

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-508696

(P2013-508696A)

(43) 公表日 平成25年3月7日 (2013. 3. 7)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**G 0 1 B 11/06 (2006.01)** G 0 1 B 11/06 Z 2 F 0 6 5

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 18 頁)

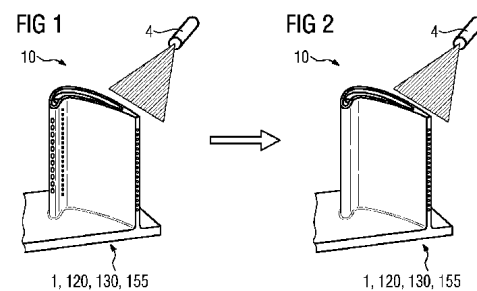
(21) 出願番号	特願2012-534593 (P2012-534593)	(71) 出願人	508008865
(86) (22) 出願日	平成22年6月21日 (2010. 6. 21)		シーメンス アクティエンゲゼルシャフト
(85) 翻訳文提出日	平成24年5月29日 (2012. 5. 29)		ドイツ国 8 0 3 3 3 ミュンヘン ヴィ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/058722		ッテルスバッヘルプラッツ 2
(87) 国際公開番号	W02011/047890	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成23年4月28日 (2011. 4. 28)		弁理士 村山 靖彦
(31) 優先権主張番号	09013170.7	(74) 代理人	100089037
(32) 優先日	平成21年10月19日 (2009. 10. 19)		弁理士 渡邊 隆
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉
		(72) 発明者	トールシュテン・メルツァー・ヨーキシユ
			ドイツ・1 5 3 6 6・ノイエンハーゲン・
			バイ・ベルリン・ストリング・3 7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザー三角測量によって膜厚を測定するための方法および装置

## (57) 【要約】

部品のコーティング前後にレーザー三角測量の測定を行なうことによって、プロセスの監視が自動化される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

コーティングされる部品(1、120、130、155)の膜厚を求めるための方法であって、  
前記部品(1、120、130、155)が、コーティングの前(I)、および、コーティング中(II)  
またはコーティングの後(III)にレーザー三角測量によって測定され、

前記部品(1、120、130、155)の様々な測定値から膜厚が計算され(V)、このうち、前記  
部品(1、120、130、155)の変形が考慮され、ブレードまたはペーン(120、130)の前記変形  
を求めるために、前記部品(1、120、130、155)に対する少なくとも1つの基準ポイントが  
用いられる、方法。

**【請求項 2】**

前記膜厚測定が、単に局所的に、特に特定のポイントで行なわれる、請求項1に記載の  
方法。

**【請求項 3】**

前記レーザー三角測量の測定が、前記部品(1、120、130、155)の前記コーティング後  
に行なわれる、請求項1または2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記レーザー三角測量の測定が、前記部品(1、120、130、155)の前記コーティング中  
に行なわれる、請求項1、2、または3に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記膜厚測定が、複数の位置(13'、13''、...)で行なわれる、請求項1、2、3、また  
は4に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記膜厚測定が、広範囲にわたって行なわれる、請求項1、3、または4に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記膜厚測定が、コーティングの前後だけで行なわれる、請求項1、2、3、4、5、また  
は6に記載の方法。

**【請求項 8】**

特に、請求項1、2、3、4、5、6、または7に特許請求された方法を実行するための装置(  
10)であって、

部品(1、120、130、155)のための取り付け台と、

部品(1、120、130、155)と、

レーザー三角測量の測定のためのセンサ(4)と、

コーティング(II)の前、コーティング(II)中、またはコーティング(II)の後に前記部品  
(1、120、130、155)の様々な測定値を取得し、前記測定値の差を確定する(V)ことを可能  
にし、それによって膜厚が求められる、計算部(IV)と、

を備え、

前記取り付け台または前記部品(1、120、130、155)が、前記部品(1、120、130、155)の  
変形を求めるための基準ポイントを有する、装置(10)。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、レーザー三角測量によって膜厚を測定するための方法および装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

