

【0048】

以上の実施例では、複数の剪断面を持つ複数の部分を有する根部区分を組み込んだブレードが提供される。前記複数の剪断面は、通常の使用において、即ち圧縮状態又は圧壊状態において、根部区分がブレードに対して適切に作動するように形成されている。しかしながら、特定の平面に張力が加わった場合又は自由衝撃荷重が加わった場合、剪断面がブレードの破碎を急速に進行し、従って、破片の大きさを小さくし、衝撃エネルギーを小さくし、剪断面の滑りによって最初にエネルギーを奪う。

40

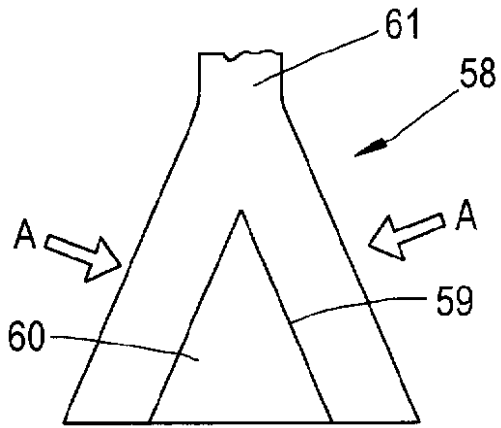
【0049】

本発明の特徴の変形及び変更は、当業者に理解されるであろう。かくして、本発明の特徴によるブレードは、金属材料又は複合材料から形成されていてもよいということは理解されよう。図示のコアは、代表的には、複数の部分すなわち複数のセグメントを含み、複数の剪断面がこれらのセグメント間に適切に形成され、衝突や引張曲げ荷重の作用による優先的破碎線を形成する。このような剪断面を適当に設計し、位置及び大きさを定めることにより、引張荷重及び衝撃力に対してブレードが異なった応答をするように設計できる。本質的には、ブレード及び特に根部区分は、通常の使用時における作動性を提供でき、しかも、必要な場合、剪断面の滑りによって優先的破碎並びにエネルギー損失を提供できる。

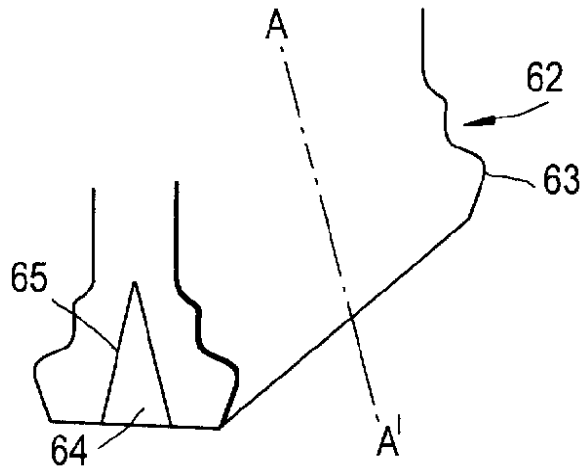
【符号の説明】

50

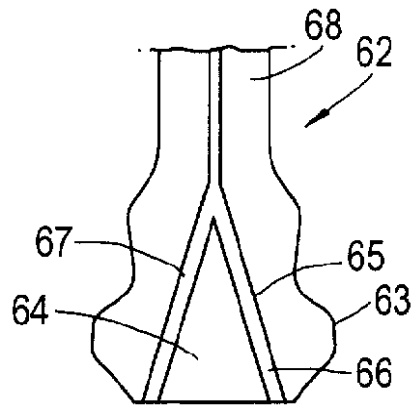
【 図 5 】



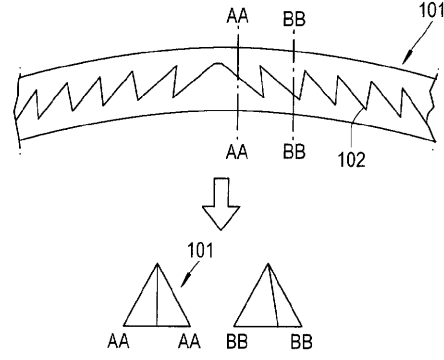
【 図 6 】



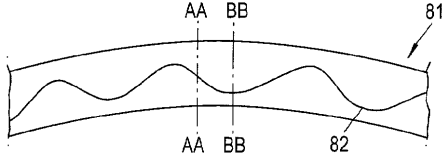
【 図 7 】



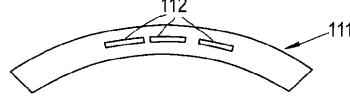
【 図 10 】



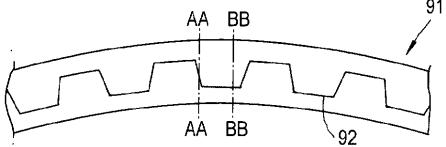
【 図 8 】



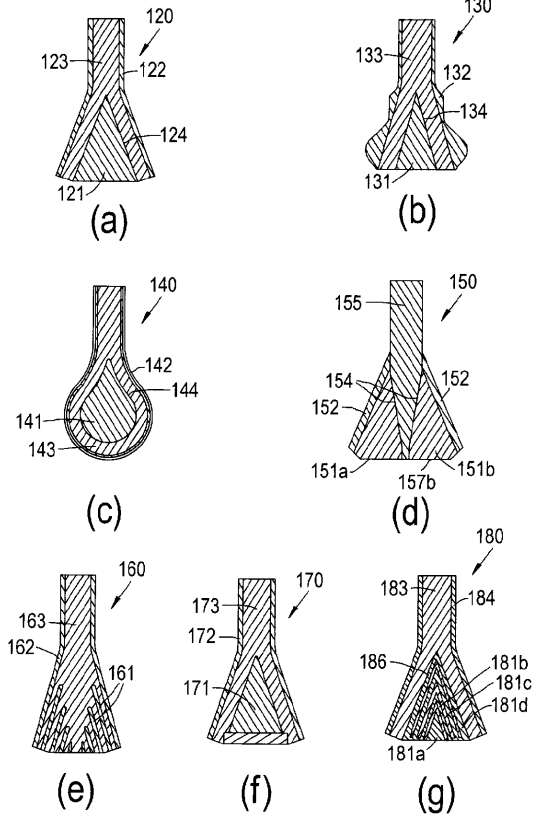
【 図 11 】



【 図 9 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100092967

弁理士 星野 修

(72)発明者 ピーター・ローランド・ベックフォード

イギリス国ダービー ディーイー7 2・2 ビーティー, ウェストン・オン・トレント, トレント・
レーン, ケンドーミア

(72)発明者 サイモン・リード

イギリス国ダービー ディーイー5 6・1 ジェイジー, ベルパー, ノッティンガム・ロード 6

(72)発明者 イアン・コリン・デューカー・ケア

イギリス国ダービー ディーイー2 3・6 イーユー, リトルオーバー, キングス・ドライブ 8

F ターム(参考) 3G002 FA03 FA06 FA10 FB01

3H130 AA13 AB07 AB12 AB26 AB27 AC17 BA22C BA23C BA24C BA25C

CB07 DA02Z DD09Z EA01C EA02C EA04C EB01C EB02C EB03C EB04C

ED01C

【外国語明細書】

2010053868000001.pdf