

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5510020号
(P5510020)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 17/00 (2006.01)

F I

G O 1 N 17/00

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-95369 (P2010-95369)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成22年4月16日 (2010.4.16)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2011-226862 (P2011-226862A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年11月10日 (2011.11.10)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成25年2月20日 (2013.2.20)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100122312
			弁理士 堀内 正優
		(72) 発明者	中山 元
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		(72) 発明者	榊原 洋平
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		審査官	福田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 湿潤大気応力腐食割れセンサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の面が検知対象物との装着面となると共に内部空間を備えた枠体と、
前記内部空間に臨むように前記枠体の他方の面に設けられた通気性電極と、
前記枠体に設けられ、前記検知対象物に接触する接触電極と
を具備することを特徴とする湿潤大気応力腐食割れセンサー。

【請求項2】

前記内部空間に設けられ、塩化物を含む試薬とをさらに備えることを特徴とする請求項
1記載の湿潤大気応力腐食割れセンサー。

【請求項3】

通気性電極は、白金線から形成されたメッシュ電極であることを特徴とする請求項1ま
たは2記載の湿潤大気応力腐食割れセンサー。

【請求項4】

前記試薬は、苦汁の乾燥粉を圧縮成型したものであることを特徴とする請求項2または
3に記載の湿潤大気応力腐食割れセンサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、湿潤大気応力腐食割れセンサーに関する。

【背景技術】

10

20

【0002】

下記非特許文献1には、海の近くなど、塩分を含んだ湿度の高い大気下における環境（湿潤海洋性環境、湿潤海洋性気候）で発生する部材の湿潤大気応力腐食割れ（ASCC：Atmospheric Stress-Corrosion Cracking）を検出する技術が開示されている。この技術は、湿潤海洋性環境下を模擬した環境下に置かれたSUS304ステンレス鋼製のU-bend試験片にPt（白金）電極を接触させ、当該Pt電極を介してU-bend試験片の表面電位を計測するものであり、この計測値（表面電位）の変化に基づいてU-bend試験片に湿潤大気応力腐食割れが発生したか否かを判断するものである。すなわち、U-bend試験片に湿潤大気応力腐食割れが発生すると、当該発生タイミングにおいてU-bend試験片の表面電位は急激に下降し、湿潤大気応力腐食割れが進展を続けている間は表面電位が低下したまま、進展性を失った段階で復帰する（表面電位の低下前の電位域に戻る）ので、当該表面電位の急激な下降を判定することによって湿潤大気応力腐食割れの発生を検知することが可能である。

10

なお、下記非特許文献2にも、上記非特許文献1と同様な検出原理に基づいてステンレス合金の耐SCC性を評価する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】第135回腐食防食シンポジウム資料「湿潤海洋性環境下のASCC生起監視技術へのENA適用性の検討」、腐食防食協会（2001年）

20

【非特許文献2】第49回材料と環境討論会C-211講演予稿集「海塩粒子付着環境下の加熱を受けるステンレス合金の耐SCC感受性におよぼす合金種依存性、および溶接の影響」、腐食防食協会（2002年）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記非特許文献1、2に開示された技術は、実験室レベルのものであり、実用性を考慮したものではない。例えば、非特許文献1に記載された実験装置は、検出原理の正当性を評価する程度のものであり、湿潤海洋性環境に曝されている実機としてのステンレス製溶接構造物（例えばステンレス製タンク）に装着することを念頭に置いたものではない。このような背景から、実機に適用し得る湿潤大気応力腐食割れセンサーの開発が切望されていた。

30

【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、実機に容易に適用し得る湿潤大気応力腐食割れセンサーを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明では、第1の解決手段として、一方の面が検知対象物との装着面となる枠体と、該枠体の他方の面に設けられた通気性電極と、前記枠体に設けられ、湿潤大気応力腐食割れの検知対象物に接触する接触電極とを具備する、という手段を採用する。

40

【0007】

第2の解決手段として、上記第1の解決手段において、枠体の内部に設けられ、塩化物を含む試薬とをさらに備える、という手段を採用する。

【0008】

第3の解決手段として、上記第1または第2の解決手段において、通気性電極は、白金線から形成されたメッシュ電極である、という手段を採用する。

【0009】

第4の解決手段として、上記第1～第2のいずれかの解決手段において、試薬は、苦汁の乾燥粉を圧縮成型したものである、という手段を採用する。

50

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、枠体、通気性電極及び接触電極が一体化されているので、取扱い性が良好であると共に検知対象物の表面への装着が極めて容易である。したがって、本発明によれば、従来の実験レベルのものと異なり、実機としての検知対象物に容易に適用して応力腐食割れの評価に供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る湿潤大気応力腐食割れセンサーAの構成を示す斜視図(a)、B-B'線矢視(b)及び下面図(c)である。

