

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/158146 A1

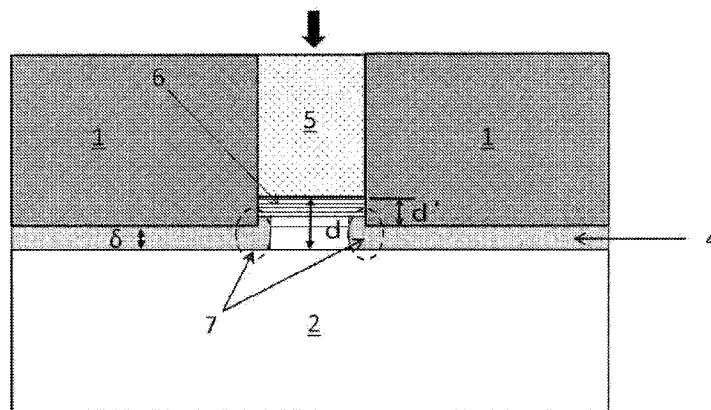
- (51) 国際特許分類:
G01N 17/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056011
- (22) 国際出願日: 2016年2月29日(29.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-065961 2015年3月27日(27.03.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山本 涼太郎 (YAMAMOTO, Ryotaro); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町1番1号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 大保 忠司 (OBO, Tadashi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町1番1号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 大津 健史 (OTSU, Takeshi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町1番1号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 八鍬 浩 (YAKUWA, Hiroshi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町1番1号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 天谷 賢治 (AMAYA, Kenji); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-1-2
- 1 東京工業大学大学院情報理工学研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル206区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: STRUCTURE INCORPORATING GAP CORROSION DETECTOR

(54) 発明の名称: すきま腐食検知器を組み込んだ構造物

【図1】



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a detection method for, without disassembling a structure, simply detecting the progression of an environment leading to gap corrosion or the progression of gap corrosion in the individual joints of an actually operational pump and piping, and a structure provided with a gap corrosion detector capable of carrying out this detection method. Provided is a structure incorporating a gap corrosion detector 5 for detecting corrosion occurring in a gap 4 formed at a portion where a metallic first member 1 and a second member 2 comprising a material that is the same as or different from that of the first member are joined, wherein the gap corrosion detector 5 is provided so as to penetrate the first member 1 in the direction of the second member 2, is a transparent member that is visible from the external surface side of the first member 1, and includes a pH indicator at the leading end part facing the gap.

(57) 要約:

[続葉有]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

実際に稼働しているポンプおよび配管の個々の接合部分において、構造物を分解せずに、すきま腐食に至る環境の進行状況、あるいはすきま腐食の進行状況を簡便に検知する検知方法および当該検知方法を実施できるすきま腐食検知器を具備する構造物を提供する。金属製の第 1 の部材 1 と、第 1 の部材と同種又は異種の材料からなる第 2 の部材 2 とを接合する部位に形成されるすきま 4 に生じるすきま腐食を検知するすきま腐食検知器 5 を組み込んだ構造物であって、すきま腐食検知器 5 は、第 2 の部材 2 の方向に向かって、第 1 の部材 1 を貫通して設けられており、第 1 の部材 1 の外面側から視認可能な透明な部材であり、すきまに面する先端部に pH 指示薬を含む。

明 細 書

発明の名称： すきま腐食検知器を組み込んだ構造物

技術分野

[0001] 本発明は、同種又は異種の材料からなる２つの部材が接合する部位に形成されるすきまに生じるすきま腐食を検知するすきま腐食検知器を組み込んだ構造物に関する。

背景技術

[0002] 各種金属材料を構成部材とする構造物は、構造設計上及び／又は使用環境上、構成部材同士の接合部位に微小なすきまを有する。異種の金属材料の接合部位は言うに及ばず、同種の金属材料であっても、重ね合わせ部、例えば、ボルトとナットの締結部分、あるいは、金属と非金属の重ね合わせ部、例えばパッキンのようなゴムと金属の合わせ目、また、スケール、錆、微生物などが金属材料に付着する部分、塗装又はライニング被覆材が金属材料から剥離した部分などの部材間の微小なすきまに電位差が生じることによってすきま腐食が発生する。

[0003] 図１１は、すきま腐食の発生メカニズムを説明するための模式図である。金属製の第１の部材１と、第２の部材２が重ね合わさった状態で、水や海水などの水系液体３と接液している。第２の部材２は、第１の部材１と同種又は異種の材料でよく、金属でも非金属でもどちらでも良い。第１の部材１と第２の部材２との間には、微小なすきま４がある。すきま４の間隔 δ は、大きくても０．１ｍｍ程度である。間隔 δ は、第１の部材１と第２の部材２との合わせ面の表面仕上げの程度により、また、合わせ面の部位により異なっているが、１０ μ ｍ以下のものがほとんどである。

[0004] 微小なすきま４におけるすきま腐食の発生及び成長メカニズムについて説明する。

（１）非常に微細なすきま４の内部の水系液体は、すきま４の外部の水系液体と容易には交換されないので、水系液体中の溶存酸素が短時間で消費され

、すきま4における第1の部材1の接液部分の電位が降下する。一方、すきま4とは異なる第1の部材1における接液部分、例えば配管内壁（図中破線で囲んだ部分B）は、他の部材との距離が大きく、水系液体が流動して溶存酸素の供給が常時行われるので高い電位を維持する。したがって、溶存酸素の供給が常時行われる第1の部材1と液体が接する接液部分表面では還元反応が進むため、当該接液部分はカソードとなるが、すきま4に面する第1の部材1の接液部分は還元反応が進まないためアノードとなり、金属イオン M^{z+} （ z は金属Mのイオン価数を示す）が徐々に水系液体中に溶出する。水系液体中の電流は主として Cl^- が担うので、すきま内では金属イオン M^{2+} 濃度とともに、 Cl^- 濃度が次第に上昇する。金属イオンは、金属イオン M^{z+} 濃度が上昇するにつれ、加水分解反応によりすきま内のpHを徐々に低下させる。このようにして、すきま4内の水系液体は、 Cl^- 濃度が高く、pHが低くなるので、腐食性の高い雰囲気となる。

[0005] 第1の部材1と第2の部材2との間隔 δ が小さいほど電位差が生じやすく、すきま腐食が発生しやすい。また、第1の部材1と第2の部材2との間隔 δ が小さい状況では、すきま4内の水系液体が、すきま4の外部の配管内を流動する水系液体と交換されにくく、第1の部材1を構成する金属からすきま4内の水系液体中に Cl^- などの腐食性のイオンが濃縮しやすく、すきま腐食が発生しやすい。

