

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4439243号
(P4439243)

(45) 発行日 平成22年3月24日(2010.3.24)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl.

FO2C 7/00 (2006.01)
FO1D 25/00 (2006.01)

F 1

FO2C 7/00
FO1D 25/00
FO1D 25/00A
V
W

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-385258 (P2003-385258)
 (22) 出願日 平成15年11月14日 (2003.11.14)
 (65) 公開番号 特開2004-169698 (P2004-169698A)
 (43) 公開日 平成16年6月17日 (2004.6.17)
 審査請求日 平成18年11月14日 (2006.11.14)
 (31) 優先権主張番号 10/294,727
 (32) 優先日 平成14年11月15日 (2002.11.15)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC COMPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、リバーロード、1番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】選択されたバインダによる方法、物品及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンシステムを監視する方法であって、
 該システム内の基体(16)を高温運転に曝すことが可能であると判定された、最大で
 も臨界タービン基体劣化温度より低い温度範囲内でインジケータを放出することによつて
 温度を監視するようなバインダ(14)を選択する段階と、

前記インジケータと前記バインダ(14)とを組合せる段階と、

前記組合せインジケータ及びバインダ(14)を前記基体(16)に施して、監視用デ
 ポジットを形成する段階と、

を含み、

前記システムの運転温度が前記バインダ(14)の融点に達したとき、該バインダ(1
 4)が、前記インジケータを排気ガス流中に解放することを特徴とする方法。

【請求項2】

前記タービン基体部品上を通過した排気ガス流から前記インジケータを収集して微粒子
 含有分を得る段階を更に含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記インジケータについて前記微粒子含有分を分析する段階とを更に含むことを特徴と
 する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記インジケータについて前記微粒子含有分を分析して前記ガスタービン部品に対する損

10

20

耗又は損傷を判定することを特徴とする、請求項 3に記載の方法。

【請求項 5】

前記タービン基体部品上を通過した排気ガス流から前記インジケータを収集して微粒子含有分を得る段階と、前記微粒子含有分中の微粒子を濃縮する段階と、前記微粒子含有分を分析する段階とを更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記基体(16)の表面(18)内にウェルのパターンを形成する段階と、前記ウェル内に前記インジケータを配置する段階と、前記ウェルを前記バインダ(14)で密封して監視用デポジットを形成する段階とを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ガスタービンエンジンを監視するためのシステムであって、
基体(16)と、

前記基体(16)上に施された組合せインジケータ及びバインダ(14)と、
を含み、

前記バインダ(14)が、前記基体(16)を高温運転に曝すことが可能であると判定された、最大でも臨界基体劣化温度より低い温度範囲内で前記インジケータを放出し、
前記システムは、前記タービン基体(16)上を通過した排気ガスの1部分をサンプリングする、該基体(16)と流体連通状態にある排気ガス収集器を更に含む
ことを特徴とするシステム。

【請求項 8】

前記インジケータが前記バインダ(14)から解放されたときに、該インジケータを感知するセンサを含むことを特徴とする、請求項 7に記載のシステム。

【請求項 9】

前記排気ガスから微粒子を分離する、前記ガス排気収集器に接続された排気微粒子分離器(30)を更に含むことを特徴とする、請求項 7に記載のシステム。

【請求項 10】

前記インジケータを検出することができる、前記分離器(30)に接続された分析装置とを更に含むことを特徴とする、請求項 9 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、選択されたバインダを用いて燃焼システムを監視するための方法、物品及びシステムに関する。より具体的には、本発明は、選択されたバインダ中のインジケータに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、直列に流れ連通した状態で、環状の外側ケーシング内で長手方向中心軸線の周りに配置された、1つ又はそれ以上の圧縮機と、その後に順番に続く、燃焼器と、高圧及び低圧タービンとを含む。運転時、圧縮機は、タービンによって駆動されて空気を加圧し、加圧された空気は燃焼器内で燃料と混合され点火されて、高温の燃焼ガスを発生する。この燃焼ガスは、高圧及び低圧タービンを通って下流へ流れ、該高圧及び低圧タービンは、エネルギーを抽出して圧縮機を駆動し、軸動力又は推力の何れかとして出力を発生する。

【0003】

ガスタービンエンジンでの運転環境は、熱的にも化学的にも過酷であり、一部のエンジン構成部品にとって有害である。構成部品が、燃焼器、高圧タービン又はオーゲメンタのようなエンジンの一部の区域内に配置される場合、それら構成部品は実用運転時の長期暴露に耐えることができない。一般に、これら構成部品の表面は、断熱皮膜システムのような、保護システムで被覆される。断熱皮膜システムは、耐環境性のボンドコートと該ボンドコートを覆うトップコートとして施されたセラミック材料の断熱皮膜(TBC)とを

10

20

30

40

50

含む。ボンドコートは一般的に、M C r A l Yのような耐酸化合金で形成され、ここで、Mは、鉄、コバルト及び/又はニッケル、或いは、拡散アルミナイド又はプラチナアルミナイドである。高温の下では、これらボンドコートは、下にある構成部品に対してセラミック層を化学的に結合する酸化物層又はスケールを形成する。

