

(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  
2014年2月27日(27.02.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/030718 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 29/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/072465
- (22) 国際出願日: 2013年8月22日(22.08.2013)
- (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 2012-184515 2012年8月23日(23.08.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西田 慎吾 (NISHIDA, Shingo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 森田 英之 (MORITA, Hideyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 廣田和生 (HIROTA, Kazuo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 嶋村 健吾 (SHIMAMURA, Kengo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 川上 亮一 (KAWAKAMI, Ryoichi); 〒1088215 東京都港区港南

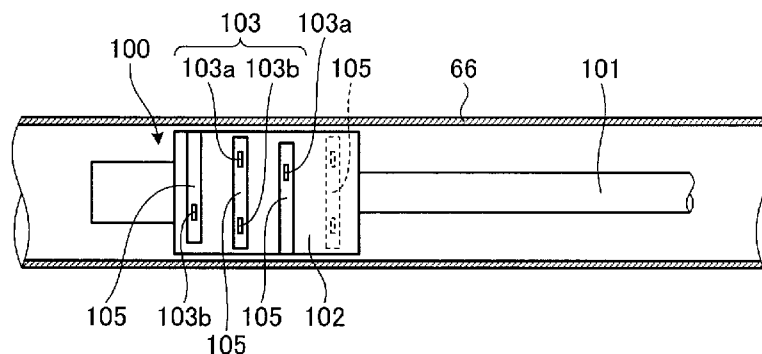
二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 日下部 隆也 (KUSAKABE, Takaya); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MEASURING SUPPORT FORCE OF HEAT EXCHANGER TUBE, AND MOVING BODY

(54) 発明の名称: 伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体



(57) Abstract: Provided are a device and method for measuring support force of a heat exchanger tube, and a moving body. This device for measuring support force of a heat exchanger tube is provided with a flexible cable (101) which can be internally inserted from the end of a heat exchanger tube (66), a moving body (102) which is coupled to the end of the cable (101) and has a prescribed gap from the inner surface of the heat exchanger tube (66), a probe (103) which is disposed on the outer periphery of the moving body (102) and transmits and receives ultrasonic waves to and from the inner surface of the heat exchanger tube (66), and a control device which, on the basis of the measurement signal from the probe (103), calculates the support force with which the heat exchanger tube (66) is supported by an anti-vibration bracket; thereby, it is possible to measure with high accuracy the contact force between the heat exchanger tube and the anti-vibration member.

(57) 要約: 伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体において、可撓性を有して伝熱管(66)の端部から内部に挿入可能なケーブル(101)と、ケーブル(101)の先端部に伝熱管(66)の内面に所定隙間をもって連結される移動体(102)と、移動体(102)の外周部に設けられて伝熱管(66)の内面に対して超音波の送受信を行う測定子(103)と、測定子(103)からの測定信号に基づいて振れ止め金具による伝熱管(66)の支持力を求める制御装置とを設けることで、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することが可能とする。



WO 2014/030718 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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))

## 明 細 書

**発明の名称：**伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体

### 技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器に用いられる多数の伝熱管の支持力を測定するための伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体に関するものである。

### 背景技術

[0002] 原子力発電プラントは、原子炉、蒸気発生器、蒸気タービン、発電機などにより構成されている。例えば、加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor）は、軽水を原子炉冷却材及び中性子減速材として使用し、炉心全体にわたって沸騰しない高温高压水を生成する。蒸気発生器は、この高温高压水（一次冷却水）と二次冷却水との間で熱交換し、蒸気を生成する。蒸気タービンは、この蒸気によりタービンを駆動し、発電機はこの駆動力により発電する。