[0006] （2）すきま4内の水系液体が腐食性の高い状態になると、第1の部材1の接液部分は不動態皮膜を維持できなくなり、図11中Aで示す部分のように活性面が現れ、活性態－不動態電池が形成され、すきま腐食が成長する。この不動態皮膜が破壊され、すきま腐食が成長を始める際の水系液体のpHは、金属材料により異なるが、不動態皮膜が維持されている間のpHとは異なることが知られており、pHを測定することによって、すきま腐食の検出が可能であることが報告されている（非特許文献1）。

[0007] ところで、上水、下水、雨水、排水、海水など様々な水を流動させるポンプ及びそれに接続する配管は、上記のような金属材料と接続して合わせ面を

なす構造を非常に多く有するため、すきま腐食が生じやすい。例えばフランジ部がボルト及びナットによって接続されている配管において、金属製のフランジ間に挟んで漏水防止用に使われるパッキンと金属製フランジとの間に狭小なすきまが生じるため、そこに入り込む水により、時間経過に伴ってすきま腐食が発生する場合がある。

[0008] すきま腐食が進行すると、やがては腐食箇所からの漏水などを誘因する可能性がある。すきま腐食を防止する対策としては、すきま充填剤などによってすきま内への液体の浸入を防止する対応、あるいは犠牲陽極によって腐食の進行を防止する対応などがなされている。

[0009] 実際に稼働しているポンプおよび配管において、すきま腐食の発生を推定する方法として下記のような提案がなされている。

[0010] 実際に稼働しているポンプおよび配管を模した状況で実験を行い、その結果から実際に稼働しているポンプおよび配管の状況を推定する方法が提案されている（特許文献1および2）。特許文献1は、モニタリング対象と同じ材料からなり、溶接部、すきま部及び電熱部を有する試験片を提案する。特許文献2は、局部腐食モニタリング用模擬電極を用いて、最大の局部腐食速度及び腐食孔深さをモニタリングする方法を提案する。しかし、これらの推定方法は、配管内を流動する液体の状況は反映するものの、未だに、そのほかの実機特有の条件は再現できず、すきま腐食が起きる環境がどの部分でどの程度進行するのか、構造部材間ですきま腐食が進んでいるのか、などの個別のすきま腐食の推定には限界がある。このため、実際に稼働しているポンプおよび配管の個々の接合部分におけるすきま腐食の発生および進行の程度に関しては、メンテナンス時や補修時などに、装置の運転を停止して、接合部分を取り外して分解しなければ確認することができず、その確認のためには多くの時間や手間を要している。したがって、実際に稼働しているポンプおよび配管の個々の接合部分におけるすきま腐食の発生および進行を模擬的にではなく、実機の個々の接合部分において、簡単に把握する技術が求められている。

- [0011] 水系媒体に接する金属部材の局部腐食をモニターする技術として、水系媒体と小孔を介して連通する凹穴状の液溜部と、液溜部内の液と接するアノード電極と、水系媒体と接するカソード電極と、水系媒体に接する参照電極と、電流計と、参照電極とアノード電極との間の電位差を目的値に維持する電圧印加手段と、を備える装置及び方法が提案されている（特許文献3及び4）。しかし、電極、電流計及び電圧印加装置を配管に設置する必要があり、複雑な構造物において設置することが難しい場合もあり、簡易な方法とはいえない。
- [0012] サブ μm ～数十 μm 程度のすきま内にある液体のpHや Cl^- 濃度を簡易に判定する方法として、すきま腐食が発生すると、すきま内にある液体のpHが低下し、 Cl^- 濃度は上昇するため、pHや Cl^- 濃度の変化により色相が変化する指示薬を透明なガラスプレートの一面に塗布し、その塗布した面と金属板面を重ね合わせて、両者の合わせ面のすきまで生じるpHの低下や Cl^- 濃度の増加の変化を、塗布した指示薬の色相の変化として透明なガラスプレートを通して観察することができたことが報告されている（非特許文献1）。この方法は、透明なガラスプレートを通して、ガラスプレートと金属板の合わせ面に生ずるすきま腐食の状況を観察することができるため簡便である。しかし、実機の個々の構成部材の接合部分、例えばフランジの場合には、不透明な金属材料からなるフランジ同士、あるいはゴム製パッキンがフランジ間に挟持されている。不透明な金属材料のフランジと非金属材料のゴムパッキンにより合わせ面が形成されているので、合わせ面自体はどの方向からも観察できず、またガラスプレートを通して視認するというそのままの技術の利用は困難である。

先行技術文献

特許文献

- [0013] 特許文献1：特開平11-118703号公報
特許文献2：特開2000-46778号公報
特許文献3：特開平2-310452号公報

特許文献4：特開2004-101349号公報

特許文献5：特開2000-204260号公報

非特許文献

[0014] 非特許文献1：T.Kaji et al, J.Electrochem.Soc., 159(7)C289-C297(2012)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 本発明は、実際に稼働しているポンプおよび配管の個々の接合部分において、構造物を分解せずに、すきま腐食に至る環境の進行状況、あるいはすきま腐食の進行状況を簡便に検知する検知方法および当該検知方法を実施できるすきま腐食検知器を具備する構造物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

[0016] 本発明によれば、金属製の第1の部材と、当該第1の部材と同種又は異種の材料からなる第2の部材とを接合する部位に形成されるすきまに生じるすきま腐食を検知するすきま腐食検知器を組み込んだ構造物であって、当該すきま腐食検知器は、当該第2の部材の方向に向かって、当該第1の部材を貫通して設けられており、当該第1の部材の外側から視認可能な透明な部材であり、当該すきまに面する先端部にpH指示薬を含む、構造物が提供される。

前記すきま腐食検知器は、接着剤、シール部材、Oリング又は締結手段を介して前記第1の部材に取り付けられている構造物であってもよい。

前記すきま腐食検知器は、前記第1の部材との間に前記すきまよりも大きな間隔を有して設けられていることが好ましい。

前記すきま腐食検知器は、前記第2の部材との間に前記すきまよりも大きな間隔を有して設けられていることが好ましい。

前記間隔は、0.1mm～1.0mmの範囲であることが好ましい。

前記構造物は、水配管に連結されたフランジ、又は水ポンプのケーシングのフランジであってもよい。

また、本発明によれば、上記構造物を有する流体機械も提供される。

発明の効果

[0017] 本発明の構造物は、すきま腐食が進行しやすいポンプおよび配管の個々の接合部分を分解せずに、容易にすきま内の水系液体のpHをモニタリングすることができ、すきま腐食の発生および進行を視認することができる。

[0018] 従来の測定技術やモニタリング技術では、大がかりで精密な測定機器や計測機器などの装置が必要であったのに比べ、本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物をポンプおよび配管として簡易に採用することができ、ポンプおよび配管の個々の接合部分におけるすきま腐食を容易に検知することができる。