品質アセスメントおよびそれ以降の使用に向けて、コーティングされた部品が、そのす  
べての場所で必要な膜厚を達成していることは重要である。

**【0003】**

このことは、渦電流の測定方法などの既存の測定方法では確認不可能である。

**【0004】**

破壊試験は、部品を後でを使用することを不可能にし、パラメータの最適化に使用されう

10

20

30

40

50

るにすぎない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】欧州特許第1204776号明細書

【特許文献2】欧州特許出願公開第1306454号明細書

【特許文献3】欧州特許出願公開第1319729号明細書

【特許文献4】国際公開第99/67435号

【特許文献5】国際公開第00/44949号

【特許文献6】米国特許第6,024,792号明細書

10

【特許文献7】欧州特許出願公開第0892090号明細書

【特許文献8】欧州特許第0486489号明細書

【特許文献9】欧州特許第0786017号明細書

【特許文献10】欧州特許第0412397号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、本発明の目的は上記の課題を解決することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

20

本発明の目的は、請求項1に特許請求されている方法、および、請求項8に特許請求されている装置によって達成される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明による方法および装置における概略の順序を示す図である。

【図2】本発明による方法および装置における概略の順序を示す図である。

【図3】本方法における順序の概略図である。

【図4】膜厚測定的位置を示す図である。

【図5】ガスタービンを示す図である。

【図6】タービンブレードまたはタービンペーンを示す図である。

30

【図7】燃焼室を示す図である。

【図8】超合金のリストを示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

これらの図およびその説明は、本発明の例示的实施形態を示すにすぎない。

【0010】

図1は、例として用いられる部品1として、タービンブレード120またはタービンペーン130を示す。

【0011】

タービンブレード120またはタービンペーン130は、新しい部品でもよく、または、(磨き直し(refurbishment)によって)被膜が取り除かれた、使用済みの、例として、被膜除去プロセスによって肉厚が減った部品120、130でもよい。

40

【0012】

第1のステップでは、ブレード120またはペーン130は、コーティングの前に、膜厚を調べるのに都合のよいそれぞれの場所13'、13''(図4)で、レーザー三角測定の測定のためのセンサ4によって測定される(図3のI)。これは、1つまたは複数のポイントで局所的に行なわれてもよく、または、コーティングされる面全体にわたって全体的に行なわれてもよい。

【0013】

次に、タービンブレード120またはタービンペーン130は、コーティングされ(図3のII)

50

、レーザー三角測量によって再度測定される(図2、および、図3のIII)。

【0014】

好ましくは、レーザー三角測量による測定は、コーティング(II)の間に行なわれてもよい。

【0015】

コーティング前後もしくはコーティング中にタービンブレード120またはタービンペーン130から得られたデータは、コンピュータによって互いに比較することができ(図3のIV)、それによって、それぞれの所望位置(図4)における膜厚が求められ、好ましくは、それらの膜厚が設定値と比較されうる。

【0016】

形状データの差を確定することによって、それぞれの所望位置13'、13''(図4)における膜厚が求められる(図3のV)。

【0017】

膜厚は、金属層およびセラミック層に対してもたらされ、APS、VPS、PVD、CVDを用いて決めることができる。

【0018】

測定は、好ましくは部品120、130の取り付けと取り外しをせずに、同じ取り付け台でコーティングの前後に行なわれることが好ましい。

【0019】

この測定は、技術的準備がいくらか容易になることから、コーティングの前後だけで行なわれることが好ましい。

【0020】

タービンのメインブレードまたはペーン部分、および、ブレードプラットフォームまたはペーンプラットフォームからなるタービンブレード120またはタービンペーン130の場合、特に湾曲面では様々な膜厚が設定されているため、部品は、広範な範囲にわたってスキャンされることが好ましい。

【0021】

部品1、120、130、155の上に基準ポイントを選択することによって(特にブレード120またはペーン130の場合には、この基準ポイントは、非常に固いことによってブレードの付け根部分、もしくはペーンの付け根部分などの場所におけるポイント、または、取り付け台などの場所における変形することのないポイントであることが好ましい)、コーティングプロセス(熱)によって形成された部品1、120、130、155の変形、特に、具体的にはメインブレードまたはペーン部分である部品の非常に薄い部分における変形を考慮して、実際の膜厚を求めることができる。

