

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5960984号  
(P5960984)

(45) 発行日 平成28年8月2日 (2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日 (2016.7.1)

(51) Int.Cl. F I

GO 1 N 27/26 (2006.01)

GO 1 N 17/04 (2006.01)

GO 1 N 27/26 3 5 1 H

GO 1 N 27/26 3 5 1 J

GO 1 N 27/26 3 5 1 C

GO 1 N 27/26 3 5 1 D

GO 1 N 17/04

請求項の数 12 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-284580 (P2011-284580)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年12月27日 (2011.12.27)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2012-145575 (P2012-145575A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成24年8月2日 (2012.8.2)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成26年12月17日 (2014.12.17)		番
(31) 優先権主張番号	12/985, 541	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年1月6日 (2011.1.6)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			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】 腐食センサー及び腐食センサーを製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

腐食センサー（20）であって、

a．複数のレーザープリント導電性部分（24）と、

b．隣接するレーザープリント導電性部分（24）間の少なくとも1つのレーザープリント非導電性部分（26）であって、隣接するレーザープリント導電性部分（24）間の少なくとも1つのレーザープリント非導電性部分（26）が500μm未満の寸法を有するレーザープリント非導電性部分（26）と、

c．レーザープリント導電性部分（24）と、隣接するレーザープリント導電性部分（24）間の少なくとも1つのレーザープリント非導電性部分（26）との間の冶金学的接合部（28）と

を含んでおり、導電性材料の各離散箇所の周囲の硬化蠟付け材料によって、レーザープリント非導電性部分（26）とレーザープリント導電性部分（24）との間に継ぎ目のない接合部（28）が形成されている、腐食センサー（20）。

【請求項 2】

隣接するレーザープリント導電性部分（24）間の少なくとも1つのレーザープリント非導電性部分（26）が5μm未満の寸法を有する、請求項1記載の腐食センサー（20）。

【請求項 3】

複数のレーザープリント導電性部分（24）の各々が500μm未満の寸法を有する、

請求項 1 又は請求項 2 記載の腐食センサー（ 2 0 ）。

【請求項 4】

腐食センサー（ 2 0 ）の製造方法であって、

- a . 非導電性材料（ 5 2 ）を基材（ 2 2 ）にプリントし、
- b . 非導電性材料（ 5 2 ）上の離散箇所（ 5 4 ）に導電性材料（ 5 4 ）をプリントし、
- c . 導電性材料（ 5 4 ）の各離散箇所の周囲に蝋付け材料（ 5 6 ）をプリントし、
- d . 導電性材料の各離散箇所の周囲の蝋付け材料を硬化して、プリント非導電性部分（ 2 6 ）とプリント導電性部分（ 2 4 ）との間に継ぎ目のない接合部（ 2 8 ）を形成することを含む方法。

【請求項 5】

さらに、離散箇所が 5 0 0  $\mu$  m 未満の寸法を有するように、導電性材料（ 5 4 ）をプリントすることを含む、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

さらに、導電性材料（ 5 4 ）の離散箇所間の間隔が 5 0 0  $\mu$  m 未満となるように、導電性材料（ 5 4 ）をプリントすることを含む、請求項 4 又は請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

さらに、導電性材料（ 5 4 ）の離散箇所間の間隔が 5  $\mu$  m 未満となるように、導電性材料（ 5 4 ）をプリントすることを含む、請求項 4 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 8】

さらに、非導電性材料（ 5 2 ）又は導電性材料（ 5 4 ）の少なくとも 1 つを硬化させることを含む、請求項 4 乃至請求項 7 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

さらに、非導電性材料（ 5 2 ）を導電性材料（ 5 4 ）に蝋付けすることを含む、請求項 4 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 1 0】

さらに、導電性材料（ 5 4 ）の各離散箇所に電極（ 3 2 ）を接続することを含む、請求項 4 乃至請求項 9 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 1 1】

さらに、電極（ 3 2 ）上に酸化物層（ 7 2 ）を形成することを含む、請求項 1 0 記載の方法。

【請求項 1 2】

さらに、導電性材料（ 5 4 ）の各離散箇所に電気センサー（ 3 4 ）を接続することを含む、請求項 4 乃至請求項 1 0 のいずれか 1 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、一般に、腐食センサー及び腐食センサーを製造する方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