[0019] また、使用水の変動、締め付けトルクの違いや、表面粗さなどの表面仕上げの違い（材料表面形状の違い）などのすきま条件の違いがあるにもかかわらず、実際に稼働しているポンプおよび配管の個々の接合部分の状況を直接的に観測できるので、従来の代表的な条件の模擬的な予想に比べて、実機の個々の接合部分の正確な状況把握が行える。

[0020] 本発明のすきま腐食検知器を具備する構造物は、当該構造物を組み込んだ設備の運転を停止することなく、構造物内のすきま腐食を早期に正確に発見できるため、設備のメンテナンス性が向上し、さらにダウンタイムも低減できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図2]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図3]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図4]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図5]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図6]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図7]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ構造物の一態様を示す説明図である。

[図8]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだフランジの一態様を示す説明図である。

[図9]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだ配管の一態様を示す説明図である。

[図10]本発明のすきま腐食検知器を組み込んだポンプの一態様を示す説明図である。

[図11]すきま腐食の現象を説明する模式図である。

発明の実施形態

[0022] 以下、添付図面を参照しながら本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、添付図面は、部材間のすきまを説明するために、すきまのみを拡大して示している。実際のすきまの寸法は $10\mu\text{m}$ 以下と極めて微細であり、第1の部材、第2の部材および配管は数mm～数mにも及び、部材の縮尺が正しくないことに注意されたい。

[0023] 図1～図5は、第1の部材1と、第2の部材2と、両者の間のすきま4内で生じるすきま腐食の進行状況を把握するためのすきま腐食検知器5と、の位置関係及び締結態様を説明する。図1～図5の説明において、同じ部材、構成及び締結態様についての説明は繰り返さないが、適宜組み合わせが可能である。

[0024] 図1は本発明の構造物の断面の第一の態様を示す模式図である。第1の部材1及び第2の部材2が重ね合わせられて、両者の間にはすきま4が形成されている。すきま4の間隔 δ は $1\mu\text{m}$ 以上 0.1mm 以下、ほとんどのものは $10\mu\text{m}$ 程度である。このすきま4に、少なくとも Cl^- と溶存酸素を含む

水系液体が満たされている。第1の部材1および第2の部材2は不透明である。第1の部材1は金属材料であり、第2の部材2は金属材料の場合も非金属材料の場合もありうる。第1の部材1としては、不動態化しやすいクロムやチタンを含む金属材料である場合にすきま腐食を生じやすいため、本発明の適用に好適である。

[0025] 第1の部材1には、外部から第2の部材2の方向に、すきま4にまで至る透明なすきま腐食検知器5が挿入されている。すきま腐食検知器5のすきまに面する先端部には、pH指示薬6が塗布されている。すきま4で生じるpHの変動は、すきま4内に存在する水系液体中に、すきま4に面する第1の部材1、および金属製である第2の部材2における腐食の発生および進行に伴う金属イオンの溶出に伴い生じるものである。すきま腐食検知器5は透明で、pH指示薬6の色相の変化は、図中矢印で示す外部から視認できるため、第1の部材1および第2の部材2とそれによるすきま4の環境を壊すことなく、すきま腐食の状況変化を容易に把握できる。

[0026] 第1の部材1と第2の部材2との間のすきま4の水系液体中の溶存酸素は短時間で消費され、すきま4における第1の部材1の接液部分の電位が降下し、アノードとなる。一方、第1の部材1が流動する水系液体と接液する部分（図示せず）には溶存酸素が常時供給されるため、高い電位が維持され、還元反応が進行するためカソードとなる。アノードとなった第1の部材1のすきま4との接液部分からは、金属イオン M^{z+} が徐々に水系液体中に溶出する。金属イオン濃度が上昇すると加水分解反応によりすきま4内のpHを徐々に低下させる。このようにして、すきま4内の水系液体は低pHとなるので、腐食性の高い状態になる。低pHとなった水系液体は、すきま4に面するすきま腐食検知器5の先端部に塗布されたpH指示薬6の領域にまで拡散し、pH指示薬6の色相を変化させる。

[0027] pH指示薬6は、すきま4に存在する水系液体のpHに応じて色相が変化する試薬であれば特に限定されないが、すきま腐食が酸性領域で生じることから酸性領域のpHに対する色調応答性が高い試薬が好ましく、特に、蛍光

顕微鏡などの特別な観察装置を用いることなく、その場での肉眼による観察を可能とすることができる変色性の顕著なpH指示薬が好ましい。たとえば、エチルバイオレット、メチルバイオレット、メチルレッド、ブロモフェノールブルー、ブロモクレゾールグリーン、フェノールフタレインなどのpH指示薬を好適に用いることができる。

[0028] すきま腐食検知器5は、透明な酸素不透過性かつ耐食性の非金属材料から構成される。すきま腐食検知器5を組み込む構造物が海水接触構造物である場合には、振動や熱膨張に対する耐久性を具備する耐候性プラスチックなどが好ましい。具体的には、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂などの透明なプラスチックやガラスが好適である。

[0029] すきま腐食検知器5の先端部にpH指示薬を適用する方法は、透明なプラスチックやガラス表面に試薬を塗布する公知のコーティング方法を用いることができる。例えば、透明なプラスチックやガラス表面に、テトラエトキシシラン、エタノール、希硫酸及びpH指示薬を含む混合溶液を滴下して乾燥させ、pH指示薬を包含したオルガノポリシロキサン層を形成するゾルゲル法（非特許文献1など）を好適に用いることができる。あるいは、透明なプラスチックやガラス表面に、オルガノポリシロキサン層を形成させ、その後、テトラエトキシシラン、エタノール、希硫酸及びpH指示薬を含む混合溶液を滴下して乾燥させてもよい。ポリカーボネートなどの透明なプラスチック表面に、オルガノポリシロキサン層を成膜させる方法として、アミノ基を含有しないアルコキシシランと、アミノ基を含有するアルコキシシランの混合物を塗布する方法（特許文献5など）は、プライマーなどを必要とせずにプラスチック表面への密着性が非常に良く、透明、高硬度、耐擦傷性などの表面特性に優れたオルガノポリシロキサン層を成膜することができるので好ましい。

[0030] 第2の部材2が金属である場合には、すきま腐食検知器5と金属である第2の部材2の間隔dが非常に狭く、水系液体が流動しない場合には、すきま腐食検知器5と第2の部材2との間ですきま腐食が生じる。すきま腐食検知

器 5 と第 2 の部材 2 との間で生じるすきま腐食が、第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 のすきま 4 で生じるすきま腐食よりも優先して発生し進行する虞があり、実際の第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 のすきま 4 で生じるすきま腐食の状況を把握できなくなる。かかる場合に備えて、すきま腐食検知器 5 と第 2 の部材 2 との間に、シール剤や接着剤などを充填してすきまをなくし、水系液体がすきま腐食検知器 5 と第 2 の部材 2 との間に流入しないようにする。

