

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5002606号
(P5002606)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 N 17/04	(2006.01)	GO 1 N	17/04
GO 1 N 27/26	(2006.01)	GO 1 N	27/26 3 5 1 H
G 2 1 C 17/02	(2006.01)	G 2 1 C	17/02 G D B Z

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-18947 (P2009-18947)	(73) 特許権者	507250427
(22) 出願日	平成21年1月30日(2009.1.30)		日立GEニュークリア・エナジー株式会社
(65) 公開番号	特開2010-175416 (P2010-175416A)		茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年8月12日(2010.8.12)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成23年2月7日(2011.2.7)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	石田 一成
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
			株式会社 日立製作
			所 エネルギー・環境システム研究所内
		(72) 発明者	和田 陽一
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
			株式会社 日立製作
			所 エネルギー・環境システム研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 腐食電位センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極キャップと、
前記電極キャップを固定する導電性の電極固定体と、
接続部位の前記電極固定体が外側になるように重複させて電極固定体と接続する絶縁性の管状絶縁体と、
接続部位の管状絶縁体が内側になるように管状絶縁体と重複させて管状接続体と接続する管状金属筐体と、
管状絶縁体と管状金属筐体を通して電極固定体に接続される導線とを備え、
前記電極キャップは、前記電極固定体を覆い、ジルコニウムからなることを特徴とする腐食電位センサ。

【請求項2】

電極キャップと、
前記電極キャップを固定するための導電性の電極固定体と、
接続部位の電極固定体が外側になるように重複させて電極固定体と接続する絶縁性の管状絶縁体と、
接続部位の管状絶縁体が内側になるように管状絶縁体と重複させて管状接続体と接続する管状金属筐体と、
管状絶縁体と管状金属筐体を通して電極固定体に接続される導線とを備え、
前記電極キャップは、前記電極固定体の接液面および前記電極固定体と前記管状絶縁体

10

20

の接続部の接液面を覆い、ジルコニウムからなることを特徴とする腐食電位センサ。

【請求項 3】

前記電極キャップと前記管状絶縁体の隙間に、ジルコニウムからなる金属スペーサを設置することを特徴とする請求項 2 に記載の腐食電位センサ。

【請求項 4】

前記電極キャップと前記金属スペーサを溶接により固定することを特徴とする請求項 3 に記載の腐食電位センサ。

【請求項 5】

前記管状絶縁体と前記管状金属筐体の接続部の接液面に中間層を被覆し、更に中間層の接液面に白金を被覆することを特徴とする請求項 1 に記載の腐食電位センサ。

10

【請求項 6】

前記中間層がチタンで構成されることを特徴とする請求項 5 に記載の腐食電位センサ。

【請求項 7】

前記電極固定体と前記管状金属筐体の線膨張係数が、管状絶縁体の線膨張係数より小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の腐食電位センサ。

【請求項 8】

前記電極固定体および前記管状金属筐体が、Fe - 29Ni - 17Co合金又はFe - 42Ni合金であることを特徴とする請求項 7 に記載の腐食電位センサ。

【請求項 9】

前記管状絶縁体がサファイア又は安定化ジルコニアであることを特徴とする請求項 7 に記載の腐食電位センサ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、腐食電位センサに係り、特に、原子力プラント運転期間中に原子炉冷却水に接する金属材料の腐食電位を測定するのに好適な腐食電位センサに関する。

【背景技術】

【0002】

原子力プラントの稼働率向上の観点から、原子炉の炉内構造物及び圧力境界部材を構成する構造材料（ステンレス鋼，ニッケル基合金）及び配管を構成する材料（ステンレス鋼，低合金鋼，炭素鋼）の応力腐食割れや流動加速腐食を抑制することは、重要な課題である。

30

【0003】

応力腐食割れは、材料，応力及び腐食環境の 3 因子が特定の条件になった場合に発生するが、一因子を特定の条件から改善することにより抑制することができる。流動加速腐食も、材料及び腐食環境が特定の条件になった場合に発生し、一因子を特定の条件から改善することにより抑制することができる。