【0004】

ガスタービンの最大出力は、燃焼区域を通って流れるガスを、可能な限り高温に加熱することで達成される。しかしながら、加熱されたガスはまた、該ガスがタービンを通って流れるときに、様々なタービン構成部品を加熱する。これらの構成部品は、タービンの運転及び効率に対して直接の影響を有する重要な構成部品である場合がある。時間の経過と共に、過度に高温の空気の連続した流れは、構成部品の保護TBC層を損耗させる。

10

【0005】

更に、不必要に高いタービンエンジン燃焼温度は、燃料効率を悪化させ、エミッショングリーンを増大させる可能性がある。例えば、100万分の9(ppm)の窒素酸化物(NO_x)微粒子を排出するように設計されたガスタービンにおいては、2730°F(1499°C)から2740°F(1504°C)への温度上昇は、タービン効率を約2%ほど減少させ、またNO_xエミッショングリーンを約2ppmほど増大させる。年間ベースでは、これは数百万ドルの収益損失に相当し、また数トンのNO_xエミッショングリーンの増大に相当することになる。

【0006】

腐食性環境における高温運転及びその他の運転による影響に起因する損耗をオンラインで監視及び検出するための、所謂「スマートマテリアル(スマート材料)」が提案されてきた。スマートマテリアルは、環境の変化を感じし、次いで、帰還システムを使用して、有用な応答を作り出す。特許文献1及び特許文献2は、スマートマテリアルの例を開示している。特許文献1は、保護金属又はセラミック皮膜を有する基体を教示している。基体は、高度の表面侵食に曝され、結局は保護皮膜が損耗される。保護皮膜は、粉体状金属又は粉体状金属酸化物の混合物を使用してプラズマ溶射又はフレーム溶射を行うことにより、周期的に再生されるか又は置換えられることができる。特許文献1は、UV感応性蛍光体を含むスマート皮膜を提案している。このUV感応性物質を含有している皮膜は、それが損耗するにつれてUV感応性物質を放出する。UV感応性物質の放出を監視することで、どの時点で粉体状金属又は粉体状金属酸化物を使用して金属基体の付加的なプラズマ溶射又はフレーム溶射を行わなければならないかを示すことができる。特許文献2は、UV感応性インジケータ物質でできた蛍光体成分の粒径は、溶融エネルギー式(Energy of Melting formula)に従った大きさにされなければならないことを教示している。

20

30

【0007】

特許文献1及び特許文献2の材料は、部品寿命を推定するためのシステムにおいて使用することができる。一般に、寿命監視は、UV感応性物質を検出し、或る期間にわたり検出された物質の量を、時間にわたる物質と皮膜損耗との関係を含むデータベースに対して相關させる形態をとる。しかしながら、時間にわたって検出された物質と損耗との相關関係のデータは、新規システムに対して、又は、更に言えば殆どの古いシステムに対しては入手できない。更に、多くの場合、既知のインジケータは、均一でない状態で構成部品に施される。この場合、検出されたインジケータは、損耗又はその他の運転による影響を正確には反映していない。

40

【0008】

一部の皮膜寿命の監視方法は、全部品についての応力及び温度プロフィールの平均的影響に基づいている。これらの方法は、それらが特定部品又は部品の一部分の露出環境を考慮していないので、個々の部品に焦点を当てることができない。特定部品又は部品の一部分は、異物、部位から部位で変化する運転条件、及び突発的なタービン過燃焼により引き起こされる損耗又は損傷をそれぞれ固有に受ける。そのような環境は、皮膜及び部品寿命にそれぞれ固有に影響を与えることになる。

50

【特許文献1】米国特許第4,327,155号

【特許文献2】米国特許第4,327,120号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、システム温度全体では表されない局部的な加熱に曝される可能性がある特定部品を監視することが望ましい。皮膜からのUV感応性物質の放出を感知し監視して、損耗を判定しあつ保守計画を決定するための正確な情報及び特定部位の情報を得ると共に、有害エミッションを減少させる、方法、物品及びシステムに対する必要性がある。

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

本発明は、皮膜からのインジケータの放出を感知し監視して、損耗を判定しあつ保守計画を決定するための正確な特定部位の情報を得ると共に、有害エミッションを減少させる、方法、物品及びシステムを提供する。本発明は、基体上に監視用デポジットを形成する方法を提供し、該方法は、基体が曝されて運転時の高温を受ける、最大でも臨界基体劣化温度より低い温度範囲を判定する段階と、判定された温度範囲内でインジケータを放出することによって温度を監視するようなバインダを選択する段階と、インジケータとバインダとを組合せる段階と、組合せインジケータ及びバインダを基体に施して、監視用デポジットを形成する段階とを含む。

【0011】

20

更に、本発明は、物品に関し、該物品は、基体と、該基体に施された組合せインジケータ及びバインダとを含み、該バインダは、基体が高温運転に曝されると判定された、最大でも臨界基体劣化温度より低い温度範囲内でインジケータを放出する。