[0031] 第 2 の部材 2 とすきま腐食検知器 5 との間隔 d をすきま腐食が生じない程度まで拡張することも可能である。この場合、間隔 d をあまり大きくしすぎると、溶存酸素を多く含む水系液体の液溜まりができてしまう。この液溜まりは、すきま腐食検知器 5 近傍の第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 とのすきま 4 に溶存酸素を供給する酸素供給源となってしまう、やはり正確なすきま腐食の状況の把握が困難になる。また、液溜まりの容積が大きいと、すきま腐食により生成した腐食液が、液溜まり内で希釈されるため、正確なすきま腐食の状況の把握が困難になる。

[0032] したがって、すきま腐食検知器 5 と金属である第 2 の部材 2 との間隔 d は、第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 との間のすきまの間隔 δ よりも大きいことが好ましく、具体的には $d = 0.1 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ 程度とすることが好ましい。第 2 の部材 2 とすきま腐食検知器 5 との間隔を制御するために、すきま腐食検知器 5 の先端面を第 1 の部材 1 の先端面から距離 $d' = 0.1 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ 程度、第 2 の部材 2 から離隔する方向、すなわち外部方向に後退した位置に設置することが好ましい。なお、第 2 の部材 2 が非金属材料である場合には、すきま腐食検知器 5 の先端面は第 1 の部材 1 の先端面と面一に設けてもよい。

pH 指示薬を含む層の厚みが大きい場合、pH 指示薬を含む層がすきま腐食検知器 5 から剥離するおそれがある。一方、pH 指示薬を含む層の厚みが小さい場合には、pH 指示薬が溶出しきってしまい、短時間で腐食状況を把握できなくなるおそれがある。そのため、pH 指示薬を含む層の厚さは $0.1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。より好ましくは、pH 指示薬を含

む層の厚みは $0.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ である。そうすることで、応答が速く、かつ、より正確にすきま腐食の状況の把握ができるようになる。

[0033] すきま腐食検知器 5 と第 1 の部材 1 との間の締結は、図 2 に示すように、接着剤やシール剤 8 の充填によりなされてもよい。すきま腐食検知器 5 がガラス製である場合には、第 1 の部材 1 と溶接してもよい。接着剤やシール剤は、すきま腐食検知器 5 と第 1 の部材 1 との間に、水系液体が侵入することも防止することができるため、より正確なすきま腐食の状況の把握ができる。接着剤としては、エポキシ系接着剤、シリコン系接着剤、シアノアクリレート系接着剤、ウレタン系接着剤などの疎水性接着剤が好適である。

[0034] 図 3 は、接着剤やシール剤 8 に加えて、すきま腐食検知器 5 を第 1 の部材 1 に機械的に締結した状態を示す。第 1 の部材 1 には、外部からすきま 4 に向かって雌ネジ溝 9 が設けられている。すきま腐食検知器 5 には、第 1 の部材 1 の雌ネジ溝 9 に嵌合するように雄ネジ溝 9' が設けられている。雌ネジ溝 9 と雄ネジ溝 9' との間には、接着剤又はシール剤 8 が塗布されており、締結部分への水系液体の侵入を防止する。

[0035] 図 4 は、すきま腐食検知器 5 が、第 1 の部材 1 により支持される拡幅上部 5 a と、第 1 の部材 1 との間に間隔 d 2 を設ける狭幅下部 5 b と、を有する形状である場合の構造物を示す。第 1 の部材 1 には、すきま腐食検知器 5 を受け入れて支持する座部 1 a が設けられ、座部 1 a には O リング溝 10 が設けられている。さらに、第 1 の部材 1 には、すきま腐食検知器 5 の拡幅上部 5 a と締結する上部 1 b に雌ネジ溝 9 が設けられ、すきま腐食検知器 5 の拡幅上部 5 a に設けられている雄ネジ溝 9' と嵌合する。

[0036] 第 1 の部材 1 の座部 1 a から先端面までの距離 L が長すぎると、すきま腐食検知器 5 の狭幅下部 5 b の周囲に形成される第 1 の部材 1 との間の間隔 d 2 が大きくなり、溶存酸素が多く含まれた液溜まりができ、すきま 4 内の水系液体に溶存酸素を供給する酸素供給源になってしまうため、距離 L は極力短くし、水系液体の侵入する容積を小さくすることが好ましい。具体的には、 $0.1\text{mm}\sim 1\text{mm}$ の範囲とすることが好ましい。また、間隔 d 2 がすき

ま腐食検知器 5 の周囲にわたって同一の距離となるように、すきま腐食検知器 5 の狭幅下部 5 b 及び狭幅下部 5 b を受け入れる第 1 の部材 1 の下部は、ともに円筒形状であることが好ましい。

[0037] すきま腐食検知器 5 の拡幅上部 5 a の下面は、第 1 の部材 1 の座部 1 a の Oリング溝 10 に嵌め込まれた Oリングを押圧してシールするシール面である。すきま腐食検知器 5 の狭幅下部 5 b の先端面には、pH 指示薬 6 が塗布されている。すきま腐食検知器 5 の先端面は、第 2 の部材 2 から間隔 d 1 だけ離間した位置に設置される。

[0038] すきま腐食検知器 5 と第 1 の部材 1 との間の間隔 d 2 は、第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 との間のすきま 4 の間隔 δ よりも大きく、具体的には 0.1 mm ~ 1.0 mm 程度が好適である。なお、第 2 の部材 2 が金属製である場合には、すきま腐食検知器 5 と第 2 の部材 2 との間の間隔 $d 1 = 0.1 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ となるように、すきま腐食検知器 5 の先端面を第 1 の部材 1 の先端面より 0.1 mm ~ 1.0 mm 程度後退させて位置づけることが好ましいことは図 1 の間隔 d' に関して説明したとおりである。

[0039] 図 5 は、図 4 に示した態様とすきま腐食検知器 5 の上下が逆の態様である。すきま腐食検知器 5 は、狭幅上部 5 c と拡幅下部 5 d とを有し、拡幅下部 5 d の先端面には pH 指示薬 6 が塗布されている。第 1 の部材 1 の下部は、すきま腐食検知器 5 の拡幅下部 5 d を受け入れるようにザグリされており、すきま腐食検知器 5 の拡幅下部 5 d の上面と接する座部 1 a が設けられ、座部 1 a には Oリング溝 10 が設けられている。さらに、第 1 の部材 1 には、すきま腐食検知器 5 の狭幅上部 5 c と締結する上部 1 b に雌ネジ溝 9 が設けられ、すきま腐食検知器 5 の狭幅上部 5 c に設けられている雄ネジ溝 9' と嵌合する。すきま腐食検知器 5 と第 1 の部材 1 及び第 2 の部材 2 との間隔 d 1 及び d 2 並びに第 1 の部材 1 の先端面と座部 1 a との距離 L は、図 4 に関して説明したとおりである。