10

【図2】本発明の一実施形態に係る湿潤大気応力腐食割れセンサーAを用いた湿潤大気応力腐食割れの検知システムを示すブロック図(a)及び湿潤大気応力腐食割れセンサーAの検知対象物への装着状態を示す側面図(b)である。

【図3】本発明の一実施形態に係る湿潤大気応力腐食割れセンサーAを用いた電位測定例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

本実施形態に係る湿潤大気応力腐食割れセンサーAは、図1(a)～図1(c)に示すように、枠体1、メッシュ電極2(通気性電極)、試薬3、接触電極4、第1リード線5、第2リード線6及び接着剤7によって構成されている。なお、以下の説明では、湿潤大気応力腐食割れセンサーAを単にセンサーAと言う。

20

【0013】

センサーAは、湿潤海洋性環境(湿潤海洋性気候)で発生する検知対象物の湿潤大気応力腐食割れ(ASCC: Atmospheric Stress-Corrosion Cracking)を検出する検出器である。周知のように、湿潤海洋性環境下に曝されている検知対象物の表面には塩(塩化物)と水分とが付着する。このような検知対象物において内部応力が在留する部位、例えば溶接部位では、塩(塩化物)による腐食作用によって応力腐食割れ(SCC: Stress-Corrosion Cracking)が発生し得る。本センサーAは、このような湿潤海洋性環境下に置かれた検知対象物に発生する応力腐食割れを検出するものである。

30

【0014】

センサーAの検知対象物は、ステンレス鋼のような不働態金属製の構造物、例えばステンレス鋼製溶接構造物であるステンレス鋼のような不働態金属は、水溶液中に浸漬すると、時間経過とともに表面電位が上昇して所定の定常電位に到達するが、水溶液中に塩化物などの活性のある不純物が存在すると、この不純物の作用によって不働態が破られて局部腐食が発生し、この結果表面電位が低下する。更に、応力が作用すれば、局部腐食は、応力腐食割れ(SCC)となる。そして、不働態金属の表面が再不働態化すると、表面電位は、上記定常電位に復帰する。湿潤大気応力腐食割れは、このような不働態金属が湿潤海洋性環境の大気中に含まれる水分と塩分との作用によって発生する局部腐食の現象であり、上記表面電位の変化を捉えることによって検知することができる。なお、「不働態」という用語は、「不動態」と同義であるが、本明細書では「不動態」という用語を採用する。

40

【0015】

枠体1は、図1(a)～図1(c)に示すように、一定枠幅かつ一定枠厚を有する正方形の枠型部材であり、例えば外形の一辺が10mm程度、枠幅が1mm程度、また枠厚が0.5mm程度に設定されている。この枠体1は、絶縁材料、例えばテフロン(登録商標)等の樹脂材料から形成されており、一方の枠面(図1(b)における下平面)が検知対象物への装着面である。また、この枠体1におけるもう一方の枠面(図1(b)における上平面)には平板なメッシュ電極2が接着剤等によって固定され、また枠体1の一側面には接触電極4が同じく接着剤等によって固定され、さらに枠体1の内部(枠内)つまりメ

50

メッシュ電極 2 の枠体 1 側には試薬 3 が固定されている。

【 0 0 1 6 】

メッシュ電極 2 は、0.02 mm 程度の線径の白金線（導電材料線）を縦横に編み込んでメッシュ状にすることにより通気性を有する電極（通気性電極）であり、図 1（a）に示すように、枠体 1 の外形と同一形状に裁断されたものである。このようなメッシュ電極 2 は、枠体 1 の外形に符合するように枠体 1 の上平面に固定されている。なお、メッシュ電極 2 の材料は、湿潤海洋性環境下において電極として安定に機能するものであれば良く、よって白金（Pt）に限定されるものではない。

【 0 0 1 7 】

試薬 3 は、主成分である苦汁（塩化物、例えば NaCl、MgCl₂、CaCl₂ など）の乾燥粉を枠体 1 の枠厚と同程度の厚さの正方形に圧縮成型したものである。この試薬 3 は、図示するように、メッシュ電極 2 に支持される状態で枠体 1 の枠内に設けられており、また外形が枠体 1 の内形よりも若干小さく設定されている。すなわち、試薬 3 は、試薬 3 の外周の全部において枠体 1 とある程度の隙間が形成されるように、外形及び枠体 1 に対する位置関係が設定されている。このような試薬 3 は、例えば四隅に部分的に設けられた接着剤等によって、図 1（a）～図 1（c）に示すようにメッシュ電極 2 に固定されている。