【0012】

別の実施形態において、本発明は、ガスタービンシステムを監視する方法に関し、該方法は、システム内の基体を高温運転に曝すことが可能であると判定された、最大でも臨界タービン基体劣化温度より低い温度範囲内でインジケータを放出することによって温度を監視するようなバインダを選択する段階と、インジケータとバインダとを組合せる段階と、組合せインジケータ及びバインダを基体に施して、監視用デポジットを形成する段階とを含む。

30

【0013】

更に別の実施形態において、本発明は、ガスタービンエンジンを監視するためのシステムであり、該システムは、基体と、該基体上に施された組合せインジケータ及びバインダとを含み、該バインダは、基体を高温運転に曝すことが可能であると判定された、最大でも臨界基体劣化温度より低い温度範囲内で前記インジケータを放出する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

「発光」という用語は、単に放出体の温度によるのみならず、通常温度の下での化学反応、電子衝撃、電磁放射又は電界のような原因から生じる光の放出を意味する。「蛍光体」は、吸収した一次エネルギーの一部を放出される発光放射に変換する物質である。本出願においては、「インジケータ」という用語は、蛍光発光を生じる蛍光体化合物、及びバインダからの解放後にガス流中で検出されることができる非発光性物質を含む。

40

【0015】

本発明は、効率的なタービンエンジン運転を保証する上では十分に高いが、エンジン部品を劣化させることになる過度の高温を回避した臨界温度範囲内でインジケータの解放を可能にする、部品に対する特定のバインダ及びインジケータ組合せ物の監視用デポジットを提供する。このバインダ/インジケータ・デポジットは、臨界温度範囲内で融解して検出用のインジケータを解放するバインダを含む。

【0016】

本発明の実施形態は、「オンライン」評価方法に関し、その方法においては、ガスター

50

ピン部品は、特定インジケータを包含している選択された特製バインダを含む監視用デポジットにより標識付けされる。バインダは、部品の臨界温度に従って選択され、該部品上にバインダ／インジケータ構成物が施される。インジケータは、該インジケータが施された部品を下流の検出器に対する要因源として、明確にかつ個別に識別するように選択される。臨界温度の下では、バインダは融解して固有のバインダを解放する。下流で検出されたとき、インジケータは、要因源部品及びその劣化程度を明らかにする。この情報により、皮膜を備える部品の状態の改善された「オンライン」知識を得て、機械の運転可能時間を改善するための交換及び修理方針を決定する。「オンライン」というのは、タービンの運転を中断することなく評価が決定されることを意味する。本発明の好ましい実施形態は、ガスタービン区域の部品の損耗及び損傷の程度のオンラインインジケータとして働くスマートバインダ／インジケータ構成物（組合せた物）を含む。

10

【0017】

本発明の特徴は、限定するのではなく一例として本発明の好ましい実施形態を説明する、図面及び以下の詳細記載から明らかになるであろう。

【0018】

図における図1から図4は、基体上に施されたインジケータ及びバインダの組合せの監視用デポジットを示す概略図であり、図5は、組合せの監視用デポジットから解放されているインジケータを示す概略図である。これらの図において、バインダ／インジケータ構成物10は、バインダ14中に組合されて基体16上に施されたインジケータ12を含む。

20

【0019】

本発明のバインダ／インジケータ構成物は、様々な方法で形成でき、また基体に施すことができる。図1は、バインダ14で事前に被覆され、その後基体16の上側表面18に施されたインジケータ12微粒子の形態をした構成物10を示す。図2は、先ずインジケータ12微粒子を基体16の上側表面18に施し、次ぎにインジケータ12微粒子を包み込むようにバインダ14を施すことによって形成された構成物10を示す。図3においては、先ず基体16にウェル20が形成される。インジケータ12微粒子が、ウェル20内に堆積され、続いて該ウェルはバインダ14によって蓋をされる。

【0020】

インジケータ12は、化合物又は元素の何れかとすることができます。図示するように、インジケータ12は、バインダ14中へドープされるか又は基体16に対して施され、バインダ14によって覆われる。インジケータは、臨界運転温度に達してバインダ14が融解し始めたときにおける該バインダ14からの解放時に検出される。インジケータは、特定部品が臨界温度に達したことを示すために識別される。好ましい実施形態においては、以下に詳細に説明するように、異なるバインダ／インジケータ構成物が、ガスタービンの異なる部品セットに施される。解放されたインジケータは、排気流中にあり、特定タービン部品に対する損耗又は損傷の存在を示す。

30

【0021】

インジケータは、生じている高いタービン運転温度の下で安定しておりかつ拡散に関して比較的不活性であるように選択され、また皮膜に対してかつタービン性能に対して悪影響を与えないように選択される。インジケータは、高温に曝されたときの蛍光性を長期間にわたって保持するように選択される。インジケータは、バインダ材料と反応することはないし、或いはバインダ材料中で分解することもない。インジケータは、蛍光性微粒子サンプリング技術によって容易に検出される。インジケータは、低い濃度において高い信頼性で検出可能であることが好ましい。適当な蛍光性インジケータは、市販されている。例えば、種々の無機蛍光性インジケータが、ロードアイランド州02903、プロビデンス市サウスメインストリート321にあるSpectra Systems Corp.から、カタログ番号SFP-0010（白色）、番号SFP-0013（緑色）及びSFP-0018（赤色）で入手できる。