[0040] 図 6 (A) 及び (B) は、第 2 の部材 2 がゴム製パッキンなどの非金属材料の弾性体である態様の問題点を示す説明図である。第 2 の部材 2 が弾性体

である場合、すきま腐食検知器 5 の先端面が第 1 の部材 1 よりも後退している場合（図 6（A））には、第 2 の部材 2 が第 1 の部材 1 とすきま腐食検知器 5 の先端面との間のスペースに入り込み、すきま腐食検知器 5 近傍に第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 とのすきま 4 が狭くなる部分 7 a が形成される。この場合、すきま腐食検知器 5 の近傍では、すきま腐食が本来のすきま 4 における腐食程度よりも進行した状況として把握される。

[0041] 逆に、すきま腐食検知器 5 の先端部が第 1 の部材 1 よりも第 2 の部材 2 に向かって突出している場合（図 6（B））には、すきま腐食検知器 5 が第 2 の部材 2 を押圧して、すきま腐食検知器 5 近傍に第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 とのすきま 4 が広くなる部分 7 b が形成され、一方ですきま腐食検知器 5 の先端部と第 2 の部材 2 との間隔が小さくなる。この場合、すきま腐食検知器 5 の近傍では、すきま腐食が本来のすきま 4 における腐食程度よりも進行していない状況として把握される。

[0042] 図 6（A）及び（B）のいずれの態様においても、すきま腐食検知器 5 近傍では、本来のすきま 4 とは異なるすきま 7 a 又は 7 b が形成されるため、すきま腐食の状況を精確に把握できない。

[0043] 図 7 は、第 2 の部材 2 が弾性体である場合に適用する本発明の実施態様を示す。図 7 において、すきま腐食検知器 5 の先端部には、凹部 1 2 が形成されており、pH 指示薬は凹部 1 2 表面に塗布されている。凹部 1 2 の外縁 1 3 には等間隔に山部と谷部が設けられ、谷部を通してすきま 4 内の水系液体が pH 指示薬 6 と接触できるように構成されている。外縁 1 3 の山部の高さは、第 1 の部材 1 と第 2 の部材 2 との間隔 δ 、すなわち図 1 に示す間隔 d 又は d' を維持できる寸法である。すきま腐食検知器 5 の先端部の外縁 1 3 によって、第 2 の部材 2 の弾性変形の影響を減少させることができる。

[0044] 図 8 は、本発明の構造物がフランジである場合の実施態様を示す。配管 5 0 と配管 5 1 が、フランジ 5 2、5 3 の間にシール部材 5 4 を挟んで合わせられ、締結部材 5 6、5 7 にて締結されている。このような配管接続はポンプなどの機器との配管接続にも用いられる。ここで、フランジ 5 2、5 3 の

間にシール部材 5 4 の間にすきまができる。このすきまは、締結部材 5 6、5 7 の締結力に依存した微小なすきまである。通常、フランジ 5 2、5 3 は金属であるので、シール部材 5 4 との間の微小なすきまにおいて、すきま腐食が生じる恐れがある。

[0045] フランジ 5 2 には、フランジ 5 2 を貫通してすきま腐食検知器 5 5 が挿入されている。すきま腐食検知器 5 5 の構成及びフランジ 5 2 に締結する態様は、図 1 ～ 5 及び 7 に関して説明したいずれの態様でも良い。すきま腐食検知器 5 5 は、透明部材で、フランジ 5 2 を貫通して配置されているため、フランジ 5 2 の外部側から、すきま腐食検知器 5 5 の先端部の pH 指示薬の色調変化を視認することができる。

[0046] 図 9 は、本発明の構造物が 2 種の配管の締結により構成される場合の実施態様を示す。配管 5 0 の内側に雌ネジが切られ、配管 5 1 の外周に雄ネジが切られ、両配管はこれらのネジにより締結されている。雄ネジには締結までに予め P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）シールテープが巻きつけられ、雄ネジが雌ネジにねじ込まれる際に、シールテープが伸延してすきまを塞ぎシールする。ここで、このようなネジシール部分にすきま 5 4 ができる。配管 5 0、5 1 は金属であるので、ネジシール部分の微小なすきまにおいて、すきま腐食が生じる恐れがある。配管 5 0 を貫通してすきま腐食検知器 5 5 が挿入されている。すきま腐食検知器 5 5 は、透明部材で、配管 5 0 を貫通して配置されているため、配管 5 0 の外部側から、すきま腐食検知器 5 5 の先端部の pH 指示薬の色調変化を視認することができる。

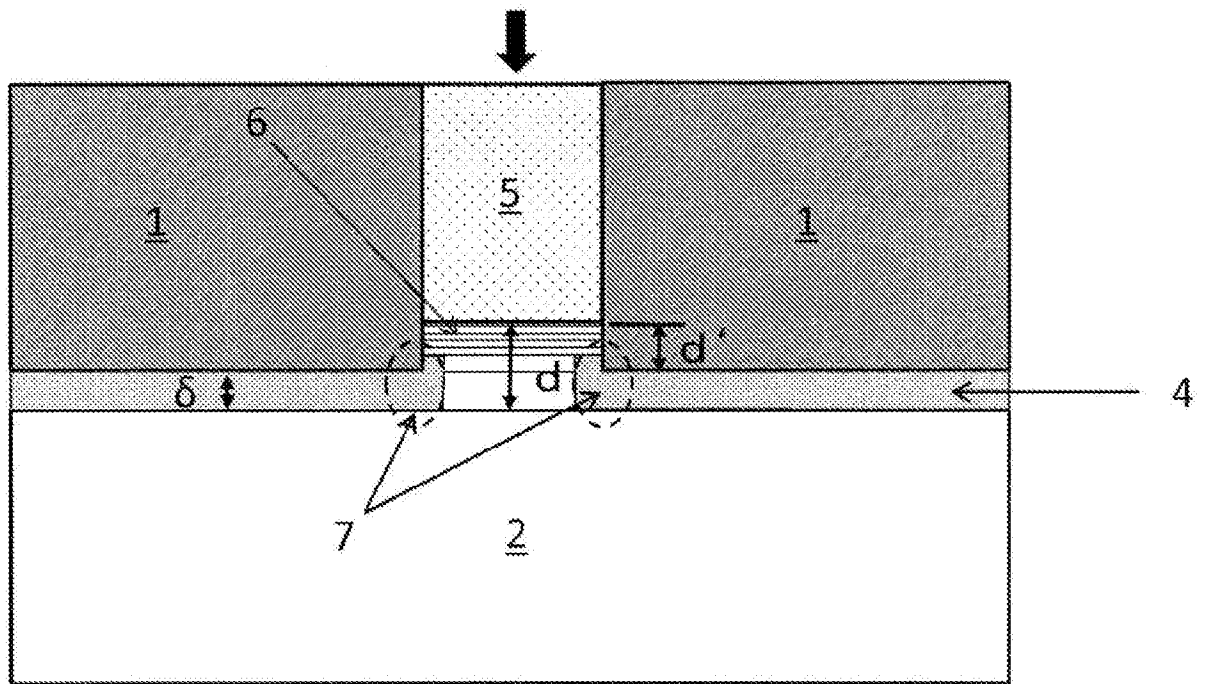
[0047] 図 1 0 は、本発明の構造物をフランジとして具備することができる両吸込み渦巻きポンプの一例を示す。なお、図 1 0 は特開 2010-216470 号公報に開示されている公知の両吸込み渦巻きポンプの一例であり、本発明の構造物を組み込むことができる接合面の説明のために示すものであって、本発明はこれに限定されない。両吸込み渦巻きポンプ 6 0 のケーシング 6 1 は、接合面 6 2、6 3 を境として、上部のケーシング体 6 4 と下部のケーシング体 6 5 の結合により形成され、下部のケーシング体 6 5 には、吸入口 6 6 と吐出口 6