【0022】

このプロセスは、高度に自動化されており、プロセス認定の際に用いることができ、または、プロセスに付随する測定もしくは品質管理として用いることができる。

【0023】

概して、コーティングとは、物質を塗布することを意味し、狭義にはタービンブレードまたはタービンペーンにおけるメインブレードまたはペーン部分のように局所的に、メインブレードもしくはペーン部分の局所的なコーティングを意味するか、または全体的なコーティングを意味するが、さらに蒸着溶接プロセスも意味する。

【0024】

図5は、例として、ガスタービン100の部分的な縦方向の断面を示す。

【0025】

内部において、ガスタービン100は、回転軸102のまわりを回転できるように取り付けられた、タービンロータとも呼ばれる、シャフトをもつロータ103を有する。

【0026】

このロータ103に沿って、吸気ハウジング104、コンプレッサ105、同軸上に配置された複数のパーナー107を有する、特に環状燃焼室である、例えばトロイダル燃焼室110、タ

10

20

30

40

50

ービン108、および排気ガスハウジング109が互いに続いている。

【0027】

環状燃焼室110は、例えば、環状の高温ガス通路111と連通しており、この環状の高温ガス通路111では、例えば、連続した4つのタービン段112が、タービン108を形成している。

【0028】

それぞれのタービン段112は、例えば2つのブレードリング、または2つのペーンリングから形成されている。作動媒体113が流れる方向に見られるように、高温ガス通路111では、ガイドペーンの並び115の後に、ロータブレード120から形成された並び125が続いている。

【0029】

ガイドペーン130は、ステータ143の内部ハウジング138に固定されており、並び125におけるロータブレード120は、例えばタービンディスク133によって、ロータ103に取り付けられている。

【0030】

発電機(図示せず)は、ロータ103に結合している。

【0031】

ガスタービン100が動作する間、コンプレッサ105は、吸気ハウジング104を介して空気135を吸引し、その空気を圧縮する。コンプレッサ105のタービン側の端部で提供される圧縮された空気は、バーナー107に送られ、バーナー107で燃料と混ぜられる。次に、その混合物が燃焼室110で燃焼して、作動媒体113を発生させる。作動媒体113は、燃焼室110から、ガイドペーン130およびロータブレード120を通り過ぎて高温ガス通路111に沿って流れる。作動媒体113は、ロータブレード120の所で膨張して、作動媒体113の運動量を伝え、それによってロータブレード120はロータ103を駆動し、またロータ103は、ロータ103に結合している発電機を駆動する。

【0032】

ガスタービン100が動作する間、高温の作動媒体113にさらされる部品は熱応力を受ける。作動媒体113が流れる方向に見られる、第1のタービン段112におけるガイドペーン130およびロータブレード120、ならびに、環状燃焼室110の内側を覆う熱シールド素子は、最も強い熱応力を受ける。

【0033】

ガイドペーン130およびロータブレード120、ならびに熱シールド素子の所で生じる温度に耐えることができるように、ガイドペーン130およびロータブレード120、ならびに熱シールド素子は、冷却液によって冷却することができる。

【0034】

さらに、これらの部品の基材は、方向性構造を有し、すなわち、単結晶形(SX構造)であるか、または、縦方向だけに配向した結晶粒を有する(DS構造)。

【0035】

例えば、特に、タービンブレード120またはタービンペーン130と、燃焼室110の部品とである部品の材料として、鉄基、ニッケル基、またはコバルト基の超合金が用いられる。

【0036】

このタイプの超合金は、例えば、EP 1 204 776 B1、EP 1 306 454、EP 1 319 729 A1、WO 99/67435、またはWO 00/44949より公知である。

【0037】

ガイドペーン130は、タービン108の内部ハウジング138に対向するガイドペーンの付け根部分(図示せず)と、ガイドペーンの付け根部分の反対側の端にある、ガイドペーンの先端部分とを有する。ガイドペーンの先端部分は、ロータ103に対向しており、ステータ143の固定リング140に取り付けられている。

【0038】

図6は、縦方向の軸121に沿って延びている、ターボ機械におけるロータブレード120またはガイドペーン130の斜視図を示す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 9 】

このターボ機械は、飛行機もしくは発電所のガスタービン、蒸気タービン、またはコンプレッサでもよい。

## 【 0 0 4 0 】

ブレード120またはベーン130は、縦方向の軸121に沿って連続して、固定部400、隣接ブレードまたはベーンプラットフォーム403、メインブレードまたはベーン部分406、および、ブレード先端部またはベーン先端部415を有する。

