

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4707465号
(P4707465)

(45) 発行日 平成23年6月22日 (2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日 (2011.3.25)

(51) Int. Cl.		F I	
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C 7/00 D
B23K	20/12	(2006.01)	B23K 20/12 G
FO1D	5/14	(2006.01)	FO1D 5/14
FO1D	25/00	(2006.01)	FO1D 25/00 X

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-162142 (P2005-162142)	(73) 特許権者	591005785
(22) 出願日	平成17年6月2日 (2005.6.2)		ロールス・ロイス・ピーエルシー
(65) 公開番号	特開2005-351272 (P2005-351272A)		ROLLS-ROYCE PUBLIC
(43) 公開日	平成17年12月22日 (2005.12.22)		LIMITED COMPANY
審査請求日	平成20年2月20日 (2008.2.20)		イギリス国ロンドン, エスタブリッシュメント
(31) 優先権主張番号	0412775.9		ー・6エイティー, バッキンガム・ゲート
(32) 優先日	平成16年6月9日 (2004.6.9)		65
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100089705
			弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100076691
			弁理士 増井 忠式
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 損傷した翼型を交換する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円板(14)と、該円板(14)から半径方向外方に伸びる複数のブレード(12)とを有するブレード一体型のロータ組立体(10)の損傷したブレードを交換する方法であって、

円板(14)から突き出すブレード短柱(16)が残るように損傷したブレード(12A)を除去するステップと、

ブレード短柱(16)の周りに金属のカラー(22)を堆積させるステップと、

線状摩擦溶接により交換ブレード(12B)をブレード短柱(16)に取り付けるステップと、カラー(22)を除去するステップとを備える、方法において、

カラー(22)が、前記ステップ中の熱入力が円板を損傷させないように円板から隔離した位置に堆積されることを特徴とする、ロータ組立体の損傷したブレードを交換する方法。

【請求項2】

ロータ組立体(10)が、ブレード(12)がロータ(10)に溶接された位置を画成する当初の溶接面(18)を有する請求項1に記載の方法において、

損傷したブレード(12A)が当初の溶接面(18)の半径方向外方で除去されることを特徴とする、方法。

【請求項3】

請求項2に記載の方法において、カラー(22)が、該カラーが当初の溶接面(18)

を取り囲むように堆積されることを特徴とする、方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 の何れか 1 つの項に記載の方法において、カラー (2 2) が、所要形状の金属堆積法により、又はプラズマ、レーザ粉体又はレーザワイヤー堆積法のようなその他の材料追加法により、堆積されることを特徴とする、方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、カラー (2 2) が、環状であり、且つブレード短柱 (1 6) が貫通する中央開口部 (2 4) を有することを特徴とする、方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 の何れか 1 つの項に記載の方法において、保護材料 (2 0) を円板 (1 4) に隣接してブレード短柱の周りに堆積させるステップを含み、該保護材料は、カラー (2 2) の材料と異なることを特徴とする、方法。

10

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法において、保護材料 (2 0) がポリマー又は耐熱性被覆であることを特徴とする、方法。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載の方法において、保護材料 (2 0) が、環状であり、且つブレード短柱 (1 6) が貫通する中央開口部 (2 1) を有することを特徴とする、方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法において、保護材料 (2 0) が、カラー (2 2) を堆積させる前に、堆積されることを特徴とする、方法。

20

【請求項 10】

請求項 9 の記載の方法において、カラー (2 2) が、該カラーがそれ自体 (2 2) と円板 (1 4) の間にて保護材料 (2 0) を挟持するように保護材料 (2 0) 上に堆積されることを特徴とする、方法。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 の何れかの項に記載の方法において、カラー (2 2) が、ブレード短柱 (1 6) 上に直接、堆積されることを特徴とする、方法。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 の何れかの項に記載の方法において、線状摩擦溶接過程が、円板 (1 4) に対し接線方向にブレード (1 2) を揺動させるステップを含むことを特徴とする、方法。