10

【 0 0 1 8 】

詳細は後述するが、このような試薬 3 は、湿潤海洋性環境下において苦汁の乾燥粉が大気中の水分を吸収して導電性を示すことにより機能する。なお、本実施形態における試薬 3 の成分は、苦汁の乾燥粉であるが、海洋性環境の大気に含まれる NaCl、MgCl₂、CaCl₂ などの塩化物の乾燥粉であれば、他のものであっても良い。

20

【 0 0 1 9 】

接触電極 4 は、導電性を有する Ni - Cr - Mo 合金（登録商標名：ハステロイ）などの高耐食性金属材料からなる帯状の薄膜である。この接触電極 4 は、図 1（a）、図 1（c）に示すように、枠体 1 の枠厚及び枠幅の合計に略等しい幅を有し、枠体 1 の一側面（図では短面）から枠体 1 の下平面（装着面）に亘って L 字状に設けられている。また、この接触電極 4 は、図 1（a）、図 1（c）に示すように、枠体 1 の一側面（図では短面）の長さより多少短い長さに形状設定されている。このような接触電極 4 は、本センサー A が検知対象物の表面に装着された状態において検知対象物に接触する。

30

【 0 0 2 0 】

第 1 リード線 5 は、一端がメッシュ電極 2 の端部に接続された導電線であり、表面には絶縁シースが設けられている。第 2 リード線 6 は、一端が接触電極 4 の端部に接続された導電線であり、第 1 リード線 5 と同様に表面には絶縁シースが設けられている。接着剤 7 は、図 1（b）、図 1（c）に示すように、枠体 1 の下平面（装着面）において、接触電極 4 が存在しない領域に薄膜として設けられている。この接着剤 7 は、本センサー A を検知対象物の表面に固定するために設けられており、未使用状態では表面に枠体 1 の下平面（装着面）と同形状の保護シールが設けられている。なお、未使用状態の本センサー A は、水分が試薬 3 に浸入することを防止するために、密封カプセル内に収納されている。

【 0 0 2 1 】

次に、このように構成された本センサー A を用いた湿潤大気応力腐食割れの検知方法について、図 2 及び図 3 をも参照して詳しく説明する。

40

【 0 0 2 2 】

本センサー A を用いた湿潤大気応力腐食割れを検知する場合、下準備として、大気に曝されている検知対象物の応力集中部位（例えば溶接熱影響部（HAZ））の表面を研磨して汚れを除去すると共に平滑化する。そして、図 2（b）に示すように、上記研磨した応力集中部位の表面に、上記保護シールを除去することにより本センサー A を装着（接着）する。このような装着状態において、接触電極 4 のうち、枠体 1 の下平面（装着面）に位置する部位は、検知対象物の表面に接触し、接触電極 4 と検知対象物とは電氣的に導通した状態となる。そして、図 2（a）に示すように、第 1 リード線 5 及び第 2 リード線

50

6の解放端をエレクトロメーター（電位計）に接続し、また当該電位計をデータロガー（データ記録表示装置）に接続する。

【0023】

以上によって検知準備が完了したので、エレクトロメーターとデータロガーとを電源に接続して湿潤大気応力腐食割れの検知を開始する。湿潤海洋性環境下においては、試薬3の成分である苦汁（塩化物）の乾燥粉がメッシュ電極2を通過した大気中の水分を吸収して湿潤状態になる。すなわち、メッシュ電極2を通過した大気中の水分は、検知対象物の表面で順次結露して結露水となり、近傍に存在する試薬3に吸収される。

【0024】

そして、結露水の量が一定量を超えると、枠体1内には、図2に示すように検知対象物の表面とメッシュ電極2とに跨る液体状苦汁の液溜りXが形成される。すなわち、試薬3の周りには枠体1との間に隙間が全周に亘って形成されているので、試薬3の周りには全周に亘って応力集中部位が露出している。結露水は、この露出部において生成されるので、近傍に存在する試薬3に効果的に吸収されて液体状苦汁の液溜りXの形成に寄与する。

10

【0025】

この液溜りXは導電性を有する液体状苦汁なので、検知対象物の応力集中部位において、接触電極4が接触する部位と、導電性を有する苦汁の液溜りXを介してメッシュ電極2に間接的に接触する部位（つまり苦汁（塩化物）による腐食作用によって応力腐食割れを発生し得る部位）とは、液溜りXを介して電氣的に導通する状態となる。すなわち、接触電極4とメッシュ電極とは、メッシュ電極2と検知対象物の表面とが液溜りXによってブリッジされるので、電氣的に導通する状態となる。