過酷な環境で作動する機械及び設備・装置は加速された腐食速度にさらされることが多く、これはモニター又は制御しないとその機械及び設備・装置の早期の老化、そして最終的には故障を起こす可能性がある。例えば、ガスタービンにおいては、高温の燃焼ガスが高温ガス経路に沿ってタービンを通して仕事をする。これらの燃焼ガスは、高温ガス経路に沿った金属表面で一般腐食を生じさせるのに十分な量の酸素を含む。この一般腐食は、金属表面が酸化され、酸化部位で陽極が、還元部位で陰極が生成する酸化還元反応によって特徴付けられる。

【 0 0 0 3】

センサーを金属表面上に設置して一般腐食の存在及び / 又は速度をモニターすることが

10

20

30

40

50

できる。例えば、図 1 に示すように、金属表面 1 2 上に設置された従来の腐食センサー 1 0 は誘電性材料 1 6 で分離された電極 1 4 の交互層を含む。電極 1 4 は金属表面 1 2 と同様の酸化電位を有するので、金属表面 1 2 上の一般腐食速度を電極 1 4 上の一般腐食速度で見積もることができる。従って、金属表面 1 2 上で起こる一般腐食速度はセンサー 1 8 を用いて電極 1 4 の電位又は電流を測定することによって求めることができる。

#### 【 0 0 0 4 】

従来の腐食センサー 1 0 の電極 1 4 と誘電性材料 1 6 との接合部又は界面は長時間経過すると劣化することがあり、図 1 に示すように、電極 1 4 と誘電性材料 1 6 との間に小さいギャップ 1 9 その他の低流れ領域を生じることがある。これらのギャップ 1 9 又は低流れ領域により、隙間腐食を誘発する局部領域ができる。電極 1 4 と誘電性材料 1 6 との間の隙間腐食のため、電極 1 4 のより大きい表面積が高温ガス経路に露出され、同じ一般腐食速度に対する電極 1 4 の電位又は電流が増大する。その結果として、隙間腐食のために、従来の腐食センサー 1 0 の校正及び / 又は精度は長期的に変化する。従って、隙間腐食に抵抗する腐食センサー及び腐食センサーを製造する方法があれば有用であろう。

#### 【 発明の概要 】

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 0 5 】

本発明の態様及び利点については、一部は以下の詳細な説明で開示するが、以下の詳細な説明から自明であろうし、本発明を実施することによって明らかとなろう。

#### 【 0 0 0 6 】

本発明の一実施形態は、複数の導電性の部分と、隣接する導電性の部分の少なくとも 1 つの非導電性の部分とを含む腐食センサーである。隣接する導電性の部分間の少なくとも 1 つの非導電性の部分は約 5 0 0  $\mu\text{m}$  未満の寸法を有する。

#### 【 0 0 0 7 】

本発明の別の実施形態は、非導電性材料を基材に適用し、非導電性材料上の離散箇所に導電性材料を適用することを含む、腐食センサーを製造する方法である。この方法はさらに、導電性材料の各離散箇所の周囲に蝕付け材料を適用することを含む。

#### 【 0 0 0 8 】

本発明のさらに別の実施形態は、充填材を基材に適用し、基材上の離散箇所に結合材を適用して基材上の離散箇所に導電性の部分を形成することを含む、腐食センサーを製造する方法である。この方法はさらに、導電性材料の各離散箇所の周囲に蝕付け材料を適用することを含む。

#### 【 0 0 0 9 】

当業者は、本明細書の記載を参照することで、かかる実施形態の特徴及び態様等々をよりよく理解するであろう。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の最良の態様を含めてその実施を当業者が実施可能となるように十分な開示を添付の図面を参照して以下本明細書により詳細に記載する。

【 図 1 】 図 1 は、従来の腐食センサーの簡略化した垂直断面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の一実施形態による腐食センサーの簡略化した垂直断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 に示した腐食センサーの平面図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の一実施形態に従って腐食センサーを製造するための直接書き込み付着系 (direct write deposition system) の簡略化した垂直断面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の一実施形態に従って腐食センサーを製造する方法の流れ図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に従って腐食センサーを製造する方法の流れ図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に従って腐食センサーを製造する方法の流れ図

10

20

30

40

50

である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について詳しく説明するが、その1以上の実施例を図面に示す。発明の詳細な説明では、図面に記載した特徴的構成を示すために数字又は文字を符号として用いる。図面及び発明の詳細な説明では、本発明の同一又は同様の部品を示すために、同一又は同様の符号を用いる。