30

【請求項 13】

請求項 1 ないし 12 の何れかの項に記載の方法において、カラー (2 2) が、機械加工により除去されることを特徴とする、方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法において、形成されるブレードが、当初のブレード (1 2) と実質的に同一の形状を有することを特徴とする、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、特に、ガスタービンエンジン用のブレード一体型のロータ組立体の損傷したブレードを交換する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

航空エンジンにて使用されるもののような、ガスタービンエンジンのコンプレッサ及びタービンは、典型的に、複数のロータ及びステータベーン組立体を有している。ロータ組立体は、コンプレッサを流れる気体に作用を与え、且つタービンを通して流れる気体から作用を受け取る設計とされている。ステータベーン組立体は、ロータ組立体に入り且つ、ロータ組立体から出る作用気体を導き、これによりエンジンの効率の向上に資する

50

。【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ロータ組立体の各々は、円板と、該円板から半径方向外方に伸びるよう該円板に取り付けられた複数のブレードとを有している。従来、ブレードは、モミの木形状のブレード根元が円板の相補的な形状の凹所内に受け入れられる、「モミの木」型接続部のような機械的接続部により円板に取り付けられている。このことは、ブレードが損傷したとき、ブレードが半径方向に容易に偏位する可能性があることを意味する。

【0004】

最近の開発の結果、ブレードが円板と一体的に形成される、ブレード付きのロータ組立体すなわち「ブリスク (blisks)」が登場している。これらのブリスクは、標準的なロータ組立体と比較して重量が軽減され且つ、空気力学的効率が改良されるという有利な効果を有する。かかるブリスクは、軍用の航空エンジンの設計に特に適用可能である。

【0005】

それらの適用例の性質を考えると、ブリスクは、損傷を受け易く、幾つかの環境にてブレードを交換することが必要となることがある。ブレードを交換するためには、短柱が残るように、該ブレードを機械加工してブレードを除去し、また、線状摩擦溶接により新しいブレードを短柱に溶接しなければならない。これは、1つの部品が静止状態に保持される間に、他方の部品が荷重下にて該1つの部品に対して揺動し、材料が接続箇所の端縁から滲出するとき、発熱し且つ、付与された荷重の結果、溶接が行われる過程である。ブリスクを修理するとき、荷重が円板に向けて半径方向に加えらるる間に、交換ブレードを静止円板に対し揺動させる。ブレードは、これにより円板に接続される。

【0006】

線状摩擦溶接の結果、材料は消費され(このため、溶接端縁がバリとして残る)、また、過程中、汚染物が溶接部内に再循環して戻る。その結果、溶接部の周りのかなりの量の材料を、機械加工することが必要となる。交換ブレードを線状摩擦溶接過程を通じて取り付けることが必要となるならば、このことを考えて、交換用の短柱を翼型の輪郭外形となるように機械加工することを許容するため、ブリスクには、従来、円板とブレードとの境界面に過大寸法のすみ肉が形成されていた。しかし、このことは、最適な設計を妨げ且つ、不要な重量となる可能性がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に従って、円板と、該円板から外方に伸びる複数のブレードとを有するブレード一体型のロータ組立体の損傷したブレードを交換する方法であって、

円板から突き出すブレード短柱が残るように損傷したブレードを除去するステップと、

円板から物理的に分離した位置にてブレード短柱の周りに金属カラーを堆積させるステップと、

線状摩擦溶接により交換ブレードを短柱に取り付けるステップと、

カラーを除去するステップとを備える、上記ブレードを交換する方法が提供される。

【0008】

カラーは、摩擦溶接過程中、短柱に対する支持体を提供し、短柱又はカラーに対する外部の締結具は何ら設けられない。カラーが円板から物理的に分離するとき、カラーが円板表面の損傷を防止する。

【0009】

ロータは、損傷したブレードが円板に溶接された位置である、当初の溶接面を有するようになることができ、また、損傷したブレードは、当初の溶接面の半径方向外方向で除去されることが好ましい。好ましくは、カラーは、該カラーが当初の溶接面を取り囲むように堆積されるようにする。

【0010】

10

20

30

40

50

好ましくは、カラーは、該カラーを層毎に蓄積させることにより堆積されるようにする。カラーは、環状であり、且つブレード短柱が貫通する中央開口部を有するようにすることができる。