7とが形成されている。吸込口66は図示のようにフランジ形状で、そこに、吸込側の水を両吸込み渦巻きポンプ60に送水する配管が接続される。また、吐出口67もフランジ形状で、そこに、吸込側の水を両吸込み渦巻きポンプ60から外部に送水する配管が接続される。上部のケーシング体64と下部のケーシング体65の結合体であるケーシング61には、主軸68が貫通する左右一对の軸貫通孔が設けられ、ケーシング61の内部で、主軸68には図示しない羽根車が接続されている。主軸68はケーシング61外部に設けられた図示しないモータ等の駆動装置に接続され、回転駆動されることにより、羽根車が回転する。吸込口66から供給された水は、ケーシング61内で羽根車に導かれ、羽根車の回転作用により加圧される。加圧された水は、羽根車からケーシング61内で吐出口67に導かれてケーシング61外に吐出される。上部のケーシング体64は、下端部に、上部のフランジ部69と上部の接合面63とを有している。また、下部のケーシング体65は、上端部に、下部のフランジ部70と下部の接合面62とを有している。上部のケーシング体64と下部のケーシング体65とは、互いに接合面62、63同士を接合して、複数のボルト71（連結手段の一例）により連結されている。両接合面62、63間や、吸込口66や吐出口67で配管と接続するフランジの合わせ面は、例えばシート状のガスケット等のシール部材でシールされたり、下部の接合面62にシール溝が形成されたり、シール溝にゴム製で且つ紐状のOリングなどのシール部材を嵌め込むことなどによりシールされている。吸込口66及び吐出口67が配管と接続する部分、上下のケーシング本体の接合面62、63を接合する部分などに、すきま腐食検知器（図示せず）はたとえば図8又は9に示す態様にて組み込まれ、たとえば図1～5及び7に示すような態様にて締結されていてよい。

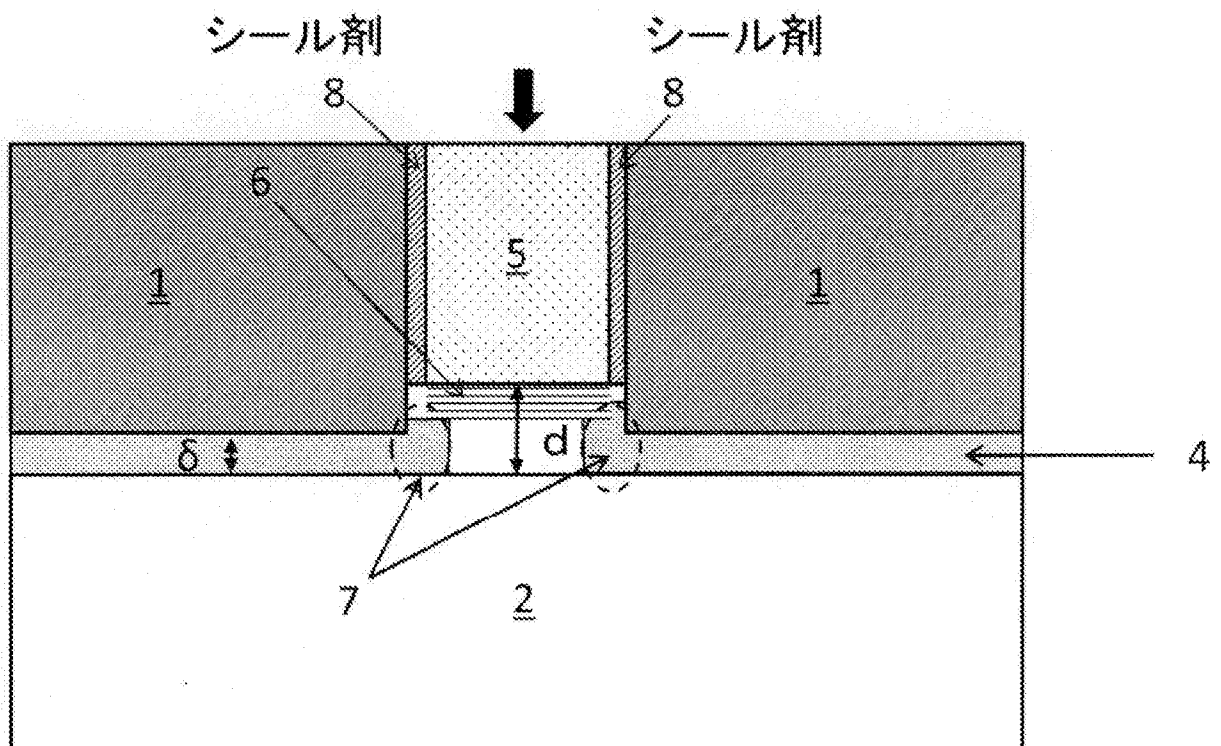
請求の範囲

- [請求項1] 金属製の第1の部材と、当該第1の部材と同種又は異種 material からなる第2の部材とを接合する部位に形成されるすきまに生じるすきま腐食を検知するすきま腐食検知器を組み込んだ構造物であって、当該すきま腐食検知器は、当該第2の部材の方向に向かって、当該第1の部材を貫通して設けられており、当該第1の部材の外側から視認可能な透明な部材であり、当該すきまに面する先端部に pH 指示薬を含む、構造物。
- [請求項2] 前記すきま腐食検知器は、接着剤、シール部材、Oリング又は締結手段を介して前記第1の部材に取り付けられている、請求項1に記載の構造物。
- [請求項3] 前記すきま腐食検知器は、前記第1の部材との間に前記すきまよりも大きな間隔を有して設けられている、請求項1又は2に記載の構造物。
- [請求項4] 前記すきま腐食検知器は、前記第2の部材との間に前記すきまよりも大きな間隔を有して設けられている、請求項1～3のいずれかに記載の構造物。
- [請求項5] 前記間隔は、0.1 mm～1.0 mmの範囲である、請求項3又は4に記載の構造物。
- [請求項6] 前記構造物は、水配管に連結されたフランジ、又は水ポンプのケーシングのフランジである、請求項1～5のいずれかに記載の構造物。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1に記載の構造物を有する流体機械。