[0003] この蒸気発生器は、中空密閉形状をなす胴部内に、その内壁面と所定間隔をもって管群外筒が配設され、この管群外筒内に逆U字形状をなす複数の伝熱管が配設され、各伝熱管の端部が管板に支持され、胴部の下端部に一次冷却水の入口側水室鏡と出口側水室鏡が形成されている。また、胴部は、内部に管群外筒の上方に位置して二次冷却水の入口部が設けられると共に、気水分離器及び湿水分離器が上下に並んで配設され、その上方に蒸気出口が設けられている。

[0004] 従って、冷却水配管より入口側水室鏡を通して複数の伝熱管に一次冷却水が供給される一方、入口部からこの胴部内に二次冷却水が供給される。すると、複数の伝熱管内を流れる一次冷却水（熱水）と胴部内を循環する二次冷却水（冷水）との間で熱交換を行われることで、二次冷却水が熱を吸収して水蒸気が生成される。そして、生成された蒸気が気水分離器により水分が除去され、湿水分離器により湿分が除去された蒸気が蒸気出口から排出される一方、熱交換を終了した一次冷却水が出口側水室鏡から排出される。

[0005]   ところで、蒸気発生器は、複数の伝熱管内に一次冷却水としての高圧水が供給され、外部の二次冷却水を加熱して蒸気を生成することから、この伝熱管が振動しやすい。そのため、下端部が管板により支持された複数の伝熱管は、上部のＵバンド部にて、複数の振れ止め金具が挿入されて支持されている。このような技術として、例えば、下記特許文献に記載されたものがある。

### **先行技術文献**

### **特許文献**

[0006] 特許文献1：特開昭61－291896号公報

### **発明の概要**

### **発明が解決しようとする課題**

[0007]   上述したように、蒸気発生器のＵバンド部にて、複数の伝熱管は、その間に振れ止め金具が挿入されて支持されている。この場合、伝熱管は、振れ止め金具との間で互いに押付けられることで振動が抑制されており、伝熱管と振れ止め金具との間の押付け力の管理が重要である。しかし、伝熱管や振れ止め金具の製造誤差や組付誤差、または、各種部材の熱伸びを考慮すると、伝熱管と振れ止め金具との間に隙間が発生するおそれがあり、振れ止め金具により伝熱管の振動を適正に抑制することができないことがある。

[0008]   本発明は、上述した課題を解決するものであり、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することが可能な伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体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**

[0009]   上記の目的を達成するための本発明の伝熱管の支持力測定装置は、複数の伝熱管の間に振れ止め部材が介装された蒸気発生器において、可撓性を有して前記伝熱管の端部から内部に挿入可能な索状部材と、前記索状部材の先端部に前記伝熱管の内面に所定隙間をもって連結される移動体と、前記移動体の外周部に設けられて前記伝熱管の内面に対して測定信号の送受信を行う測

定子と、前記測定子からの測定信号に基づいて前記振れ止め部材による前記伝熱管の支持力を求める演算装置と、を有することを特徴とするものである。

[0010] 従って、索状部材を用いて移動体を伝熱管内に挿入し、移動体に設けられた測定子から伝熱管の内面へ測定信号の送受信を行い、演算装置が測定子からの測定信号に基づいて振れ止め部材による伝熱管の支持力を求める。そのため、伝熱管の内部から振れ止め部材による支持力を測定することができ、作業者が蒸気発生器に入り、振れ止め部材による伝熱管の支持部にアクセスする必要はなく、被爆を低減しながら、伝熱管などを切断する必要もなく、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することができる。

[0011] 本発明の伝熱管の支持力測定装置では、前記測定子は、前記伝熱管の内面に向けて超音波を送信する送信部と、前記伝熱管を伝播する超音波を受信する受信部とを有し、前記演算装置は、前記送信部及び受信部からの信号に基づいて超音波伝播速度の変化を求め、この超音波伝播速度の変化から前記伝熱管の応力を求めることを特徴としている。

[0012] 従って、音弾性法を用いて伝熱管の応力を求めるため、被爆を低減しながら、伝熱管などを切断する必要もなく、容易に振れ止め部材による伝熱管の支持力を測定することができる。