【0004】

応力腐食割れに対する腐食環境改善技術の従来技術の一例として、水素注入がある。原子炉内では、中性子や線により原子炉内の冷却水が放射線分解して、酸素及び過酸化水素が発生する。酸素及び過酸化水素を含んでいる冷却水が腐食環境を形成する。水素注入は、水素を注入した給水が原子炉内に供給されることによって、その水素を冷却水に含まれる酸素及び過酸化水素と反応させ、冷却水中の酸素及び過酸化水素の濃度を低減させる技術である。この水素注入は、原子炉の腐食環境を改善する技術である。一方、流動加速腐食に関する腐食環境改善技術の一例として酸素注入がある。給水中の酸素濃度が 10 μg / L 以下になると、給水が流れる炭素鋼製の給水配管は給水による流動加速腐食により減肉する。酸素注入は給水に酸素を注入して、給水配管の流動加速腐食を抑制する技術である。

40

【0005】

腐食環境改善技術の改善効果の確認は、例えば、対象となる構造部材の腐食電位を測定

50

することによって行われる。沸騰水型原子炉では、腐食電位を -0.23 V (SHE) 以下に低減すると、応力腐食割れの発生を抑制できることが報告されている（非特許文献1を参照）。また、酸素を注入して腐食電位を -0.2 V (SHE) 以上に増加させると流動加速腐食を抑制できることが報告されている（非特許文献2を参照）。なお、 V (SHE) とは標準水素電極に対する電位である。

【0006】

腐食環境改善技術の改善効果の確認は運転サイクルを通して測定することが望まれる。プラントの流動条件がプラント運転中に変化して腐食電位が変動する可能性があるためである。従って、少なくとも1運転サイクルを通して腐食電位を測定することが望ましい。

【0007】

腐食電位センサは使用される環境下で一定の電位を発生し、更に電極が測定部位と電気的に絶縁されることが必要である。腐食電位は測定部位と腐食電位センサの電位差として電位計を用いて測定される。腐食電位を測定するために用いられる腐食電位センサは、例えば、特許文献1が挙げられる。特許文献1では、白金を電極として使用する腐食電位センサを記述している。この腐食電位センサは、白金表面で水素の酸化還元反応を生じさせることにより一定の電位を発生させる。

【0008】

腐食電位センサは電極と金属筐体の間に絶縁体を設置して、電極と金属筐体が電気的に絶縁される構造となっている。絶縁体としては、沸騰水型原子炉の高温環境、放射線環境に耐えられるセラミックスが用いられる。電極と絶縁体及び絶縁体と金属筐体の接続は、絶縁体の接続部表面に金属の薄膜を設置する処理（メタライズ処理と呼ぶ）を施してからろう付けされる。このろう付け部分の腐食を抑制する方法が、特許文献2や特許文献3に開示されている。特許文献2は、ろう付け部分にセラミックス層を設置して高温水が直接接触しないようにすることで、ろう付け部分の腐食を抑制する技術を開示している。また、特許文献3は、ろう付け部分に腐食し難い白金をめっきすることでろう付け部分の腐食を抑制する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平3-17545号公報

【特許文献2】特開平11-148909号公報

【特許文献3】特開2002-116281号公報

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】R.L. Cowan, et al., "Experience with hydrogen water chemistry in boiling water reactors", Water Chemistry of Nuclear Reactor Systems 4, Bourne mouth, U.K., Oct. 13-17, 1986, Vol.1, p.29 (1986)

【非特許文献2】佐藤智徳 他、日本原子力学会「2005年秋の大会」、八戸工業大学、Aug. 13-15, 2005, p.458 (2005)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

第1の課題として、白金を電極とするセンサは溶存酸素濃度に対する溶存水素濃度のモル比が2以上の環境でないと一定の電位とするのが困難であるということである。これは、白金上で生じる水素の酸化還元反応の他に、白金上生じる酸素の酸化還元反応による電位が重畳し、無視できなくなるためである。運転状況により水質は変化するため、腐食電位センサの電極は、溶存酸素濃度に対する溶存水素濃度に依存せず一定電位を発生する金属が望ましい。