20

【0026】

ここで、テフロン（登録商標）によって形成された枠体1は、湿潤海洋性環境下に曝されても変形することなく形状が安定している。また、メッシュ電極2は、白金線によって形成されているので、湿潤海洋性環境下に曝されても電極として安定である。したがって、枠体1及びメッシュ電極2は、長時間の使用によっても性能が維持される。

【0027】

上述したように接触電極4とメッシュ電極とが導通することによって、本センサーAは、検知対象物の応力集中部位において、応力腐食割れを発生し得ない部位（接触電極4が接触する部位）と、苦汁（塩化物）による腐食作用によって応力腐食割れを発生し得る部位（メッシュ電極2に間接的に接触する部位）との間の電位差を検出信号としてエレクトロメーターに出力する。

30

【0028】

そして、エレクトロメーターは、この検出信号が示す電位差を時系列的に順次計測し、測定信号としてデータロガーに出力する。さらに、データロガーは、上記測定信号をデジタル信号に変換し、時系列的な測定データとして順次記憶すると共に、操作者の指示に従って測定データつまり上記電位差の時系列的な変化を画像表示する。

【0029】

本センサーAが検出する腐食部位の電位、つまりエレクトロメーターを介してデータロガーに記録される電位測定データは、例えば図3のグラフに示すようになる。なお、このグラフは、上記電位測定データを横軸を時間、縦軸を電位として示すものである。このグラフにおいて、電位が一時的に低下しているところは、応力腐食割れの発生に相当する。特に、計測開始から 6×10^5 （s）経過した時点で発生している電位の一時的な低下は、他の電位の一時的な低下よりも低下幅が大きくかつ低下期間が長いので、比較的大きな応力腐食割れが発生したことを示している。

40

【0030】

このような本センサーAによれば、枠体1、メッシュ電極2、試薬3及び接触電極4がコンパクトに一体化されているので、取扱い性が良好であると共に検知対象物の表面への装着が極めて容易である。したがって、本センサーAによれば、従来の実験レベルのものと異なり、実機としての検知対象物に容易に装着して応力腐食割れの評価に供することが

50

できる。

【0031】

また、本センサー A によれば、正面視で 10 mm 角程度の極めて小型に構成されているので、大きさの面でも取り扱いが良好である。また、メッシュ電極 2 には第 1 リード線 5 が予め接続され、また接触電極 4 には第 2 リード線 6 が予め接続されているので、エレクトロメーター（電位計）との接続も容易である。さらには、枠体 1 の下平面（装着面）に接着剤 7 が予め付着しているため、装着に必要な接着剤を別途用意する必要がないので、検知対象物の表面への装着が極めて容易である。

【0032】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような変形例が考えられる。

10

(1) 上記実施形態では、苦汁（塩化物）の乾燥粉からなる試薬 3 を用いたが、本発明はこれに限定されない。試薬 3 の採用は、湿潤大気応力腐食割れ（ASCC）を起し易くするためのものであり、例えば潮風の強いエリアでは、人工的に苦汁を付与しなくても湿潤大気応力腐食割れ（ASCC）を起すので、試薬 3 を設けないセンサーの構成も考えられる。

【0033】

(2) 上記実施形態では、通気性電極としてメッシュ電極 2 を採用したが、本発明はこれに限定されない。例えば、導電性繊維あるいは複数の穴が形成されたパンチングメタル等、導電性と大気中の水分が通過し得る通気性とを変え備えてのものであれば、他の態様のものでも良い。また、通気性電極の材料についても、白金に限定されない。塩化物に接触しても安定かつ導電性を有するものであれば、白金以外の材料であっても良い。

20

【0034】

(3) 上記実施形態では、苦汁（塩化物）の乾燥粉を圧縮成型することによって試薬 3 を定型体とし、以ってメッシュ電極 2 に固定できるようにしたが、本発明はこれに限定されない。試薬 3 は結露水を吸収して液溜り X を形成すれば良いので、例えば水分によって溶解する性質の膜（例えばオブラート）あるいはカプセル（薬のカプセルのようなゼラチン製カプセル）に苦汁（塩化物）の乾燥粉を収納することにより定型体としても良い。

【0035】

(4) 上記実施形態では、試薬 3 と枠体 1 の内側との間に隙間を積極的に形成したが、本発明はこれに限定されない。湿潤海洋性環境下では湿度が比較的高いので、試薬 3 と枠体 1 の内側との間に隙間を積極的に形成しなくても、苦汁の乾燥粉からなる試薬 3 が大気中の水分を徐々に吸収して、最終的に液溜り X を形成される。このような試薬 3 が大気中の水分を直接吸収することを促すために、例えば試薬 3 に吸水性の粉末を混ぜ込んで良い。