【0011】

この方法は、保護材料をロータに隣接してブレード短柱の周りに堆積させるステップを含むことができ、この材料は、カラーの材料と異なるものとしてすることができる。好ましくは、該保護材料は、ポリマーとする。しかし、該保護材料は、低融点材料又は被覆としてもよい。

【0012】

保護材料は、環状であり、且つブレード短柱が貫通する中央開口部を有するようにすることができる。

10

保護材料は、カラーを堆積させる前に、堆積させることができる。

【0013】

カラーは、該カラーがそれ自体と円板の間にて保護材料を挾持するように保護材料に堆積させることができる。しかし、カラーは、短柱に直接、堆積させてもよい。

線状摩擦溶接過程は、円板に対し接線方向にブレードを揺動させるステップを含むことができる。

【0014】

好ましくは、線状摩擦溶接過程は、交換ブレードとロータとの間に新しい溶接面が形成され、新しい溶接面は当初の溶接面と実質的に同一の面に配置されるように実施されるようにする。

20

【0015】

カラーは、機械加工により除去することができる。好ましくは、形成されるブレードは、当初のブレードと実質的に同一の形状を有するものとする。

添付図面を参照しつつ、単に説明の目的のため、本発明の1つの実施の形態について説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1を参照すると、航空エンジンのコンプレッサ又はタービンにて使用することのできるブレード一体型ロータ組立体10の一部が示されている。該ロータ組立体10は、円板14から半径方向外方に伸びるように該円板14に取り付けられた複数のブレード12を有している。ブレード12は、典型的に、チタン、ニッケル又はスチール合金(チタン6-4合金が一般に使用される)且つ、線状摩擦溶接により円板14に取り付けられる。このことは、ブレード部材(未機械加工/未仕上げブレードを備える)が荷重を加えた状態で円板14に対して揺動する間、円板14を静止状態に保持するステップを含む。ブレード部材は、円板に対して接線方向に又は軸方向に揺動させることができる。半径方向内方の荷重と共に、揺動により発生された熱の結果、ブレード部材及び円板の材料は可塑性となる。その後、材料が冷却して固体に戻るとき、接合部が形成され、円板14とブレード部材とが溶接される。線状摩擦溶接過程の間、溶接材料(「バリ」)が接続部の側部から押し出される。その後、ブレードは、所要形状に機械加工し、溶接部の端縁の材料を除去する。

30

40

【0017】

ロータ組立体10の寿命の間、単一のブレード12Aが顕著に損傷され且つ、交換が必要となることは珍しいことではない。ブレード12Aを交換するため、線状摩擦溶接法を使用して新たなブレードを取り付けなければならない。円板14から突き出す短柱16が残るように、損傷したブレード12Aを除去する。新たなブレード12を短柱16に溶接する。

【0018】

新たなブレード12を短柱16に取り付けるため線状摩擦溶接法が使用される。この過程の間、バリは押し出され、該バリは、溶接部に再循環して戻ることなく溶接部から滑ら

50

かに流れ出ることを保証し得るよう制御しなければならない。かかる再循環を防止することは、溶接部に不要なミクロ構造体が形成されるのを防止することになる。また、溶接過程の間、形成される端縁の欠点を除去することも必要である。その後、良好な溶接部が形成されるのを許容するため、大きい表面積が必要とされ、このことは、短柱の周りに余剰な材料を生じさせることを必要とし、この材料は、新たなブレードが所要位置に溶接された後、機械加工により除去される。このように、従来技術に従い、円板 14 とブレード 12 との間に過大寸法のすみ肉領域を有するロータ 10 が形成され、このため、上記の過程にとって十分な材料が利用可能となる。

【0019】

図 2 を参照すると、点線で示した位置にて損傷したブレード 12 が除去され、翼型輪郭外形を有する短柱 16 が残る。ブレード 12 は、当初のブレード 12 が円板 14 に摩擦溶接されるときに、形成された当初の溶接部 18 の半径方向外方の位置にて除去される。