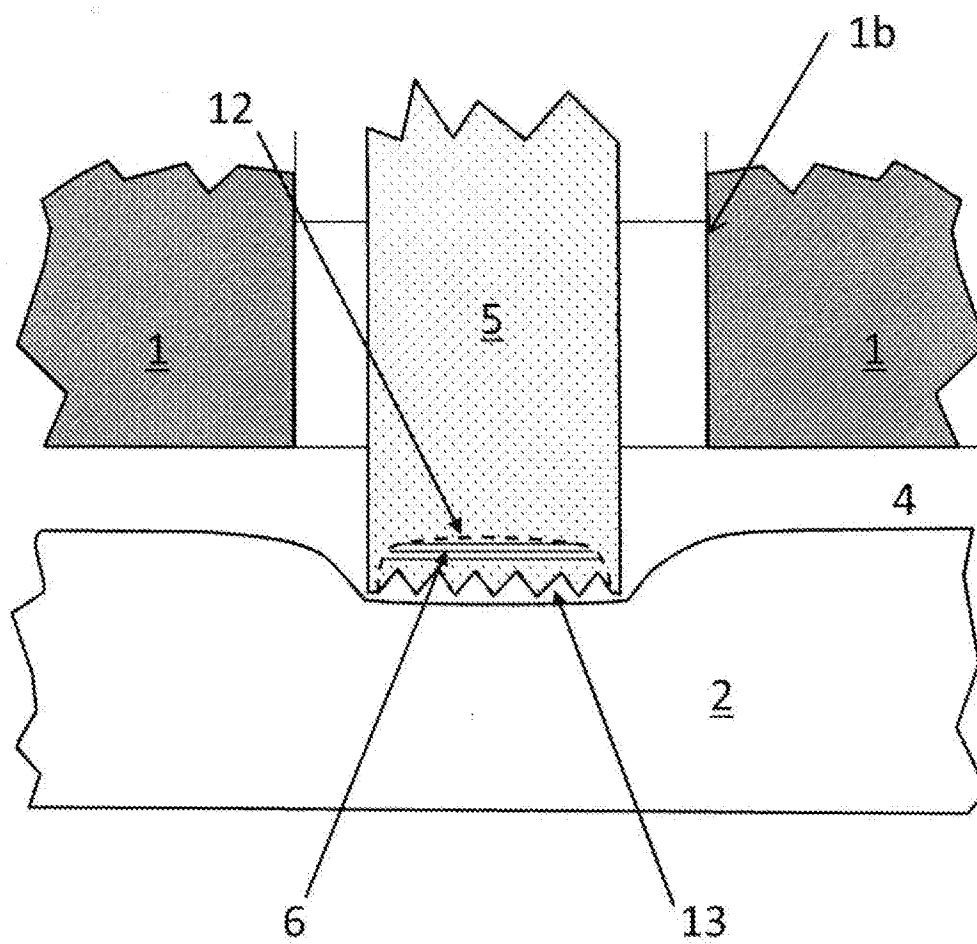
[図1]



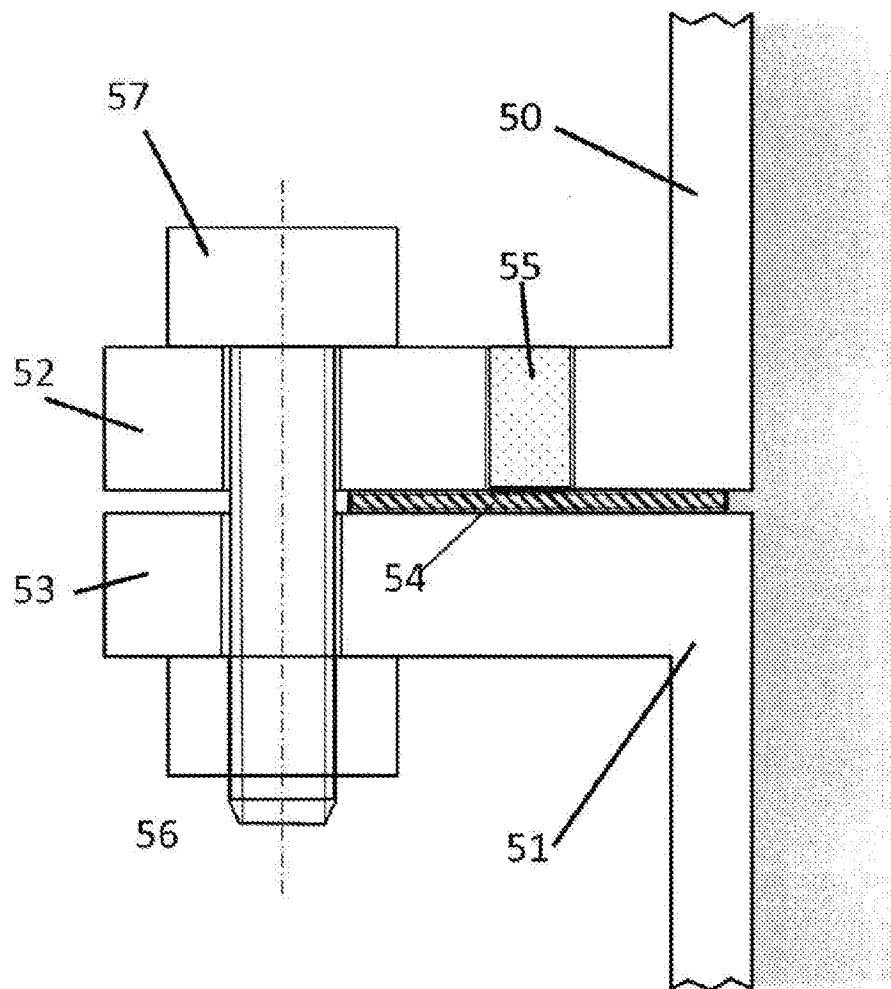
[図2]