40

【0022】

50

種々のバインダが、本発明において適当である。バインダは、基体材料と化学的に反応してはならないし、或いは基体材料を腐食してはならない。バインダは、運転時に物理的に劣化してはならない。バインダは、関心のある特性温度で融解しなければならないし、また、その過程においてタービン排気中に蛍光性微粒子を解放しなければならない。バインダは、無害かつ無毒でなければならない。バインダは、極端に高価であってはならない。バインダは、蛍光性微粒子と反応してはならないし、蛍光性微粒子を分解してはならないし、或いは蛍光性微粒子を劣化させてはならない。

【0023】

表1は、バインダ及びそれらに関連する融点を示す。

【0024】

【表1】

表1

バインダ	融点 °C	融点 °F	バインダ	融点 °C	融点 °F	バインダ	融点 °C	融点 °F
CeCl ₃	848	1558.4	K ₂ Ca(SO ₄) ₂	1004	1839.2	PbSO ₄	1114	2037.2
BaBr ₂	880	1616	YI ₃	1004	1839.2	CdTe	1121	2049.8
K ₂ CO ₃	891	1635.8	Cs ₂ SO ₄	1010	1850	KAISi ₃ O ₈	1140	2084
LuCl ₃	905	1661	Pb ₂ (PO ₄) ₂	1014	1857.2	HoF ₃	1143	2089.4
La	918	1684.4	ErI ₃	1020	1868	FeSiO ₃	1146	2094.8
GdI ₃	926	1698.8	Ac	1050	1922	CrCl ₃	1150	2102
Li ₂ S	950	1742	In ₂ S ₃	1050	1922	PbSO ₄	1170	2138
KBO ₂	950	1742	LuI ₃	1050	1922	FeS ₂	1171	2139.8
DyI ₃	955	1751	PbMoO ₄	1060	1940	LuF ₃	1182	2159.6
GaS	965	1769	Sm	1074	1965.2	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1184	2163.2
Ce ₂ (MO ₄) ₃	973	1783.4	Cu	1083	1981.4	FeS	1193	2179.4
Ca(PO ₃) ₂	975	1787	CuSCN	1084	1983.2	Ca ₃ N ₂	1195	2183
K ₂ SiO ₃	976	1788.8	GeO ₂	1086	1986.8	BaS	1200	2192
Hol ₃	989	1812.2	Mn ₃ P ₂	1095	2003	Cu ₂ O	1235	2255
NaF	993	1819.4	Al ₂ S ₃	1100	2012	CaOFe ₂ O ₃	1250	2282
Am	994	1821.2	CrF ₂	1100	2012			
CdSO ₄	1000	1832	Fe ₃ P	1100	2012			
Na ₂ O·Al ₂ O ₃ ·4·SiO ₃	1000	1832	Mg ₂ Si	1102	2015.6			

【0025】

本発明の別の実施形態において、共晶バインダ混合物をバインダとして使用できる。例えば、40モル% KCLを有する共晶LiClは、350で融解する。LiCl/NaCl混合物は、2つの成分の比率に応じて、552から819の間で融解する。共晶

10

20

30

40

50

バインダは、各々が異なった温度作用に対して敏感である多数の部品区域へ施すために、組合せを特製にすることを可能にする。共晶バインダの更なる利点は、化学的反応性、物理的侵食、腐食などに関連する変数が、おおよそ等価であると同時に、様々なタービンエンジン部品に関連して用いる上で融点特性を変更することができる。

【0026】

図1から図4が示すように、バインダ/インジケータ構成物10は、多くの異なる方法で施すことができる。一部のケースでは、バインダ及びインジケータは、互いに混合され、次いで溶融され、翼形部上の様々な部位にスポットとして施されることができる。別の実施形態においては、小さなウェルを翼形部の表面中に穿孔し、ウェルを蛍光性微粒子のようなインジケータで充填し、溶融したバインダを施して、翼形部表面におけるウェルを密封することができる。これらの技術の組合せを使用することができる。

10

【0027】

適当なインジケータ物質には、+3価のユーロピウムがドープされた酸化イットリウム、 $Ce_{1XY}La_XTb_YMgAl_{11}O_{19}$ （ここで $0 < X < 0.2$ 及び $0.2 < Y < 0.4$ である）、+3価のテルビウムがドープされたセリウムマグネシウムアルミニン酸塩、又は+3価のユーロピウムがドープされた酸化イットリウム、特に $Ce_{0.7}Tb_{0.3}MgAl_{11}O_{19}$ （CAT）等が含まれる。インジケータとして使用できる付加的な蛍光体には、Mn又はAsがドープされた Zn_2SiO_4 、Tbがドープされた La_2O_2S 、Euがドープされた Y_2O_2S 、CaWO₄、Tbがドープされた Gd_2O_2S 、Ce及びTbがドープされた $LaPO_4$ 、及びEuがドープされた $LaPO_4$ が含まれる。発光性インジケータに加えて、インジケータは、放射性アイソトープ或いはCr又はCoのようなある種の金属インジケータから選択することができる。