## 【 0 0 4 1 】

ガイドベーン130として、ベーン130は、ベーン130のベーン先端部415の所にさらなるプラットフォーム(図示せず)を有する場合がある。

10

## 【 0 0 4 2 】

ロータブレード120、130をシャフトまたはディスク(図示せず)に固定するために用いられるブレードの付け根部分、またはベーンの付け根部分183は、固定部400に形成されている。

## 【 0 0 4 3 】

ブレードの付け根部分、またはベーンの付け根部分183は、例えば、ハンマーの頭形(hammerhead form)で設計されている。もみの木形の付け根部分(fir-tree root)、または、あり継ぎの付け根部分(dovetail root)などの他の構成も可能である。

## 【 0 0 4 4 】

ブレード120またはベーン130は、メインブレードまたはベーン部分406のそばを通して流れる媒体のための前縁部409および後縁部412を有する。

20

## 【 0 0 4 5 】

従来のブレード120またはベーン130の場合、例えば、ブレード120またはベーン130のすべての部分400、403、406には、特に超合金である、中空でない金属材料が用いられる。

## 【 0 0 4 6 】

このタイプの超合金は、例えば、EP 1 204 776 B1、EP 1 306 454、EP 1 319 729 A1、WO 99/67435、またはWO 00/44949より公知である。

## 【 0 0 4 7 】

この場合、ブレード120またはベーン130は、鑄造プロセス、一方向性凝固、鍛造プロセス、切削プロセス、またはこれらの組み合わせによって作ることができる。

30

## 【 0 0 4 8 】

1つまたは複数の単結晶構造体を有する加工物は、運用時に強度の機械的応力、熱応力、および/または化学的応力を受ける、機械用の部品として用いられる。このタイプの単結晶の加工物は、溶融物からの一方向性凝固などによって作られる。これには、液体の金属合金が凝固して単結晶構造体、すなわち単結晶の加工物を形成する鑄造プロセス、または、液体の金属合金が一方向に凝固する鑄造プロセスが必要になる。

## 【 0 0 4 9 】

この場合、樹枝状結晶(dendritic crystals)は熱流の方向に沿って配向しており、柱状結晶粒子構造体(すなわち、加工物の長さ全体に及んでおり、慣例に従って用いられる言葉によって、本明細書では一方向に凝固したと呼ばれる結晶粒)か、または、加工物全体が単一の結晶からなる単結晶構造体のどちらかを形成する。これらのプロセスでは、全方向の(多結晶の)凝固への移行は避ける必要があるが、それは、一方向性凝固または単結晶の部品における好ましい特性を無効にする横方向と縦方向の結晶粒界を、方向性のない成長が必然的に形成するためである。

40

## 【 0 0 5 0 】

本明細書では、広義の用語として、一方向に凝固した微細構造体に言及する場合には、いかなる結晶粒界も有さないか、もしくは、せいぜい小角粒界を有する単結晶と、縦方向に及ぶ結晶粒界を有するが、いかなる横方向の結晶粒界も有さない柱状結晶構造体との両方を意味するものとして理解されるべきである。結晶構造体におけるこの第2の形態も、一方向に凝固した微細構造体(一方向に凝固した構造体)という言葉で記述される。

50

## 【 0 0 5 1 】

このタイプのプロセスは、US-A 6,024,792およびEP 0 892 090 A1より公知であり、これらの文献は、凝固プロセスに関する本開示の一部をなしている。

## 【 0 0 5 2 】

さらに、ブレード120またはペーン130は、MCrAlX(Mは、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)からなる群から選ばれた少なくとも1つの元素であり、Xは、活性元素であり、イットリウム(Y)、および/または、シリコン、および/または、少なくとも1つの希土類元素、またはハフニウム(Hf)を表す)などの、腐食または酸化から保護する被膜を有することができる。このタイプの合金は、EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1、またはEP 1 306 454 A1より公知である。