【0012】

第2の課題として、電極と金属筐体を電気的に絶縁して接続する絶縁材の接合部分が壊

10

20

30

40

50

れやすいということである。電極と絶縁体及び絶縁体と金属筐体は、前述の通り、ろう付けされている。高温水中ではろう付け部分が腐食したり、電極と絶縁体又は絶縁体と金属筐体の熱膨張差による応力で接合が外れ、水が腐食センサ内に浸透すると機能しなくなる可能性がある。従って、腐食電位センサを用いて腐食電位を長時間に亘って測定するためには、高温水中ではろう付け部分の耐食性を向上させたり、電極と絶縁体又は絶縁体と金属筐体の熱膨張差による応力で接合が外れを抑制することが重要な課題である。特に、電極と絶縁体又は絶縁体と金属筐体の熱膨張差による応力で接合が外れることに対する対策の検討が重要となる。

【0013】

本発明は、溶存酸素濃度に対する溶存水素濃度に依存せず一定電位を発生する金属を電極として、更に、ろう付け部分が腐食することに対する対策に加えて、電極と絶縁体又は絶縁体と金属筐体の熱膨張差による応力で接合が外れることに対する対策を施し、寿命をさらに延ばすことができる腐食電位センサ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】

【0014】

課題を解決するための第一の手段は、電極を固定するための導電性の電極固定体と、接続部位の電極固定体が外側になるように重複させて電極固定体と接続する絶縁性の管状絶縁体と、接続部位の管状絶縁体が内側になるように管状絶縁体と重複させて管状接続体と接続する管状金属筐体と、管状絶縁体と管状金属筐体を通して電極固定体に接続される導線を備え、電極固定体の接液面を覆うようにジルコニウムからなる金属キャップを設置することである。

【0015】

電極となる、電極固定体の接液面を覆うようにジルコニウムからなる金属キャップは電極固定体の接液面に加えて電極固定体と管状絶縁体の接続部の接液面を覆うように設置することが望ましい。これにより電極固定体と管状絶縁体の接続部の腐食も抑制できる。

【0016】

更に、金属キャップと管状絶縁体の間に隙間がある場合は、金属スペーサとしてジルコニウムからなる金属を隙間に入れることが望ましい。水が電極固定体と管状絶縁体の接続部の接液面に拡散することを抑制することにより、より電極固定体と管状絶縁体の接続部の腐食も抑制できる。加えて、金属キャップと金属スペーサを溶接により固定することにより金属キャップが金属固定体から脱離することも抑制できる。

【0017】

電極固定体の接液面、電極固定体と管状絶縁体の接続部の接液面に加えて管状絶縁体と金属筐体の接続部の接液面に中間層を被覆し、更に中間層の接液面に白金を被覆することが望ましい。これにより電極固定体と管状絶縁体の接続部、管状絶縁体と金属筐体の接続部ともに腐食を抑制できるようになるためより望ましい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、腐食電位センサの寿命をさらに延ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の好適な一実施例である実施例1の腐食電位センサの縦断面図である。

【図2】図1に示す腐食電位センサを取付けるBWRプラントの概略構成図である。

【図3】図1に示す腐食電位センサの、図2に示す再循環系配管への取付け状態を示す詳細構成図である。

【図4】本発明の実施例1の電極キャップにメネジ、電極固定体にオネジを設置した腐食電位センサの縦断面図である。

【図5】本発明の実施例1の変形例の腐食電位センサの縦断面図である。

【図6】本発明の実施例1の別の変形例の腐食電位センサの縦断面図である。

【図7】本発明の実施例1の別の変形例の腐食電位センサの縦断面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明の好適な一実施例である実施例 2 の腐食電位センサの縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【実施例 1】