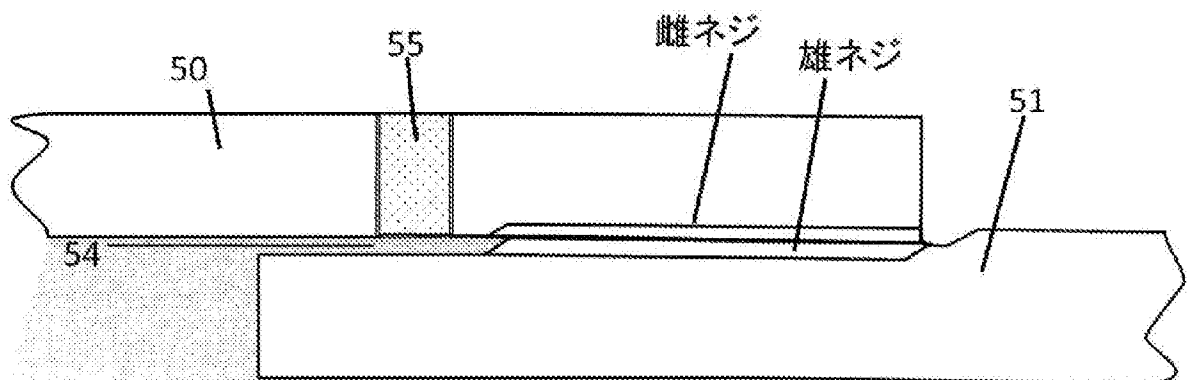
[図7]



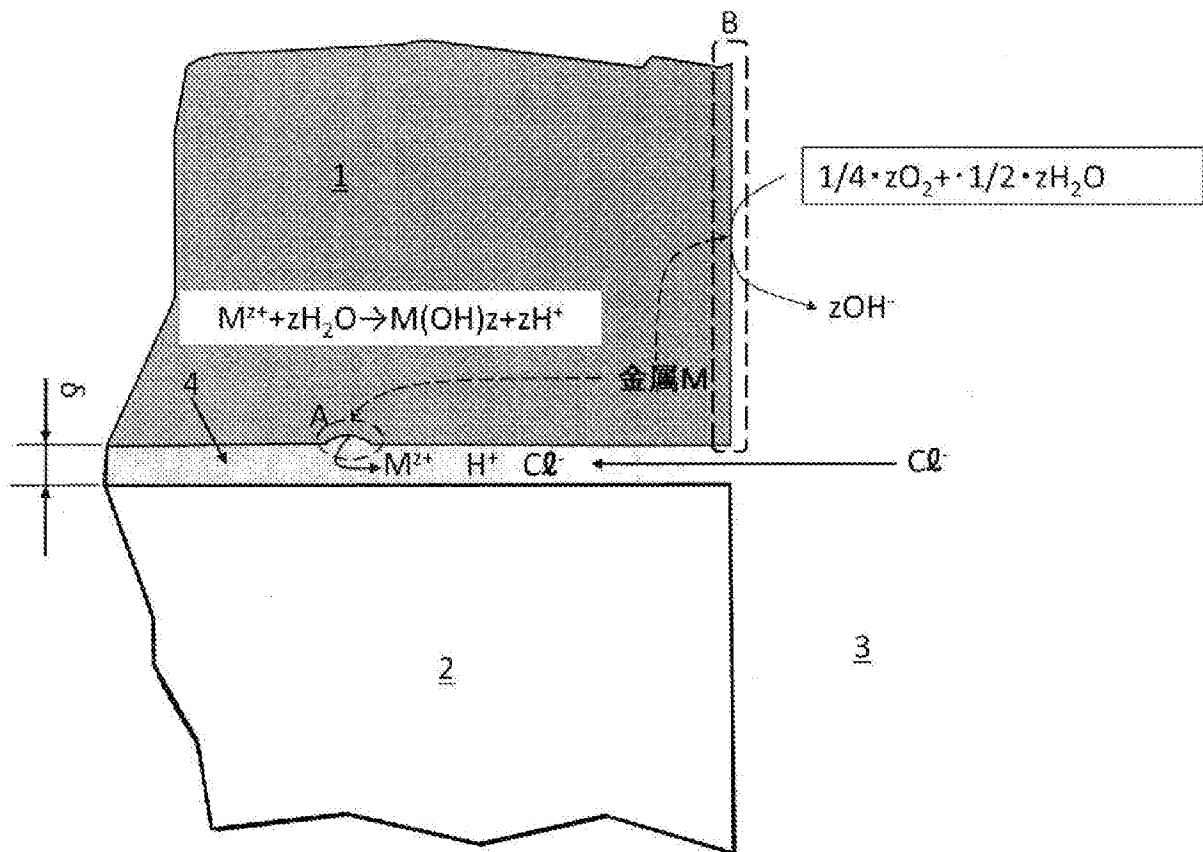
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N17/04(2006.01) i

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)

G01N17/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y/A	US 2003/0068824 A1 (Gerald S. FRANKEL), 10 April 2003 (10.04.2003), paragraphs [0010], [0075] to [0078]; fig. 2 (Family: none)	1-2, 6-7/3-5
Y/A	JP 54-130189 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 09 October 1979 (09.10.1979), page 2, lower left, line 3 to lower right, line 9 (Family: none)	1-2, 6-7/3-5
Y/A	US 6536264 B1 (DETROIT DIESEL CORP.), 25 March 2003 (25.03.2003), column 5, lines 54 to 67; fig. 6 (Family: none)	1-2, 6-7/3-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
28 April 2016 (28.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056011

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KAJI, T. et al., Visualization of pH and pCl Distributions: Initiation and Propagation Criteria for Crevice Corrosion of Stainless Steel, Visualization of pH and pCl Distributions: Initiation and Propagation Criteria for Crevice Corrosion of Stainless Steel, Vol.159/No.7, The Electrochemical Society, 2012.07.17, C289-C297	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 184566/1985 (Laid-open No. 092455/1987) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 June 1987 (12.06.1987), (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N17/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N17/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y/A	US 2003/0068824 A1 (Gerald S. FRANKEL) 2003.04.10, [0010], [0075]-[0078], FIG.2 (ファミリーなし)	1-2, 6-7/3-5
Y/A	JP 54-130189 A (東京芝浦電気株式会社) 1979.10.09, 第2頁左下第3行-右下第9行 (ファミリーなし)	1-2, 6-7/3-5
Y/A	US 6536264 B1 (DETROIT DIESEL CORPORATION) 2003.03.25, 第5欄第54-67行, Fig-6 (ファミリーなし)	1-2, 6-7/3-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩田 裕介

2 J

5704

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	KAJI, T. et al., Visualization of pH and pCl Distributions: Initiation and Propagation Criteria for Crevice Corrosion of Stainless Steel, Visualization of pH and pCl Distributions: Initiation and Propagation Criteria for Crevice Corrosion of Stainless Steel, Vol.159/No.7, The Electrochemical Society, 2012.07.17, C289-C297	1-7
A	日本国実用新案登録出願60-184566号(日本国実用新案登録出願公開62-092455号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(三菱重工業株式会社)1987.06.12,(ファミリーなし)	1-7