【0012】

各実施例は例示にすぎず、本発明を限定するものではない。実際、本発明の技術的範囲又は技術的思想から逸脱せずに、本発明に様々な修正及び変形をなすことができることは当業者には明らかであろう。例えば、ある実施形態の一部として例示又は説明した特徴を、別の実施形態に用いてさらに別の実施形態としてもよい。従って、本発明は、かかる修正及び変形を特許請求の範囲で規定される技術的範囲及びその均等の範囲に属するものとして包含する。

【0013】

本発明の実施形態は、一般腐食を検出し測定するのにより感度が高いか及び/又は従来の腐食センサーの感度及び精度を低下させることが知られている隙間腐食に対してより抵抗性であると考えられる腐食センサー及び該腐食センサーを製造する方法を提供する。様々な実施形態は、一般に、互いにより近接して配置されたより小さい電極の繰返し再現可能で確実に信頼性のある製造を可能にする直接書き込み付着技術を有利に利用する。さらに、本発明の実施形態で使用するこの直接書き込み付着技術では、腐食センサーの導電性の部分と非導電性の部分との間の一般に継ぎ目のないシームレス界面又は接合部が生成し、隙間腐食を低減し及び/又は隙間腐食が経時的に腐食センサーを劣化させるのを防ぐ。

【0014】

図2は、本発明の一実施形態による腐食センサー20の簡略化した垂直断面図を提供し、図3は、図2に示した腐食センサー20の簡略化した平面図を提供する。腐食センサー20は、金属性基材22上で起こる一般腐食の存在又は速度をモニター及び/又は測定するために金属性基材22内又はその上に設置されるように設計されている。作動中、腐食センサー20は金属性基材22とほぼ同じ速度で一般腐食を受け、腐食センサー20により生成する電流及び/又は電位を測定して金属性基材22の一般腐食速度を決定することができる。

【0015】

図に示すように、特定の実施形態の腐食センサー20は、複数の導電性部分24、少なくとも1つの非導電性部分26及び導電性部分24と非導電性部分26との間の継ぎ目のない接合部28を含んでいてもよい。導電性部分24は白金、パラジウム、金、銀、銅、これらの組合せ若しくはブレンド又は当技術分野で公知のその他の高い導電性材料を含んでいてもよい。さらに、導電性部分24は、この導電性部分24が金属性基材22に匹敵する酸化電位を有するように、追加の材料がドーブされていてもよい。図では円筒状の形状で示すが、導電性部分24は任意の幾何形状のものでよい。少なくとも1つの非導電性部分26は、導電性部分24を包囲し電氣的に分離することができ、金属性基材22に対して予想される温度及び圧力に適した任意の非導電性材料からなるものでよい。例えば、非導電性部分(複数でもよい)26は誘電性材料、セラミック又は当技術分野で公知の他の適切な非導電性材料を含んでいてもよい。本明細書に開示した製造方法では、一般に、従来の腐食センサーより小さくより近接して間隔をあけた導電性部分24の製作が可能である。例えば、本発明の様々な実施形態に従って製造される導電性部分24は、一般腐食に曝露される寸法が約500µm未満であり、幾つかの実施形態では約5µm程度に小さくなり得る。或いは又はさらに、隣接する導電性部分24間の間隔のため、隣接する導電性部分24間の非導電性部分26は約500µm未満、幾つかの実施形態では約5µm程度に小さい寸法を有することになり得る。

【0016】

導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間の継ぎ目のない接合部 2 8 又は接続部は、導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間で起こる隙間腐食を低減及び / 又は防止する。継ぎ目のない接合部 2 8 は、例えば、導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間の蝕付け接合部のような冶金学的接合からなり得る。

#### 【 0 0 1 7 】

腐食センサー 2 0 は、例えば接着剤によって金属性基材 2 2 に直接取り付けてもよい。或いは、図 2 に示すように、腐食センサー 2 0 と金属性基材 2 2 との間に任意のボンディングコート層 3 0 を含ませて、腐食センサー 2 0 と金属性基材 2 2 との間の化学的又は電氣的相互作用を最小にしたり及び / 又は腐食センサー 2 0 と金属性基材 2 2 との間の接着を改良したりすることができる。この任意のボンディングコート層 3 0 は、例えば、アルミナ、断熱皮膜又は腐食センサー 2 0 と金属性基材 2 2 との間の接着力を高める別の層からなり得る。図 2 及び図 3 に示すように、電極 3 2 は各々の導電性部分 2 4 を電氣的センサー 3 4 と接続し得る。電極 3 2 は、恐らくは導電性部分 2 4 と同じ導電性材料から同じようにして形成された導線からなるものでよく、導電性部分 2 4 と電気センサー 3 4 との間に電流を流すために腐食センサー 2 0 内に埋め込み得る。電気センサー 3 4 は、電圧計、電流計又は導電性部分 2 4 間の電位及び / 又は電流を測定するのに適した別のセンサーからなり得る。このようにして、導電性部分 2 4 間の電圧又は電流を用いて基材材料 2 2 の一般腐食速度を決定し得る。