【0021】

本発明の好適な一実施例である実施例 1 の腐食電位センサを、図 1 ~ 図 3 を用いて以下に説明する。本実施例の腐食電位センサ 10 は、例えば、沸騰水型原子炉 (BWR) プラントに適用される。まず、腐食電位センサ 10 が適用される BWR プラントの概略構成を、図 2 を用いて説明する。

10

【0022】

BWR プラントは、原子炉、給水系、再循環系、主蒸気系、タービン 37、復水器 38 及び原子炉浄化系を備える。原子炉 30 は、原子炉圧力容器 31 (RPV という) を有し、炉心 32 が RPV 31 内に配置されている。複数の燃料集合体 (図示せず) が炉心 32 内に装荷されている。給水系は復水器 38 と RPV 31 を連絡する給水配管 39 を有する。給水ポンプ 40 が給水配管 39 に設けられる。主蒸気系は、RPV 31 とタービン 37 を連絡する主蒸気配管 36 を有する。再循環系は、RPV 31 に連絡される再循環系配管 34、及び再循環系配管 34 に設けられた再循環ポンプ 35 を有する。RPV 31 及び再循環系は原子炉格納容器 46 内に設置されている。原子炉浄化系は、再循環系配管 34 と給水配管 39 に接続される浄化系配管 41、及び浄化系配管 41 に設けられた浄化系ポンプ 42 及び浄化装置 43 を有する。水素注入装置 45 が給水配管 39 に接続される。

20

【0023】

RPV 31 内の冷却水 (炉水) は、炉心 32 内で燃料集合体に含まれる核燃料物質の核分裂によって発生する熱で加熱され、一部が蒸気になる。この蒸気は、RPV 31 から排出されて主蒸気配管 36 を通ってタービン 37 に供給され、タービン 37 を回転させる。タービン 37 に連結された発電機が回転されて電力が発生する。タービン 37 から排出された蒸気は、復水器 38 で凝縮されて水になる。この凝縮水である給水が、給水ポンプ 40 で昇圧され、給水配管 39 を通って RPV 31 に供給される。水素が、水素注入装置 45 から給水配管 39 内を流れる給水に注入され、給水と共に RPV 31 内に導かれる。炉水はこの水素を含んでいる。

30

【0024】

蒸気にならなかった大部分の炉水は、RPV 31 内に設置された気水分離器 (図示せず) によって蒸気から分離される。分離された炉水は、RPV 31 と炉心 32 の間に形成されるダウンカマ 33 内を下降して、再循環系配管 34 内に流入する。再循環ポンプ 35 は、この炉水を昇圧する。昇圧された炉水は、ダウンカマ 33 内に設置されたジェットポンプ (図示せず) 内に噴出され、ダウンカマ 33 内の炉水をジェットポンプ内に吸い込む。ジェットポンプから吐出された炉水は、炉心 32 に供給される。給水配管 39 によって導かれた水素を含む給水は、気水分離器によって分離された炉水とダウンカマ 33 内で混合される。再循環系配管 34 内に流入した炉水の一部は、浄化系配管 41 に導かれ、浄化系配管 41 に設けられた浄化装置 43 によって浄化される。この浄化装置 43 から排出された炉水は、浄化系配管 41 及び給水配管 39 を通って RPV 31 内に戻される。RPV 31 の底部に接続されたボトムドレン配管 44 が炉浄化系配管 41 に接続される。

40

【0025】

腐食電位センサ 10 は、再循環系配管 34 及びボトムドレン配管 44 にそれぞれ設置される。再循環系配管 34 に設置された腐食電位センサ 10 を腐食電位センサ 10a、ボトムドレン配管 44 に設置された腐食電位センサ 10 を腐食電位センサ 10b と称する。腐食電位センサ 10a、10b は、それぞれ後述する腐食電位センサ 10 の構成を有する。

【0026】

本実施例の腐食電位センサ 10 の具体的な構成を、図 1 を用いて説明する。腐食電位センサ 10 は、電極キャップ 11、電極固定体 12、管状絶縁体 15、管状金属筐体 18、