10

【0020】

図 3 に示した本発明の 1 つの実施の形態において、保護材料 20 は、ブレード短柱 16 の基部領域の周りに堆積される。保護材料 20 は、ポリマー、セラミック又は金属材料を備えることができる。保護材料 20 は、円板 14 と接触しており、また、短柱 16 に対する中央開口部 21 を含んでほぼリング形状体を形成することができる。保護材料 20 は、当初の溶接面 18 の僅かに半径方向内方の位置まで半径方向に伸びる。

【0021】

次に、金属カラー 22 を保護材料 20 の半径方向外方の位置に堆積させる（図 4）。金属カラー 22 は、ピスマス合金のような、相対的に低融点合金である。カラー 22 は、所要形状金属堆積法のような材料の追加方法又はプラズマ或いはレーザ溶接のような方法により堆積させる。

20

【0022】

しかし、カラー 22 は、保護材料 20 に堆積させる前に、堆積させることが可能であることが理解されよう。この場合、カラー 22 は、当初の溶接面 18 に隣接するが、円板 14 から物理的に分離した位置にてブレード短柱 16 に直接、堆積されよう。カラー 22 は、短柱 16 に対する中央開口部 24 を含んで全体としてリング形状をしている。

【0023】

金属カラー 22 が所要位置となったならば、当初の製造文献に記載されたように、所望の短柱の輪郭外形を機械加工して保護材料 20 及び保護材料 20 の組み合わせとなり、直ちに線状摩擦溶接を行うことのできる短柱 16 が残るようにする。

30

【0024】

図 5 を参照すると、次に、線状摩擦溶接過程を使用して新たなブレード 12 B を短柱に取り付けることができる。図 5 には、関係する力が示されている。ブレード 12 B の平面状の半径方向内側基部 25 をブレード短柱 16 の平面状の半径方向外面 26 と接触させる。次に、ブレード 12 B の基部 25 と短柱 16 の外面 26 との間にて相対的な直線状動作が行われる。また、半径方向内方に向けて力もブレード 12 B に加えられる。

【0025】

ブレード 12 B の基部 25 が短柱 16 に対して動く結果、2 つの構成要素の間の境界部に摩擦熱が発生する。これにより、境界部の温度は、ブレードを製造する材料の融点に近いが、それ以下の値まで上昇する。2 つの面は、互いに溶接され、溶接バリが 2 つの面の間の溶接境界面から押し出される。

40

【0026】

その後、機械加工により金属バリを除去する。次に、保護材料 20 を化学的に又は機械的に除去し（完全な除去を保証しつつ）、ブレード 12 B の最終的な輪郭外形を機械加工し、このことは、溶接部の周りの熱の影響を受けた材料を除去することになる。修理後に得られるブレードは、当初の損傷しないブレードと実質的に同一の輪郭外形を有する。

【0027】

金属カラー 22 が存在することは、摩擦溶接過程の全体中、ブレード短柱を支持するこ

50

とになる。このため、ブレード短柱は何ら追加的な締結を必要としない。このことは、線状摩擦溶接過程に起因する端縁の欠点がブレードではなくて、その後除去されるカラー 22 に存在することを保証する。物理的に円板 14 から分離した堆積させた金属カラー 22 を使用することは、該カラーは比較的低い熱入力を有し、このため、ブレード又は円板 14 を損傷させないから、有益である。更に、保護材料 20 は、障壁として機能し、また、カラー 22 の堆積により溶融金属が円板 14 に接触し且つ、該円板 14 を損傷させないことを保証する。保護材料 20 は、また、荷重状態にて金属カラー 22 を支持する。保護材料 20 と円板 14 との間の相互作用は存在しないから、保護材料 20 が存在することで円板 14 が悪影響を受けることはない。

【0028】

当初の溶接面 18 の真下に蓄積する、金属カラー 22 が遠方に位置することは、線状摩擦溶接後、所要形状の金属堆積過程からの熱により影響を受けるであろう材料が最小に保たれることを保証する。このため、このことは、新たなブレードの輪郭外形中の熱の影響を受けた材料及び混合体を除去する清浄過程が最小で済むことになる。