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 及び図 3 に例示し記載した腐食センサー 2 0 は幾つかの直接の書き込み付着技術の 1 つを使用して製造し得る。本明細書で使用する場合、「直接書き込み付着技術」には、つけペンナノリソグラフィー、ミクロペン書き込み、レーザー粒子ガイダンス又はレーザージェットプリンティング、プラズマ溶射、レーザー支援化学蒸着、インクジェットプリンティング及び転写が包含され、これらはいずれも本発明の範囲内の腐食センサー 2 0 を製造するために適合させ得る。例えば、図 4 は本発明の様々な実施形態による腐食センサー 2 0 を製造するための直接書き込み付着系 4 0 を示す。図に示すように、この系 4 0 は工作物 4 4 に向けられた複数のノズル 4 2 を含み得、ノズル 4 2 と工作物 4 4 は相対運動をする。例えば、ノズル 4 2 を、各々のノズル 4 2 を静止した工作物 4 4 に対して動かすように構成された 1 以上のアーム 4 6 又はアセンブリに取り付けることができる。或いは又はさらに、工作物 4 4 を、工作物 4 4 をノズル 4 2 に対して動かすように構成されたコンベヤ 4 8 その他の表面上に配置してもよい。

#### 【 0 0 1 9 】

各々のノズル 4 2 は特定のノズル 4 2 の専用の別々の材料供給部に接続することができる。或いは、複数の材料供給部を単一のノズル 4 2 を介して多重化してもよい。各々の材料供給部は、工作物 4 4 上に付着される材料を供給するためのポンプ、容器 5 0、ミキサーその他の関連装置を含んでいてもよい。付着される材料は大きさが数十ナノメートル～数百  $\mu\text{m}$  程度の範囲の細かい粉末からなり得る。細かい粉末はアルコール又は水のような溶媒に懸濁させ得、これはさらに材料のレオロジー特性を調節するためにデンプン、セルロース、界面活性剤その他の添加剤のような充填材又は結合材を含んでいてもよい。ノズルの直径及び供給される材料のレオロジーは一般に付着した材料の最小と最大の寸法を決定する。例えば、25～600  $\mu\text{m}$  の直径を有するノズル 4 2 は一回のパスに付き約 1～600  $\mu\text{m}$  の幅及び 1～10  $\mu\text{m}$  の厚さの範囲の寸法の付着物を容易に生成し得、パスの数は付着される材料の所望の厚さに依存する。

#### 【 0 0 2 0 】

図 4 に示すように、例えば、系 4 0 は、工作物 4 4 上に非導電性材料 5 2、導電性材料 5 4 及び蝕付け材料 5 6 を付着させるための別々のノズル 4 2 を含んでいてもよい。ノズル 4 2 が工作物 4 4 に対して移動する際に、コントローラー（図には示してない）が C A D / C A M 又は類似のプログラムを実行して、各々のノズル 4 2 を所望通りに作動させて工作物 4 4 上の離散箇所に特定の材料を付着させ得る。例えば、コントローラーはノズル 4 2 を作動させて、複数のパスの間に非導電性材料 5 2、導電性材料 5 4 及び蝕付け材料

56をボンディングコート30上に順次付着させて、図4に示すような腐食センサー20を形成し得る。得られた付着層は、ノズル42の連続するパスの間に又は所望の厚さが実現されたとき、例えば、オープン、ランプその他の熱源のような慣用の硬化装置を用いて硬化させ得る。或いは、図4に示すように、源58を系40に組み込んで、例えば、紫外線、超音波、熱その他の形態の熱を用いて得られた付着層を硬化させ得及び/又は導電性部分24と非導電性部分26を蝕付けし得る。