50

導線 19 を備えている。電極キャップ 11 は、金属ジルコニウムにより構成される。管状絶縁体 15 は、サファイアで構成される。安定化ジルコニアによって管状絶縁体 15 を構成することも可能である。管状金属筐体 18 は、Fe - 29Ni - 17Co 合金によって構成されている。管状金属筐体 18 は、Fe - 29Ni - 17Co 合金以外に、Fe - 42Ni 合金または Fe - 36Ni 合金によって構成しても良い。管状絶縁体 15 の両端部に、電極固定体 12 及び管状金属筐体 18 がそれぞれ接続される。管状絶縁体 15 の一端部の、電極固定体 12 との接合面には、メタライズ処理されたメタライズ処理部 13 が形成されている。管状絶縁体 15 の他端部の、管状金属筐体 18 との接合面にも、メタライズ処理されたメタライズ処理部 17 が形成されている。先端が封鎖されてキャップ状になっている電極固定体 12 は、その内面がメタライズ処理部 13 に接触した状態で、管状絶縁体 15 にろう付けにて接合される。14 が電極固定体 12 と管状絶縁体 15 のろう付け部である。管状金属筐体 18 は、その内面がメタライズ処理部 17 に接触した状態で、管状絶縁体 15 にろう付けにて接合される。16 が管状金属筐体 18 と管状絶縁体 15 のろう付け部である。導線 19 が、管状絶縁体 15 及び管状金属筐体 18 内を通り、電極固定体 12 の内面に接続される。封鎖部である導線引き出し治具 20 が、管状金属筐体 18 の他端部に取付けられて管状金属筐体 18 を封鎖する。導線 19 は導線引き出し治具 20 を貫通して管状金属筐体 18 の外部、すなわち、腐食電位センサ 10 の外部に取り出される。

10

【0027】

導線引き出し治具 20 として、MI ケーブル (MI は Mineral Insulated の略) が使用される。管状金属筐体 18 は、管状絶縁体 15 との接合部が Fe - 29Ni - 17Co 合金、Fe - 42Ni 合金及び Fe - 36Ni 合金のいずれかであれば、それ以外の部分をステンレス鋼としてもよい。この場合、管状金属筐体 18 は、Fe - 29Ni - 17Co 合金、Fe - 42Ni 合金及び Fe - 36Ni 合金のいずれかとステンレス鋼を接合して構成される。管状絶縁体 15 の両端部のメタライズ処理には、タングステン、チタン及びモリブデン - マンガンのいずれかが使用される。

20

【0028】

電極キャップ 11 は電極固定体 12 を覆うように設置される。図 4 に示すように、電極固定体 12 にメネジ、電極キャップ 11 にオネジ又は電極固定体 12 にオネジ、電極キャップ 11 にメネジを設置してネジ止めすると電極キャップ 11 が電極固定体 12 から脱落し難くなり望ましい。

30

【0029】

以上の構造により管状絶縁体と接続され腐食電位センサ内に水が入ることを防止する役割と一定電位を発生する役割を異なる部材で果たすことにより、より寿命の長い腐食電位センサとすることができる。

【0030】

腐食電位センサ 10 の BWR プラントへの取付け構造を、図 3 を用いて詳細に説明する。腐食電位センサ 10 a, 10 b の取付け構造は同じであるため、腐食電位センサ 10 a を用いて説明する。腐食電位センサ 10 a を設置する取付け管部 47 を、再循環系配管 34 の測定対象箇所に分岐管状に取付ける。腐食電位センサ 10 a は、電極 21 (本発明では電極キャップ 11 を被覆した電極固定体 12) が再循環系配管 34 の中心軸を向くように配置されて取付け管部 47 内に挿入され、取付け管部 47 に取付けられる。取付け管部 47 の端部と腐食電位センサ 10 a の間は、再循環系配管 34 内を流れる炉水が漏洩しないように、シール部材にてシールされている。導線 19 は取付け管部 47 の外部に達し、エレクトロメータ 27 に接続される。エレクトロメータ 27 に接続される他のリード線 48 は再循環系配管 34 に接続される。電極 21 と再循環系配管 34 は電氣的に接触されていない。腐食電位センサ 10 b は、ボトムドレン配管 44 に設けられた取付け管部 47 (図示せず) に、腐食電位センサ 10 a と同様に取付けられる。