20

【0028】

一部の例示的なバインダ/インジケータの組合せには、表1のバインダ及び無機蛍光性インジケータが含まれる。好ましいバインダには、ロードアイランド州02903、プロビデンス市サウスメインストリート321にあるSpectra Systems Corp.から入手できるSFP-0010（白色）、SFP-0013（緑色）及びSFP-0018（赤色）のような無機金属インジケータと組合された、 $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_3$ 、 K_2SiO_3 及び $K_2Ca(SO_4)_2$ が含まれる。SFP-0008（赤色）のようなユーロピウムキレート・インジケータは、好ましいインジケータである。インジケータは、バインダが融解してインジケータを解放する臨界温度に達するまで構成物の一体性が維持される限り、あらゆる比率でバインダ/インジケータの組合せ中に存在することができる。おおまかに言って、インジケータは、1%から99%、望ましくは25%から95%、好ましくは80%から90%の範囲の重量パーセントの構成物として存在することができる。

30

【0029】

インジケータ及びバインダを組合せた物は、有害な運転環境において温度監視を必要とする如何なる基体に対しても施すことができる。基体は、損耗又は損傷しやすいガスタービン部品であることが好ましい。タービン部品には、燃焼器、移行部品及び高圧タービン翼形部が含まれる。基体は同様に、第1段高圧タービンブレードのような、別のタービンエンジン部品とすることができる。本発明の好ましい実施形態の皮膜は、これら部品の全表面に対して、又はそれに代えて、これら部品の一部分に対して施すことができる。インジケータは、損耗及び損傷、侵食、酸化、並びに腐食に曝されるタービン部品に存在する皮膜の層又は境界面内にドープされるのが好ましい。好ましい基体は、ガスタービン部品を断熱するための皮膜である。1つのそのような皮膜は、断熱皮膜（TBC）と呼ばれるセラミック断熱層である。熱拡散可能なインジケータは、有害な温度環境に対して曝される如何なる基体に対しても施すことができる。鋼のような金属基体、例えば弁座、タービンバケット、タービンブレード、ベーン、燃焼器ライナ、移行部品、ノズル、反応容器、圧力容器、ボイラ、及び様々なその他の表面は、不同侵食又は腐食について本発明に従って監視できる基体の中に入る。適当なセラミック基体には、不同損耗或いは不同侵食又は腐食に曝されるアルミナシャフトが含まれる。

40

50

【0030】

本発明の実施形態は、ガスタービンエンジンを監視するためのシステムに関する。この実施形態は、ガスタービンエンジンの皮膜及び基体の状態をオンラインで評価することを可能にする。図6は、タービンエンジンの排気流からインジケータを収集するためのタービンエンジンの収集装置20の斜視図であり、図7は、図6の装置20の概略断面図である。これらの図は、全体を符号26で示した排気ガス流中に直接面する多重開口端24を有する単一チューブ22を表している。チューブ22は、排気ガス流26の小さい割合のサンプルを収集し、その排気サンプルをダクト28を介して遠心分離器のような分離器30に送る。分離器30は、サンプリングされた排気流26を冷却させながら微粒子状物質を濃縮する。分離器30の濃縮されたアウトプットは、円錐形状の表面34(図7に示す)を備える水-ガス分離器32に導かれる。洗浄水入口38から入る水流36は、表面34上を流れて濃縮された微粒子を捕捉する。その後水流36は、図7の下側部分に示されている水出口40に流下する。熱電対42は、排気ガス流26の温度を計測する。円錐形状表面34の全周の周りに水流36を分配するために、マニホールド44を設けることができる。排気流26は、主排気リターン通路46又は二次排気リターン通路48を通って分離器30から出る。水流は、微粒子フィルタ50によって濾過されて、微粒子インジケータ含有分が回収され、水流36は入口38に循環される。

10

【0031】

再び図7を参照すると、分離器32によって排気流から分離された微粒子は、排気ガスによって間口62へ運ばれ、該間口は、周期的な取出し及び分析のために、間口フィルタ64で内張されかつ分離器32に接続されている。例えば、バルブ66を閉じてバルブ68を開くと、インジケータ含有微粒子は、間口フィルタ64上の堆積物として間口62内に堆積される。

20

【0032】

収集装置20は、図8においてアイコン20で表されている。全体的には図6及び図7を参照し、より詳細にはここで図8を参照して説明すると、チューブ22は、タービン52の排気ガス流26中に直接面している。チューブ22は、分離器30と流体連通している。排気微粒子を含有する洗浄水は、出口40において分離器32を出て、微粒子フィルタ50へ進む。ポンプ54は、洗浄水を分離器入口38へ絶えず強制環流させる。フィルタ50は取り外され、濾過された微粒子は分析器56による元素分析にかけられ、インジケータアレー58の存在が評価される。アレー58の個々のインジケータが、測定される。特定のタービン部品に関連したインジケータの存在を示す肯定的兆候があると、その部品についての損耗表示信号60が生成される。微粒子インジケータ含有分の分析56は、プラズマフレーム分光分析法及び質量分光分析法を含む多くの方法によって行うことができる。