【0029】

上記の方法を使用すれば、仕上げたブレードのすみ肉半径内に修理短柱の輪郭外形を受け入れ得るように過度に大きい当初のブレード短柱を有する必要はない。保護材料 20 及びカラー 22 は、線状摩擦溶接過程中、ブレード短柱に対する内蔵された支持体を提供し、また、外部締結具は不要である。保護材料 20 は、また、カラー 22 と円板との間の障壁としても機能し且つ、円板 14 の表面の損傷も防止する。

【0030】

本発明の範囲から逸脱せずに、上述した実施の形態に対し各種の形態変更を為すことができる。例えば、カラー 22 及び保護材料 20 の材料及び形状を変更することができる。保護材料 20 に対するポリマーに代えて、低融点金属、耐熱性被覆又は所要形状の板を使用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】ブレード一体型ロータ組立体の一部分の概略図的な斜視図である。

【図 2】損傷したブレードを除去する状態を示す、エンジンの軸線から下方に見たときの、ブレード一体型ロータ組立体のブレードの断面図である。

【図 3】本発明に従った過程における 1 つのステップを示す、図 2 と同様の図である。

【図 4】本発明の過程における更なるステップを示す、図 3 と同様の図である。

【図 5】本発明の過程における更なるステップを示す、図 3 及び図 4 と同様の更なる図である。

【符号の説明】

【0032】

- | | | |
|------------|--------|--|
| 10 | ロータ組立体 | |
| 12、12A、12B | ブレード | |
| 14 | 円板 | |
| 16 | 短柱 | |
| 18 | 当初の溶接面 | |
| 20 | 保護材料 | |
| 21 | 中央開口部 | |
| 22 | カラー | |
| 24 | 中央開口部 | |
| 25 | 基部 | |
| 26 | 半径方向外面 | |

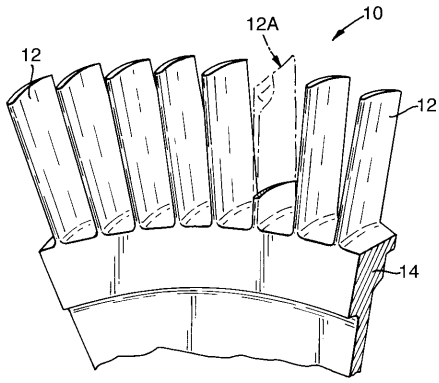
10

20

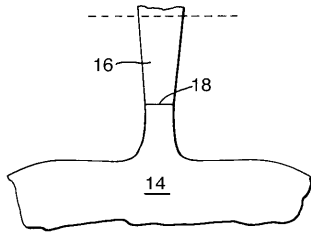
30

40

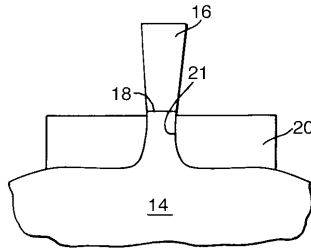
【図1】



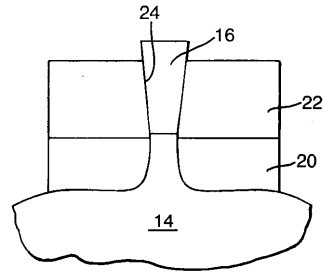
【図2】



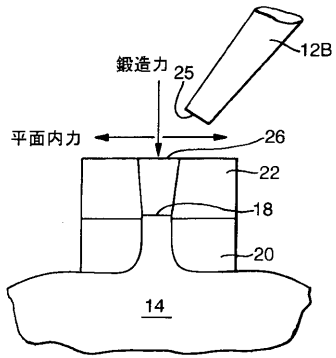
【図3】



【図4】



【図5】



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 100071124

弁理士 今井 庄亮

(72)発明者 マーティン・ローソン

イギリス国ダービーシャー ディーイー56 0エイチビー, ベルパー, ホワイトムーア・レイン
22

(72)発明者 アンドリュー・ティモシー・ウェブスター

イギリス国レスター エルイー3 6エフアール, ウェスタン・パーク, ミードハースト・ロード
1

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 特開平10-193141(JP, A)

特開平07-284994(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/00

B23K 20/12

F01D 5/14, 25/00