#### 【0021】

図4に示した代表的な直接書き込み系40の複数の変形を使用して、本発明の範囲内の腐食センサー20を製造し得る。例えば、系40は、浸潤される非導電性の充填材52が供給される1つのノズル、導電性材料54又はスラリーが供給される第2のノズル及び蝕付け材料56又はスラリーが供給される第3のノズルを含んでいてもよい。すなわち、第1のノズルは、最初のパス又は一連のパスで、金属性基材22又は存在する場合はボンディングコート30上に充填材52の均一なベースコートを付着させ得る。次に、第2のノズルは離散箇所で導電性材料54を付着させてベースコート内の充填材52と混合させ得、第3のノズルは導電性材料54の各離散箇所の周囲に蝕付け材料56を付着させ得る。その後、得られた付着層に対して焼結その他の硬化を行って、図2～図4に示す腐食センサー20のいずれかを生成させ得る。

#### 【0022】

方法1：図5は、例えば図4に示し説明した系40を用いて腐食センサー20を製造する第1の方法の流れ図を提供する。ブロック60で、非導電性材料又は充填材52の薄い層を、例えばボンディングコート30又は直接腐食をモニターしようとする金属性基材22のような基材に、付着、噴霧、印刷その他の方法で適用し得る。ブロック62で、同じ又はその後のパス中に、導電性材料又は結合材54の薄い層を特定の又は離散箇所に同様に付着、噴霧、印刷その他の方法で適用し得、ブロック64では、蝕付け材料56を導電性材料又は結合材54の各離散箇所の周囲に付着、噴霧、印刷その他の方法で適用し得る。

#### 【0023】

当業者には容易に理解されるように、1以上の充填材52、結合材54及び/又は蝕付け材料56は、乾燥したナノ粉末、液体又は材料のレオロジー特性を調節するために充填材又は結合材、例えば、デンプン、セルロース、界面活性剤その他の添加剤をさらに含んでいてもよい、アルコール又は水のような溶媒に懸濁させた細かい粉末のスラリーとして適用し得る。加えて、非導電性材料又は充填材52、導電性材料又は結合材54及び/又は蝕付け材料56は、互いに類似の融点を有するように選択又はドーブし得る。このようにして、ノズル42は導電性材料結合材54を付着、噴霧、印刷その他の方法で適用して、約500µm未満、幾つかの実施形態では約5µm程度に小さい寸法を有する導電性部分24を生成し得る。さらに、隣接する導電性部分24間の間隔により、隣接する導電性部分24間の非導電性部分26は約500µm未満、幾つかの実施形態では約5µm程度に小さい寸法を有することになり得る。

#### 【0024】

ブロック66で、源58を作動させて、例えば使用する特定の充填材、結合材及び蝕付け材料52、54、56に適当な紫外線、超音波、熱その他の形態の熱を使用するなどにより、既に適用された充填材52、結合材54及び/又は蝕付け材料56を硬化させ得る。非導電性材料又は充填材52の硬化により、非導電性部分26が生成する。充填材52と混合された導電性材料又は結合材54の硬化により、導電性部分24及び/又は電極32が生成する。導電性材料又は結合材54の各離散箇所の回りの蝕付け材料56の硬化により、導電性部分24と非導電性部分26との間に継ぎ目のない接合部又は冶金学的接合部28が生成する。

#### 【0025】

ブロック68で、様々な層の厚さを検査し、ブロック60、62、64及び/又は66の1以上を所望通りに繰り返して、腐食センサー20上の導電性部分24、非導電性部分

10

20

30

40

50

26及び/又は継ぎ目のない接合部28の厚さを増大し得る。各々の層の所望の厚さが達成されたら、プロセスはブロック70に進み、そこで、導電性部分24と共に既に形成されていない場合は電極32を導電性材料24の各離散箇所接続し得る。所望であれば、ブロック72で示すように、電極32を前処理又は調整して、電極の表面上の隙間腐食に耐性の粘着性の酸化物層を創成し得る。この電極32の前処理又は調整は、各々の層を基材に適用した後に行い得る。或いは、電極32の前処理又は調整は最終の仕上げ工程として行ってもよい。ブロック74で、電極32を電気センサー34に接続して、導電性材料24の各離散箇所に電気センサー34を接続し得る。