10

## 【 0 0 5 3 】

密度は、理論密度である95%であることが好ましい。

## 【 0 0 5 4 】

(中間層または最外層として)MCrAlX層の上には、保護用酸化アルミニウム層(TGO=熱成長酸化物層)が形成される。

## 【 0 0 5 5 】

MCrAlX層は、Co-30Ni-28Cr-8Al-0.6Y-0.7Si、または、Co-28Ni-24Cr-10Al-0.6Yの組成を有することが好ましい。これらのコバルト基の保護被膜に加えて、Ni-10Cr-12Al-0.6Y-3Re、または、Ni-12Co-21Cr-11Al-0.4Y-2Re、または、Ni-25Co-17Cr-10Al-0.4Y-1.5Reなどのニッケル基の保護層を使用することも好ましい。

20

## 【 0 0 5 6 】

さらに、好ましくは最外層であり、例えば $ZrO_2$ 、 $Y_2O_3$ - $ZrO_2$ からなる断熱被膜であって、安定化されていないか、酸化イットリウムおよび/または酸化カルシウムおよび/または酸化マグネシウムによって部分的に安定化されているか、または完全に安定化された断熱被膜が、MCrAlXの上に設けられてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

この断熱被膜は、MCrAlX層全体を覆う。断熱被膜には、例えば電子ビーム物理蒸着法(E B-PVD)などの好適なコーティングプロセスによって柱状結晶粒が作られている。

## 【 0 0 5 8 】

大気圧プラズマ溶射法(APS)、LPPS、VPS、またはCVDなどの他のコーティングプロセスも可能である。断熱被膜は、熱衝撃に対する耐性を改善するために、多孔性の、または、微視的なクラックもしくは巨視的なクラックを有する結晶粒を含むことができる。したがって、断熱被膜は、MCrAlX層より多孔性であることが好ましい。

30

## 【 0 0 5 9 】

ブレード120またはペーン130は、形状において中空であってもよく、また中空でなくてもよい。ブレード120またはペーン130が冷却される場合には、ブレード120またはペーン130は中空であり、(破線によって示されている)被膜冷却穴418を有することもできる。

## 【 0 0 6 0 】

図7は、ガスタービン100の燃焼室110を示す。この燃焼室110は、例えば、炎156を発生させ、回転軸102のまわりに円周方向に配置された複数のバーナー107が共通の燃焼室空間154に向けて開く、環状燃焼室として知られている、燃焼室として構成されている。このため、燃焼室110は、全体的に、回転軸102の周りに配置された環状構成となる。

40

## 【 0 0 6 1 】

燃焼室110は、比較的高い効率を達成するために、約1000 から約1600 の作動媒体Mにおける比較的高い温度に合わせて設計されている。材料にとって好ましくないこれらの動作パラメータの場合でも比較的に長い耐用年数を可能とするために、燃焼室壁153には、作動媒体Mに面する側に、熱シールド素子155から形成された内張りが設けられている。

## 【 0 0 6 2 】

さらに、燃焼室110の内部における高い温度を考慮して、熱シールド素子155、および/または、熱シールド素子155の保持素子のための冷却システムが設けられてもよい。さら

50

に、例えば、熱シールド素子155は中空であり、燃焼室空間154に向かって開いている冷却孔(図示せず)を有することもできる。

#### 【0063】

合金からなるそれぞれの熱シールド素子155は、特に耐熱性のある保護層(MCrAlX層および/またはセラミック被膜)を作動媒体の側に備えているか、または、高温に耐えることができる材料(中空でないセラミックレンガ)から作られる。

#### 【0064】

これらの保護層は、タービンブレードまたはタービンペーンと同様であってもよく、すなわち、例えばMCrAlXでもよい。ここで、Mは、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)からなる群から選ばれた少なくとも1つの元素であり、Xは、活性元素であり、イットリウム(Y)、および/または、シリコン、および/または、少なくとも1つの希土類元素、またはハフニウム(Hf)を表す。このタイプの合金は、EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1、またはEP 1 306 454 A1より公知である。

10

#### 【0065】

さらに、例えば $ZrO_2$ 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ からなる、例えばセラミックの、断熱被膜であって、安定化されていないか、酸化イットリウムおよび/または酸化カルシウムおよび/または酸化マグネシウムによって部分的に安定化されているか、または、完全に安定化された断熱被膜が、MCrAlXの上に設けられてもよい。