30

【0033】

以下の実施例は、例示的なものであり、特許請求の範囲の技術的範囲に関する限定するものではない。

【0034】

実施例

40

グリッドを形成するように規則正しい1cmの間隔を置いて配置された、0.3mm×0.3mmの円筒形穴のパターンが、レーザを使用して翼形部表面上のMCrAlY皮膜中に穴あけされる。SFP-0010、つまり白色蛍光性微粒子物質のスラリーが、蒸留水中に準備される。このスラリーは、シリンジを使用して穴の中に導入される。水は、穏やかに加熱することによって蒸発させられる。 $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_3$ (100g、融点1000)バインダが、シリンジ内に挿入され、高温グローバルによって溶融される。溶融されたバインダは、小さな溶滴微粒子として穴の中に導入される。過剰のバインダ材料は、ウェルが翼形部表面と同一面になるように、目の細かいエモリペーパで摩滅されることによって取り除かれる。

40

【0035】

50

その後、翼形部は実用に再び供される。翼形部の表面温度がバインダの融点（1832°F）に達すると、バインダは融解し、蛍光性微粒子物質を排気流中へ解放する。物質は、図6及び図7に示した装置によって捕捉される。物質は、プラズマフレーム分光分析によって検出されかつ識別されて、パターンの部位が少なくとも1000の局部的温度に曝されていることを示す。