40

【0031】

腐食電位センサ 10 a は、電極 21 と再循環系配管 34 の間で発生する電位差を検出す

50

る。この電位差はエレクトロメータ 27 により測定され、エレクトロメータ 27 は測定した電位差に基づいて電極 21 の近傍の再循環系配管 34 の腐食電位が求められる。

【0032】

ジルコニウムはジルコニウムが酸素、又は水により酸化ジルコニウムに腐食することにより電位を発生するため、水素の影響を受けない。従って、本実施例の腐食電位センサによれば、溶存酸素濃度に対する溶存水素濃度に依存せずに一定電位を発生できる。一方、ジルコニウムを電極として使用するとき、他の金属と接触させて接液した場合に、他の金属により生じる電位の影響を受けることがある。ジルコニウムは腐食して表面に酸化ジルコニウムの皮膜が生成すると腐食が抑制される。腐食速度の大きい金属と接合すると、腐食速度の大きい金属により生じる電位の影響を受ける。そのため、電極固定体が接液することを抑制する必要がある。

10

【0033】

電極固定体は、管状絶縁体と接続され腐食電位センサ内に水が入ることを防止する役割と、電極となる金属キャップと電極固定体および電極固定体と導線を電氣的に接続する役割を有する。即ち、管状絶縁体と接続され腐食電位センサ内に水が入ることを防止する役割と一定電位を発生する役割が異なる部材で果たされる。従来技術では電極が管状絶縁体と直接接続され、腐食電位センサ内に水が入ることを防止する役割と一定の電位を発生する役割を同時に果たしており、本発明は従来技術と異なる。これにより、電極固定体として、管状絶縁体との接続に好適な材料を使用でき、接合部が熱膨張差による応力で外れることを抑制できる。

20

【0034】

実施例 1 の変形例として、実施例 1 では電極キャップ 11 が電極固定体 12 の接液面のみを被覆する形状となっているが、図 5 に示すように電極固定体 12 と管状絶縁材 15 の接続部である、ろう付け部 14 を覆う形状にする。ろう付け部 14 を覆うことでろう付け部 14 に接する水を停滞させて溶存酸素濃度を低下させることで、ろう付け部 14 の腐食を抑制することができるので、腐食電位センサ 10 の寿命をより長くするために好適である。

【0035】

更に、図 6 に示すように、電極キャップ 11 の開口部を機械的に圧縮して管状絶縁体 15 に接するようになると、ろう付け部 14 への水の接液を抑制でき、ろう付け部 14 の腐食を抑制できるので腐食電位センサ 10 の寿命をより長くするために好適である。また、電極キャップ 11 の開口部を機械的に圧縮して管状絶縁体 15 に接するようになると電極キャップ 11 の脱落防止にも好適である。

30

【0036】

実施例 1 の別の変形例として、実施例 1 では電極キャップ 11 が電極固定体 12 の接液面のみを被覆する形状となっているが、図 7 に示すように電極固定体 12 と管状絶縁材 15 の接続部である、ろう付け部 14 を覆う形状にし、更に、電極キャップ 11 と管状絶縁体 15 の隙間に金属キャップと同じ金属からなる金属スペーサ 50 を入れることによりろう付け部 14 に水が浸透し難くさせると、ろう付け部 14 の腐食を抑制でき腐食電位センサ 10 の寿命をより長くするために好適である。また電極キャップ 11 と金属スペーサ 50 を溶接して固定すると電極キャップ 11 の脱落防止にも好適である。