【0026】

方法2：図6は、本発明の第2の実施形態に従って腐食センサー20を製造する方法の流れ図を提供する。ブロック80で、非導電性材料26の第1の層を基材に付着、噴霧、印刷又は他の方法で適用し得る。基材は、例えば、ボンディングコート30又は腐食をモニターしようとする金属性基材22からなるものでよく、後に適用される導電性部分24に接続するために所望の位置に予め配置された電極32を既に含んでもよい。ブロック82で、インクペンでの書き込みと同様に非導電性材料26上の特定の位置に導電性部分24を書き込み得る。例えば、溶融金属又は液体溶液中の金属粉末のような溶液状金属を非導電性材料26上に書き込んで導電性部分24の所望のパターンを形成し得る。既に記載したように、導電性部分24特定の位置の結果、約500 $\mu$ m未満、幾つかの実施形態では約5 $\mu$ m程度に小さい寸法が生じ得る。さらに、隣接する導電性部分24間の間隔のため、隣接する導電性部分24間の非導電性部分26は約500 $\mu$ m未満、幾つかの実施形態では約5 $\mu$ m程度に小さい寸法を有することになり得る。

【0027】

ブロック84では、得られた導電性部分24と非導電性部分26を、例えば使用する特定の材料に適当な紫外線、超音波、熱その他の形態の熱を用いて硬化させ得る。ブロック86で、様々な層の厚さを検査する。所望であれば、書き込み工程(ブロック82)及び/又は硬化工程(ブロック84)を繰り返し得、既に硬化した導電性部分24の上に金属の追加の層を繰り返し書き込んで、特定の位置の導電性部分24を使用する下にある電極32よりも厚くし得る。

【0028】

導電性部分24の所望の厚さが達成されたら、プロセスはブロック88に進み、そこで、非導電性材料26の第2の又は最終の層を表面全体の上に適用して、導電性部分24と非導電性部分26の両方を覆い得る。所望であれば、最終の硬化段階を繰り返してもよい。ブロック90で、非導電性材料26の第2の又は最終の層の一部分を軽く機械加工して、下にある電極32を露出させることなく導電性部分24の表面を露出させ得る。ブロック92で、電気センサー34を各々の導電性部分24及び/又は電極32に接続して、導電性部分24と非導電性部分26との間に継ぎ目のない接合部28を有する腐食センサー20を生成し得る。

【0029】

方法3：図7は、本発明の第3の実施形態に従って腐食センサー20を製造する方法の流れ図を提供する。この特定の方法において、腐食センサー20は、例えば高速度オキシ燃料(ガス式溶射)、溶射又は冷間噴霧技術のような溶射(熱間噴霧)又は冷間噴霧技術を用いて形成し得る。特定的には、ブロック100で、非導電性材料26を、当技術分野で公知の溶射又は冷間噴霧技術を用いて基材上に噴霧し得る。基材はここでも、例えば、ボンディングコート30又は腐食をモニターしようとする金属性基材22からなるものでよく、後に適用される導電性部分24と接続される所望の位置に既に電極32を含んでもよい。ブロック102で、方法1と2に関して既に記載したように、導電性部分24を基材及び/又は非導電性材料26上の特定の位置に噴霧して基材の上に所望のパターン又は間隔の導電性部分24と非導電性部分26を実現し得る。特に、導電性部分24の特定の位置により、約500 $\mu$ m未満、幾つかの実施形態では約5 $\mu$ m程度に小さい寸法が生じ得る。加えて、隣接する導電性部分24間の間隔のため、隣接する導電性部分24間

の非導電性部分 2 6 が約 5 0 0  $\mu$  m 未満、幾つかの実施形態では約 5  $\mu$  m 程度に小さい寸法を有し得る。ブロック 1 0 4 で、非導電性材料 2 6 を既に適用された導電性部分 2 4 の周囲に噴霧して、導電性部分 2 4 間のスペースを充填し導電性部分 2 4 と共に拡散させて、導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間に継ぎ目のない接合部 2 8 を形成し得る。

#### 【 0 0 3 0 】

ブロック 1 0 6 で、センサー 2 0 の厚さ、特に導電性材料 2 4 の離散箇所における厚さを検査する。所望であれば、離散箇所における導電性部分 2 4 の溶射（ブロック 1 0 2 ）及び導電性部分 2 4 の回りの非導電性部分 2 6 の溶射（ブロック 1 0 4 ）の工程を必要なだけ繰り返して導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 の所望の厚さを実現し得る。導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 の所望の厚さが実現されたら、プロセスはブロック 1 0 8 に進み、そこで、電気センサー 3 4 を各々の導電性部分 2 4 又は電極 3 2 に接続して、導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間に継ぎ目のない接合部 2 8 を有する腐食センサー 2 0 を製造し得る。