#### 【0066】

断熱被膜には、例えば電子ビーム物理蒸着法(EB-PVD)などの好適なコーティングプロセスによって柱状結晶粒が作られている。

20

#### 【0067】

大気圧プラズマ溶射法(APS)、LPPS、VPS、またはCVDなどの他のコーティングプロセスも可能である。断熱被膜は、熱衝撃に対する耐性を改善するために、多孔性の、または、微視的なクラックもしくは巨視的なクラックを有する結晶粒を含むことができる。

#### 【0068】

磨き直しは、保護層が使用された後に、その保護層がタービンブレード120またはタービンペーン130または熱シールド素子155から(例えば、サンドブラストによって)取り除かれる必要がありうることを意味する。次に、腐食層および/または酸化層および生成物が取り除かれる。さらに、タービンブレード120またはタービンペーン130または熱シールド素子155におけるクラックが適宜修復される。タービンブレード120またはタービンペーン130または熱シールド素子155の再コーティングがこれに続き、その後、タービンブレード120またはタービンペーン130または熱シールド素子155を再利用することができる。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0069】

- 1 部品
- 4 センサ
- 10 装置
- 13' 位置
- 13'' 位置
- 100 ガスタービン
- 102 回転軸
- 103 ロータ
- 104 吸気ハウジング
- 105 コンプレッサ
- 107 バーナー
- 108 タービン
- 109 排気ガスハウジング
- 110 燃焼室
- 111 高温ガス通路

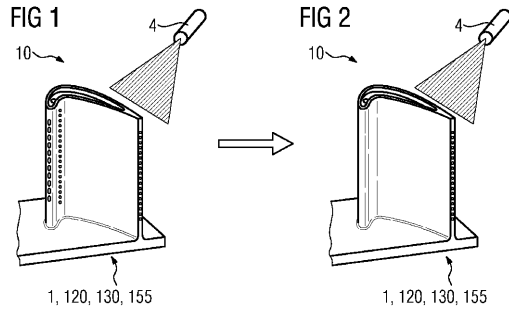
40

50

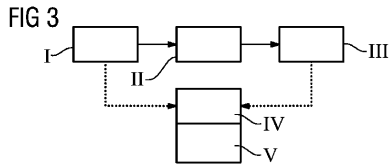


- 112 タービン段
  - 113 作動媒体
  - 115 ガイドベーンの並び
  - 120 タービンブレード
  - 125 ロータブレードから形成されている並び
  - 130 タービンベーン
  - 133 タービンディスク
  - 135 空気
  - 138 内部ハウジング
  - 140 固定リング 10
  - 143 ステータ
  - 153 燃焼室壁
  - 155 熱シールド素子
  - 183 ブレードの付け根部分、またはベーンの付け根部分
  - 400 固定部
  - 403 隣接ブレードまたはベーンプラットフォーム
  - 406 メインブレードまたはベーン部分
  - 409 前縁部
  - 412 後縁部
  - 415 ブレード先端部またはベーン先端部 20
  - 418 被膜冷却穴
- I 膜厚を調べるためにタービンブレード120またはタービンベーン130が測定される。
- II タービンブレード120またはタービンベーン130がコーティングされる。
- III タービンブレード120またはタービンベーン130が再度測定される。
- IV タービンブレード120またはタービンベーン130から得られたデータが比較される。
- V 膜厚が求められる。