30

【0036】

(4) 上記実施形態では、接触電極 4 を枠体 1 の一側面から下平面（装着面）にかけて L 字状に設けたが、本発明はこれに限定されない。接触電極 4 は、検知対象物を接触し得る状態に設けられていれば良く、他の態様で枠体 1 に設けられていても良い。

【0037】

(5) 上記実施形態では、枠体 1 を正方形に形状設定したが、本発明はこれに限定されない。例えば円形や楕円形、四角形以外の多角形であっても良い。また、試薬 3 の形状も枠体 1 の形状に合わせて適宜形状設定しても良い。

40

【0038】

(6) また、接着剤 7 については省略し、別途要した接着剤によって検知対象物の表面に装着するにしても良い。さらには、第 1 リード線 5 及び第 2 リード線 6 については、予め設けるのではなく、使用時に別途接続するにしても良い。

【符号の説明】

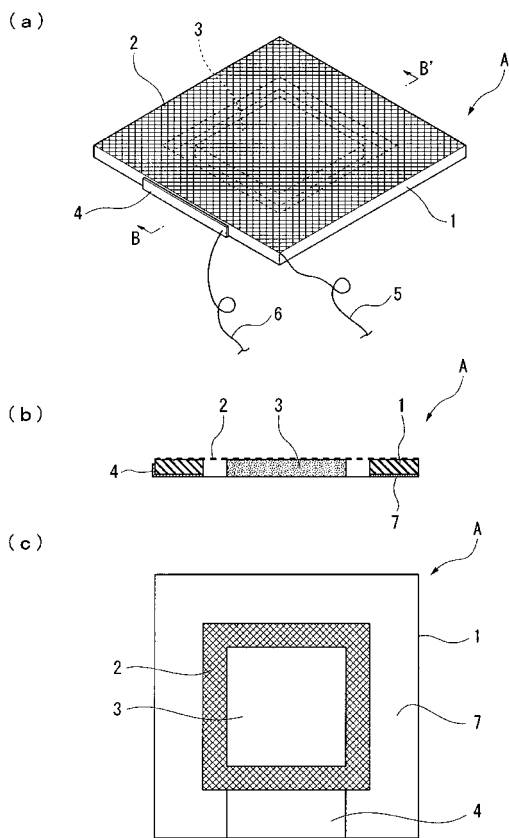
【0039】

1 ... 枠体、 2 ... メッシュ電極（通気性電極）、 3 ... 試薬、 4 ... 接触電極、 5 ... 第 1 リー

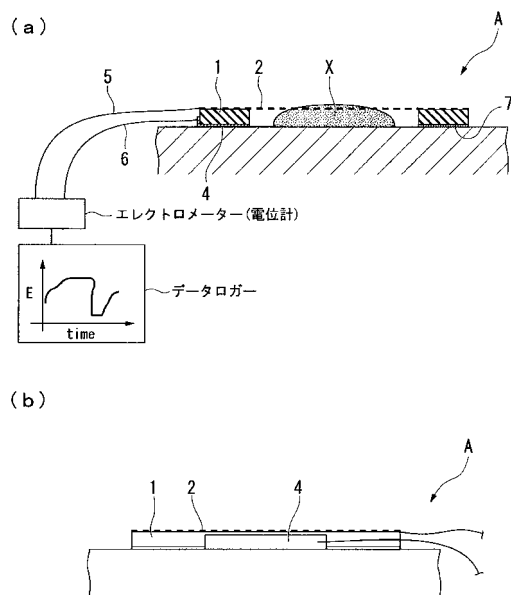
50

ド線、6 ... 第2リード線、7 ... 接着剤、X ... 液溜り

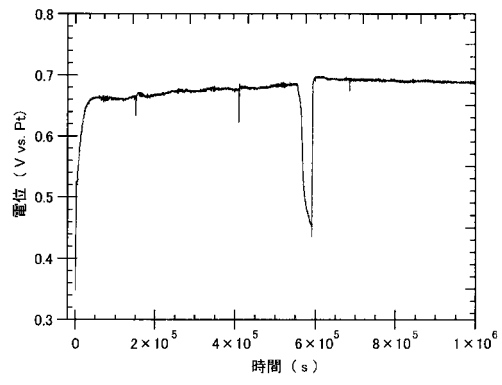
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 072110 (JP, A)
特開2004 - 257021 (JP, A)
特開2003 - 121406 (JP, A)
特開2009 - 008550 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 17/00 ~ 17/04