#### 【 0 0 3 1 】

既に記載した直接書き込み付着技術の 1 以上により、現存する技術と比べて 1 以上の利益を伴って本発明の範囲内の腐食センサー 2 0 を製造することができると考えられる。例えば、本明細書に記載した技術により、より小量の水性又は熔融塩腐食を検出及び / 又は測定することができるより小さい導電性部分 2 4 を有する腐食センサー 2 0 の再現可能で費用効果的な製造が可能である。このより小さい大きさの腐食センサー 2 0 はまた、従来は腐食センサーを収容するには小さ過ぎたより小さい環境にも適する。さらに、導電性部分 2 4 と非導電性部分 2 6 との間の継ぎ目のない冶金学的接合部 2 8 は、長い間に渡って、隙間腐食の発生を低減して腐食センサー 2 0 の正確度信頼性を高める。

#### 【 0 0 3 2 】

本明細書では、本発明を最良の形態を含めて開示するとともに、装置又はシステムの製造・使用及び方法の実施を始め、本発明を当業者が実施できるようにするため、例を用いて説明してきた。本発明の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に自明な他の例も包含する。かかる他の例は、特許請求の範囲の文言上の差のない構成要素を有しているか、或いは特許請求の範囲の文言と実質的な差のない均等な構成要素を有していれば、特許請求の範囲に記載された技術的範囲に属する。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 3 3 】

1 0	従来の腐食センサー
1 2	金属表面
1 4	電極
1 6	誘電性材料
1 8	センサー
1 9	ギャップ
2 0	腐食センサー
2 2	金属性基材
2 4	導電性部分
2 6	非導電性部分
2 8	継ぎ目のない接合部
3 0	ボンディングコート
3 2	電極
3 4	電気センサー
4 0	直接書き込み系
4 2	ノズル
4 4	工作物
4 6	アーム
4 8	コンベヤ

10

20

30

40

50



- 5 0        容器
- 5 2        非導電性材料ノズル
- 5 4        導電性材料ノズル
- 5 6        蝟付け材料ノズル
- 5 8        源
- 6 0        非導電性材料の噴霧
- 6 2        導電性材料の噴霧
- 6 4        蝟付け材料の噴霧
- 6 6        硬化
- 6 8        厚さの検査
- 7 0        電極の取り付け
- 7 2        電極の調整
- 7 4        電気センサーの取り付け
- 8 0        非導電性材料の付着
- 8 2        導電性部分の書き込み
- 8 4        硬化
- 8 6        厚さの検査
- 8 8        最終の非導電性層の適用
- 9 0        機械加工
- 9 2        電気センサーの接続
- 1 0 0      非導電性材料の噴霧
- 1 0 2      導電性材料の噴霧
- 1 0 4      導電性材料の周りの非導電性材料の噴霧
- 1 0 6      厚さの検査
- 1 0 8      電気センサーの接続