【0036】

なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0037】

10

【図1】基体上に施されたインジケータ及びバインダの組合せの監視用デポジットを示す概略図。

【図2】基体上に施されたインジケータ及びバインダの組合せの監視用デポジットを示す概略図。

【図3】基体上に施されたインジケータ及びバインダの組合せの監視用デポジットを示す概略図。

【図4】基体上に施されたインジケータ及びバインダの組合せの監視用デポジットを示す概略図。

【図5】組合せの監視用デポジットのバインダから解放されているインジケータを示す概略図。

20

【図6】排気流から微粒子を収集するための、本発明の実施形態の概略斜視図

【図7】排気流から微粒子を収集するための、本発明の実施形態の概略断面図。

【図8】インジケータを収集及び検出するためのシステムの概略ブロック図。

【符号の説明】

【0038】

10 バインダ／インジケータ構成物

12 インジケータ

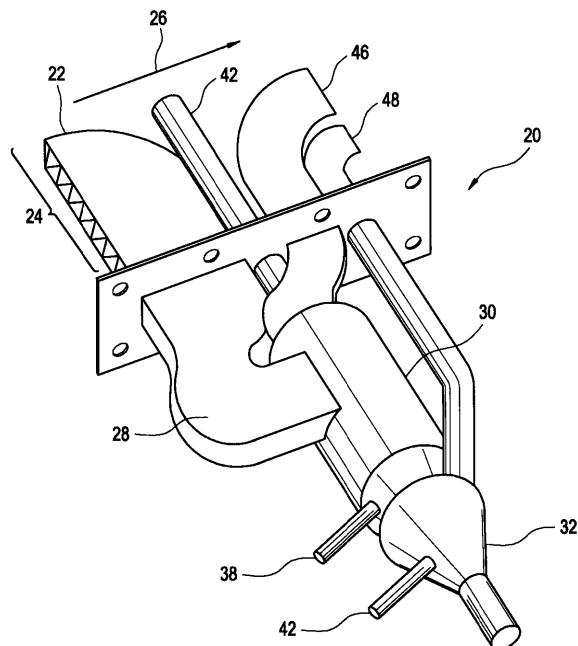
14 バインダ

16 基体

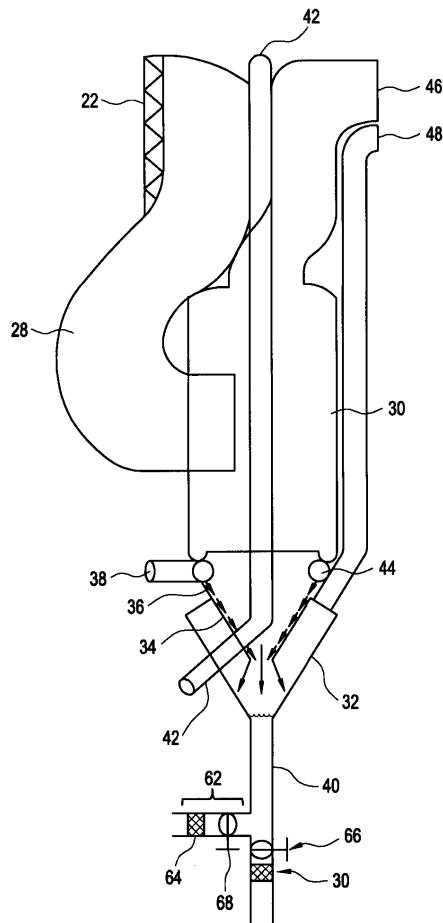
18 基体表面

30

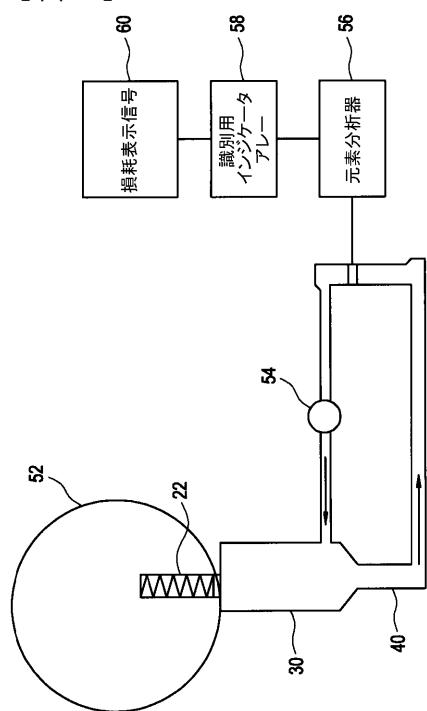
【図6】



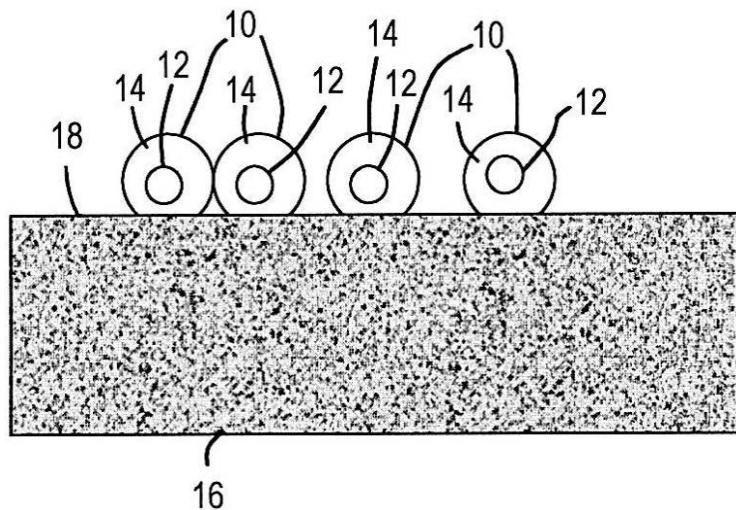
【図7】



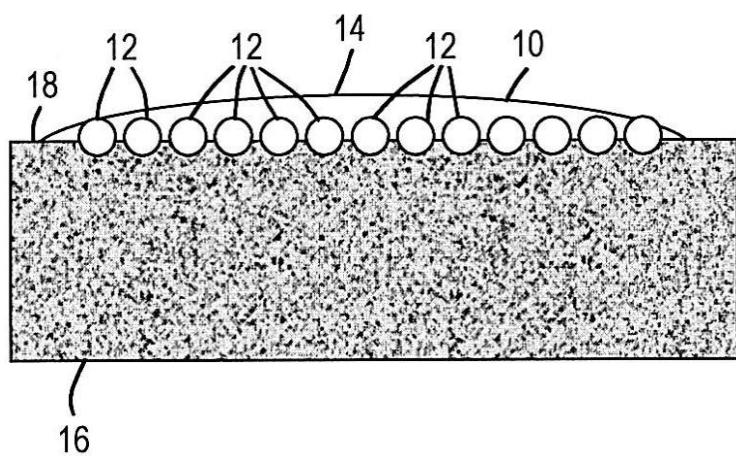