40

【実施例 2】

【0037】

本発明の他の実施例である実施例 2 の腐食電位センサを、図 8 を用いて説明する（図 7 に記載の実施例 1 を代表として適用）。本実施例の腐食電位センサ 10 は、第 1 の実施例に加えて、ろう付け部 16 の接液面に中間層 51 を設置して、中間層 51 の接液面に白金層 52 が被覆された構造を有する。電極固定体 12 として Fe - 29 Ni - 17 Co 合金又は Fe - 42 Ni 合金を使用する場合はチタンが好適である。中間層 51 や白金層 52 は化学気相成長法（CVD）やイオンプレーティング、イオンスパッタリングなどにより被覆すればよい。被覆層は 0.5 ~ 1 μm 程度あれば十分である。

50

【 0 0 3 8 】

本実施例の服飾電位センサによれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

本実施例の腐食電位センサによれば、管状絶縁体 1 5 と管状金属筐体 1 8 の接続部の腐食を抑制することができ、その部位から管状金属筐体 1 8 内部への水が入ることを防止することができるため、腐食電位センサ 1 0 の寿命をさらに長くすることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、以上に述べた実施例 1 及び実施例 2 の各腐食電位センサは、加圧水型原子力プラント、火力プラント及び化学プラントにも適用することができる。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 4 1 】