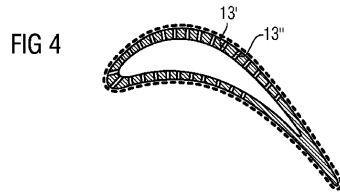
【図 1 - 2】



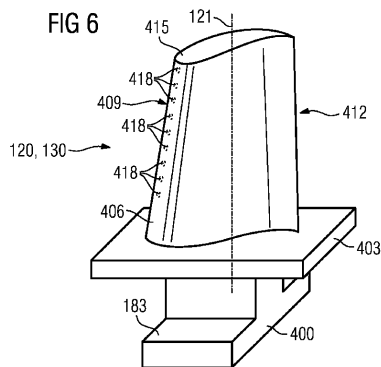
【図 3】



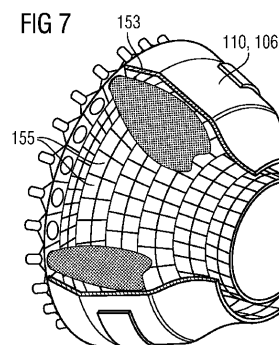
【図 4】



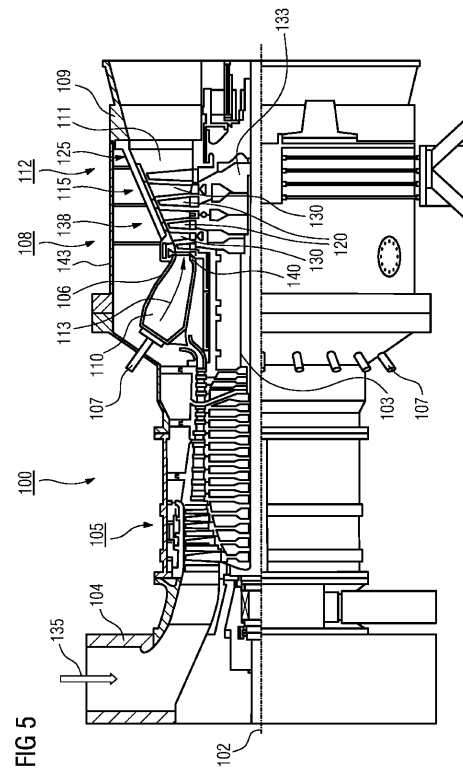
【図 6】



【図 7】



【図 5】



【図 8】

材料	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf
化学組成 (%)													
ニッケル基インペストメント組成													
GTD 222	0.10	22.5	Rem.	19.0		2.0	1.0	1.2	2.3	0.008			
IN 939	0.15	22.4	Rem.	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10	
IN 6203 DS	0.15	22.0	Rem.	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Umetal 500	0.10	18.0	Rem.	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	Rem.	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	Rem.		3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	<0.005	<0.008		
Rene 80	0.17	14.0	Rem.	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	Rem.	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS			Rem.	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 CC	0.08	12.5	Rem.	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
IN 792 DS	0.08	12.5	Rem.	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.50
MAR M 602	0.15	9.0	Rem.	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.40
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	Rem.	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.50
CM5X 2	<0.06	8.0	Rem.	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.03	<0.075	0.10
CM5X 3	<0.06	8.0	Rem.	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.03	<0.075	0.10
CM5X 4	6.0	6.0	Rem.	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0	<0.03	<0.075	0.10
CM5X 6	<0.15	10.0	Rem.	5.0	3.0	<10	2.0	<10	4.9	4.8	<0.03	<0.075	0.10
PWA 1480 SX	<0.06	10.0	Rem.	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<0.075	<0.075	0.10
PWA 1483 SX	0.07	12.2	Rem.	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
コバルト基インペストメント組成													
FSX 414	0.25	29.0	10	Rem.		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	Rem.		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR M 509	0.65	24.5	11	Rem.		7.5	4		0.3	0.010	0.60		
CM 247	0.07	8.3	Rem.	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5

## 【手続補正書】

【提出日】平成24年6月29日(2012.6.29)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

コーティングされる部品(1、120、130、155)の膜厚を求めるための方法であって、  
前記部品(1、120、130、155)が、コーティングの前(I)、および、コーティング中(II)  
またはコーティングの後(III)にレーザー三角測量によって測定され、  
前記部品(1、120、130、155)の様々な測定値から膜厚が計算され(V)、このうち、前記  
部品(1、120、130、155)の変形が考慮され、ブレードまたはペーン(120、130)の前記変形  
を求めるために、前記部品(1、120、130、155)に対する少なくとも1つの基準ポイントが  
用いられる、方法。

## 【請求項 2】

前記膜厚測定が、単に局所的に、行なわれる、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記レーザー三角測量の測定が、前記部品(1、120、130、155)の前記コーティング後に行なわれる、請求項1または2に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記レーザー三角測量の測定が、前記部品(1、120、130、155)の前記コーティング中に行なわれる、請求項1、2、または3に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記膜厚測定が、複数の位置(13'、13''、...)で行なわれる、請求項1、2、3、または4に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記膜厚測定が、予め定められた範囲にわたって行なわれる、請求項1、3、または4に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記膜厚測定が、コーティングの前後だけで行なわれる、請求項1、2、3、4、5、または6に記載の方法。