【図 1】

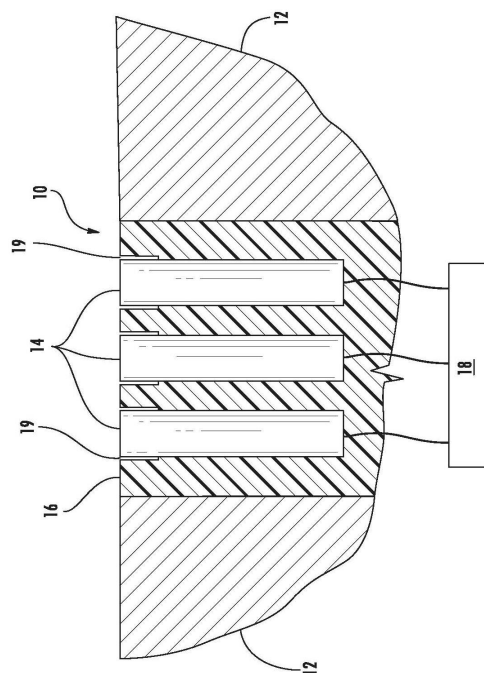


FIG. 1

【図 2】

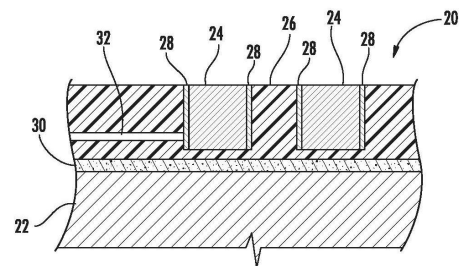


FIG. 2

【図 3】

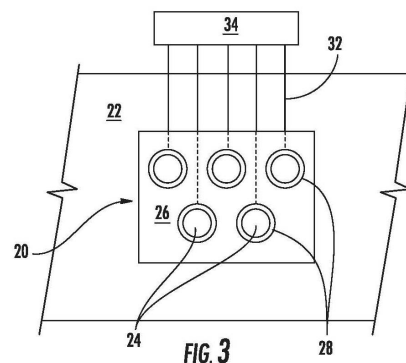
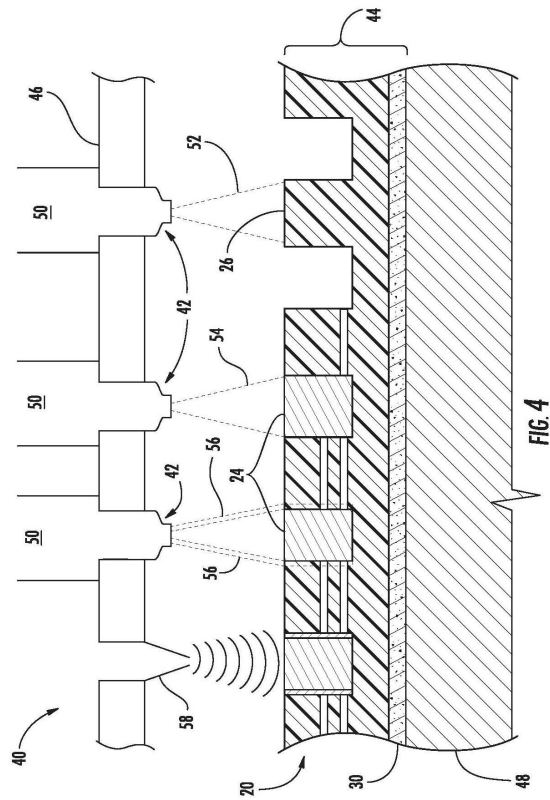


FIG. 3

10

20

【図 4】



【図 5】

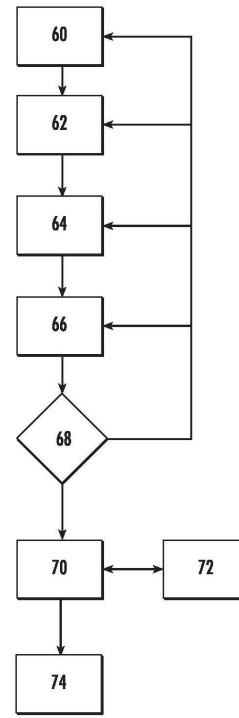


FIG. 5

【図 6】

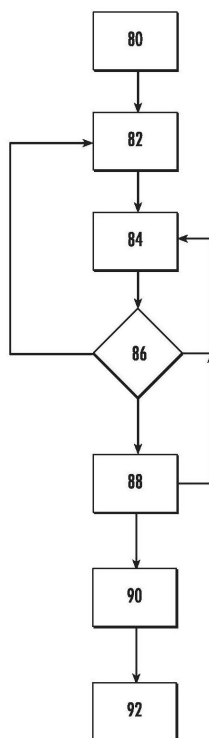


FIG. 6

【図 7】

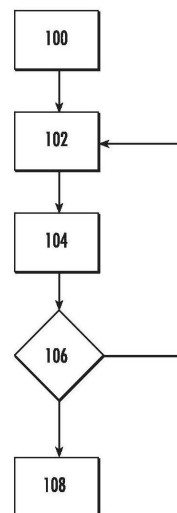


FIG. 7

---

フロントページの続き

- (72)発明者 レベッカ・エブリン・ヘフナー  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 ポール・スティーブン・ディマシオ  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

審査官 土岐 和雅

- (56)参考文献 特開2006-258603(JP,A)  
米国特許出願公開第2008/0217172(US,A1)  
特開平04-337452(JP,A)  
国際公開第2010/120809(WO,A1)  
米国特許出願公開第2007/0193887(US,A1)  
Hon K.K.B. et al., Direct writing technology-Advances and developments, CIRP-Annals-Manufacturing Technology, 2008年, 601-620

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N17/00~19/00、27/00~27/49