1 0 , 1 0 a , 1 0 b 腐食電位センサ

1 1 電極キャップ

1 2 電極固定体

1 3 , 1 7 メタライズ処理部

1 4 , 1 6 ろう付け部

1 5 管状絶縁体

1 8 管状金属筐体

1 9 導線

2 0 導線引き出し治具

20

2 1 電極

3 1 原子炉圧力容器

3 2 炉心

3 3 ダウンコマ

3 4 再循環系配管

3 5 再循環ポンプ

3 6 主蒸気配管

3 7 タービン

3 8 復水器

3 9 給水配管

30

4 0 給水ポンプ

4 1 浄化系配管

4 2 浄化系ポンプ

4 3 浄化装置

4 4 ボトムドレン配管

4 5 水素注入装置

4 6 原子炉格納容器

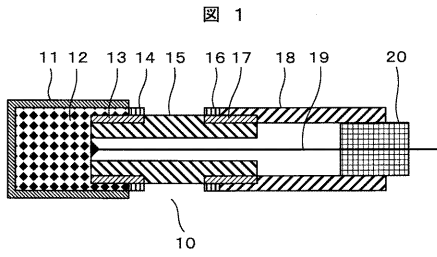
5 0 金属スペーサ

5 1 中間層

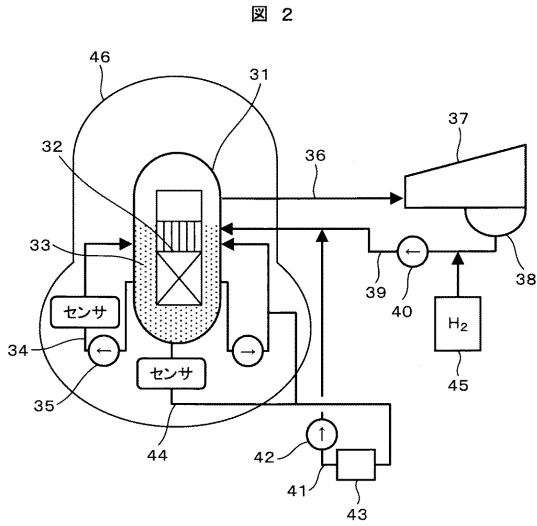
5 2 白金層

40

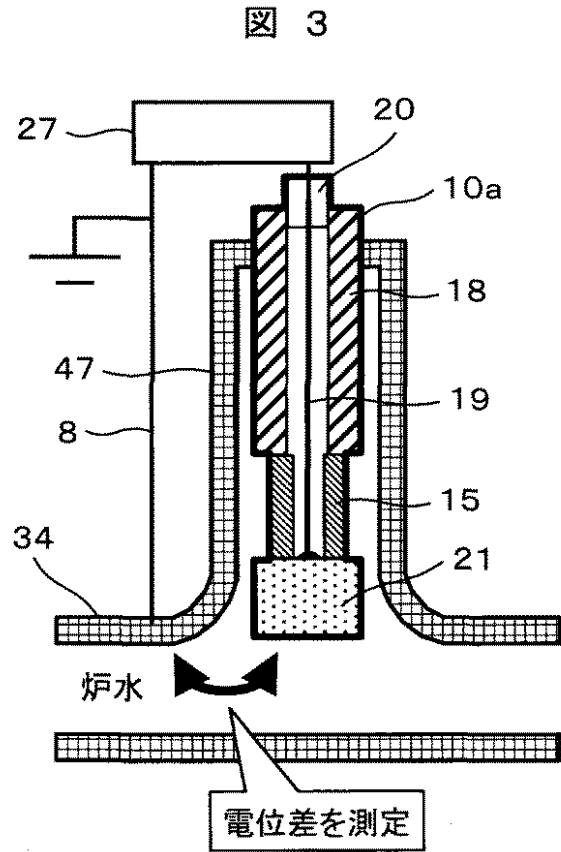
【図1】



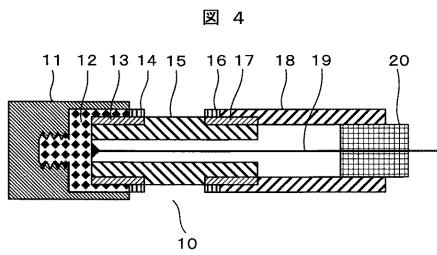
【図2】



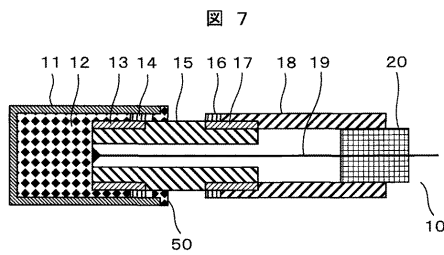
【図3】



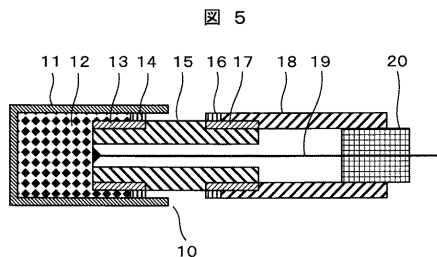
【図4】



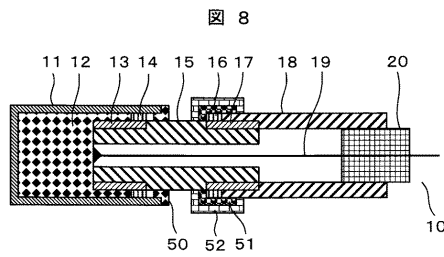
【図7】



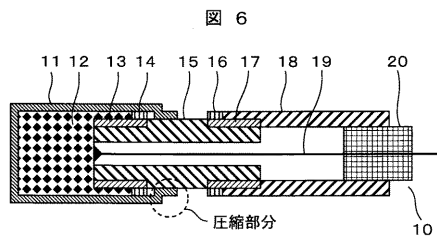
【図5】



【図8】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 橋 正彦
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
ー・環境システム研究所内 株式会社 日立製作所 エネルギー
- (72)発明者 布施 元正
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業
- (72)発明者 碓井 直志
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業
- (72)発明者 会沢 元浩
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業
- (72)発明者 太田 信之
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立事業

審査官 福田 裕司

- (56)参考文献 特表平10-504399(JP,A)
特開平05-196593(JP,A)
特開平03-017545(JP,A)
特表平09-501768(JP,A)
特開2003-004887(JP,A)
特開昭61-223646(JP,A)
特開平04-361151(JP,A)
特開2004-077482(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 17/04

G01N 27/26

G21C 17/02