【図8】



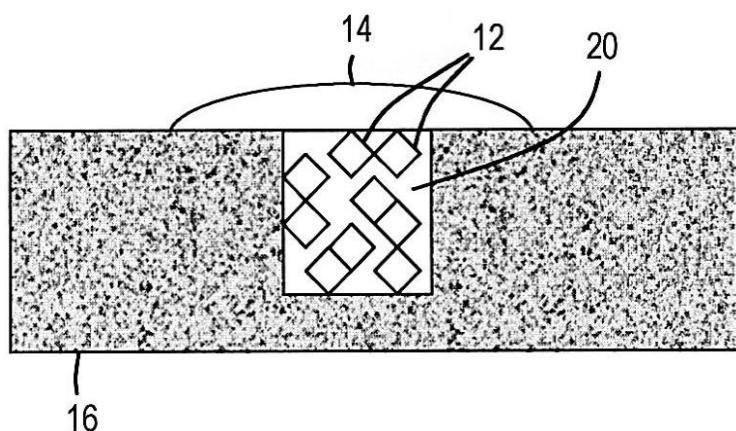
【図1】



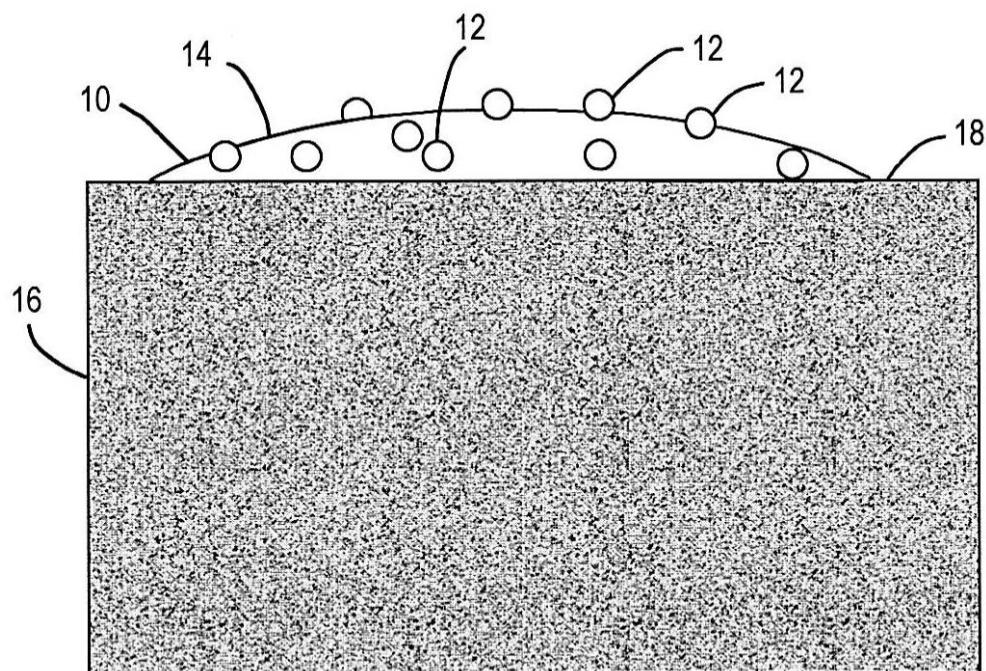
【図2】



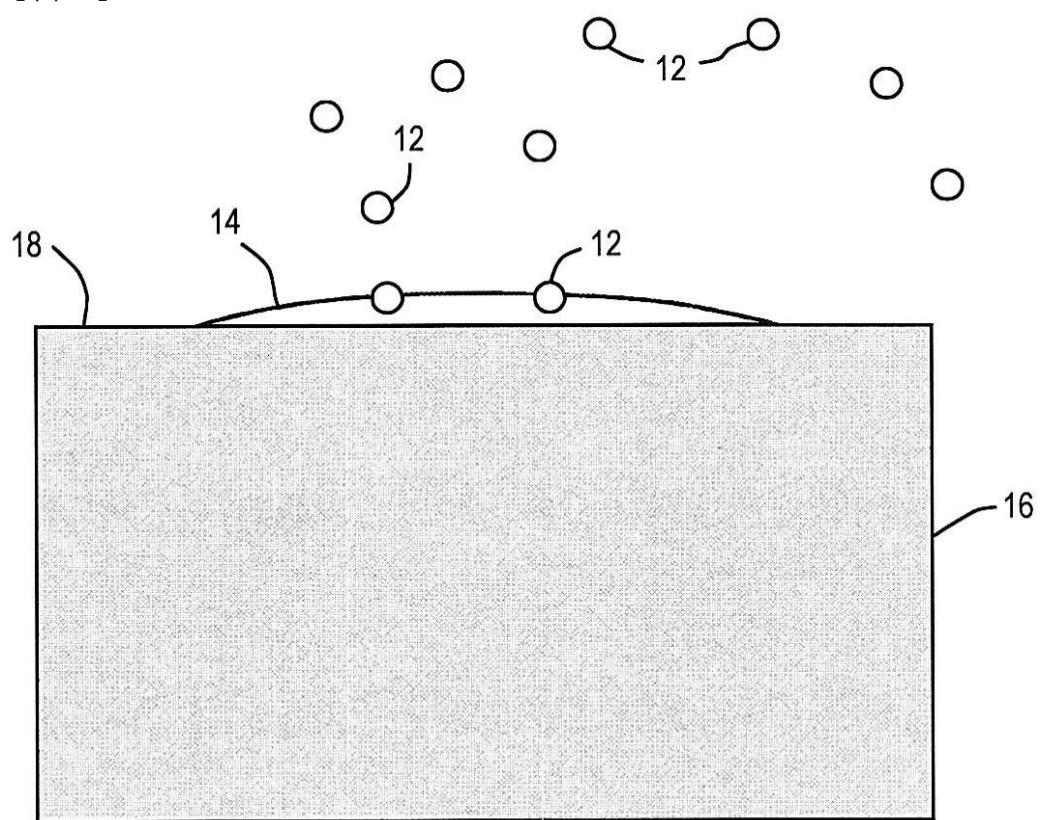
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ローレンス・ビー・ケール

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、カーディナル・コート、2番

(72)発明者 ジェームズ・エー・ルード

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、デルマー、ブルックビュー・アベニュー、17番

(72)発明者 ジョン・ダブリュ・デビット

アメリカ合衆国、オハイオ州、メーソン、エーピーティー・ナンバー4、ブリッジ・レーン、48
50番

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特表2002-511943 (JP, A)

米国特許第6200088 (US, B1)

米国特許第6062811 (US, A)

特開平01-312450 (JP, A)

特開昭62-058133 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 25/00

F02C 7/00