## 【請求項 8】

特に、請求項1、2、3、4、5、6、または7に特許請求された方法を実行するための装置(10)であって、

部品(1、120、130、155)のための取り付け台と、

部品(1、120、130、155)と、

レーザー三角測量の測定のためのセンサ(4)と、

コーティング(II)の前、コーティング(II)中、またはコーティング(II)の後に前記部品(1、120、130、155)の様々な測定値を取得し、前記測定値の差を確定する(V)ことを可能にし、それによって膜厚が求められる、計算部(IV)と、

を備え、

前記取り付け台または前記部品(1、120、130、155)が、前記部品(1、120、130、155)の変形を求めるための基準ポイントを有する、装置(10)。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/058722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01B11/06  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 13 888 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 28 October 2004 (2004-10-28) * abstract paragraph [0012] - paragraph [0029] paragraph [0033] - paragraph [0039] figures 1,2	1-9
X	US 2005/137829 A1 (GIMELFARB VLADIMIR [US] ET AL) 23 June 2005 (2005-06-23) * abstract paragraph [0022] - paragraph [0047] claim 1 figures 1,2a,2b ----- -/--	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the International filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2010

Date of mailing of the international search report

29/09/2010

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlean 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kokkonen, Jukka

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/058722

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/246213 A1 (MOREAU CHRISTIAN [CA] ET AL) 2 November 2006 (2006-11-02) * abstract paragraph [0044] - paragraph [0065] figures 3-10	1-9
X	US 2007/279645 A1 (DRATWINSKI MARIAN [CH] ET AL) 6 December 2007 (2007-12-06) * abstract paragraph [0010] - paragraph [0017] claim 1	1-9
X,P	US 2010/110451 A1 (BISWAS RITWIK [US] ET AL) 6 May 2010 (2010-05-06) * abstract paragraph [0011] - paragraph [0036] figure 1	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058722

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10313888	A1	28-10-2004	NONE	
US 2005137829	A1	23-06-2005	NONE	
US 2006246213	A1	02-11-2006	NONE	
US 2007279645	A1	06-12-2007	EP 1643209 A2	05-04-2006
US 2010110451	A1	06-05-2010	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2010/058722

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. 601B11/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 13 888 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 28. Oktober 2004 (2004-10-28) * Zusammenfassung Absatz [0012] - Absatz [0029] Absatz [0033] - Absatz [0039] Abbildungen 1,2	1-9
X	US 2005/137829 A1 (GIMELFARB VLADIMIR [US] ET AL) 23. Juni 2005 (2005-06-23) * Zusammenfassung Absatz [0022] - Absatz [0047] Anspruch 1 Abbildungen 1,2a,2b	1-9
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. September 2010		29/09/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Kokkonen, Jukka

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/058722

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/246213 A1 (MOREAU CHRISTIAN [CA] ET AL) 2. November 2006 (2006-11-02) * Zusammenfassung Absatz [0044] – Absatz [0065] Abbildungen 3–10	1–9
X	US 2007/279645 A1 (DRATWINSKI MARIAN [CH] ET AL) 6. Dezember 2007 (2007-12-06) * Zusammenfassung Absatz [0010] – Absatz [0017] Anspruch 1	1–9
X,P	US 2010/110451 A1 (BISWAS RITWIK [US] ET AL) 6. Mai 2010 (2010-05-06) * Zusammenfassung Absatz [0011] – Absatz [0036] Abbildung 1	1–9



**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2010/058722**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10313888	A1	28-10-2004	KEINE		
US 2005137829	A1	23-06-2005	KEINE		
US 2006246213	A1	02-11-2006	KEINE		
US 2007279645	A1	06-12-2007	EP	1643209 A2	05-04-2006
US 2010110451	A1	06-05-2010	KEINE		

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 アンドレアス・オッペルト

ドイツ・14612・ファルケンゼー・ヴィーゼンヴェーグ・4セー

(72)発明者 ディミトリオス・トマイディス

ドイツ・14197・ベルリン・ベルクハイマー・シュトラッセ・7

Fターム(参考) 2F065 AA30 BB05 CC08 CC31 FF09 GG04 HH05