[0013] 本発明の伝熱管の支持力測定装置では、前記測定子を前記伝熱管の内面に接触させる移動装置が設けられることを特徴としている。

[0014] 従って、移動装置により測定子を伝熱管の内面に接触させた状態で、測定子から伝熱管の内面へ測定信号の送受信を行い、演算装置が測定子からの測定信号に基づいて振れ止め部材による伝熱管の支持力を求めるため、測定精度を向上することができる。

[0015] 本発明の伝熱管の支持力測定装置では、前記測定子は、前記移動体の周方向にずれた位置に複数配置されることを特徴としている。

[0016] 従って、伝熱管における周方向にずれた位置での応力を測定することから、伝熱管における異なる位置での応力を平均化することで、測

定精度を向上することができる。

[0017] 本発明の伝熱管の支持力測定装置では、前記移動装置は、前記複数の測定子を同期して移動可能であることを特徴としている。

[0018] 従って、移動装置は、複数の測定子を同期して伝熱管の内面に接触させることができ、装置を簡素化して操作性を向上することができる。

[0019] 本発明の伝熱管の支持力測定装置では、前記移動装置は、前記測定子を伝熱管の径方向に沿って移動可能であることを特徴としている。

[0020] 従って、移動装置により測定子を伝熱管の径方向に沿って移動することで、伝熱管の内面に接触させることとなり、測定子と伝熱管の内面との擦れをなくして測定子の損傷を防止することができる。

[0021] また、本発明の伝熱管の支持力測定方法は、複数の伝熱管の間に振れ止め部材が介装された蒸気発生器において、可撓性を有する索状部材により前記伝熱管の端部から移動体を内部に挿入する工程と、前記伝熱管における前記移動体の所定の挿入位置で前記移動体から測定信号を送信すると共に測定信号を受信する測定信号送受信工程と、送受信した測定信号に基づいて前記振れ止め部材による前記伝熱管の支持力を求める演算工程と、を有することを特徴とするものである。

[0022] 従って、伝熱管の内部から振れ止め部材による支持力を測定することができ、作業者が蒸気発生器に入り、振れ止め部材による伝熱管の支持部にアクセスする必要はなく、被爆を低減しながら、伝熱管などを切断する必要もなく、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することができる。

[0023] また、本発明の移動体は、索状部材の先端部に連結され、伝熱管の内面に所定隙間をもつ円柱形状をなし、外周部に複数の測定子が設けられることを特徴とするものである。

[0024] 従って、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することができる。

## 発明の効果

[0025] 本発明の伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体によれば、伝熱管

の内部から振れ止め部材による支持力を測定することができ、伝熱管と振れ止め部材との接触力を高精度に測定することができる。

### 図面の簡単な説明

[0026] [図1]図 1 は、本発明の実施例 1 に係る伝熱管の支持力測定装置を表す概略図である。

[図2]図 2 は、実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置の要部を表す断面図である。

[図3]図 3 は、図 2 のIII－III断面図である。

[図4]図 4 は、伝熱管の支持力測定装置の作動を表す断面図である。

[図5]図 5 は、図 4 のV－V断面図である。

[図6]図 6 は、伝熱管の支持力測定装置による支持力測定方法を表す概略図である。

[図7]図 7 は、実施例 1 の蒸気発生器が適用された原子力発電プラントの概略構成図である。

[図8]図 8 は、実施例 1 の蒸気発生器を表す概略構成図である。

[図9]図 9 は、本発明の実施例 2 に係る伝熱管の支持力測定装置の要部を表す断面図である。

[図10]図 10 は、図 9 のX－X断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0027] 以下に添付図面を参照して、本発明に係る伝熱管の支持力測定装置及び方法並びに移動体の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせるものも含むものである。

#### 実施例 1

[0028] 図 1 は、本発明の実施例 1 に係る伝熱管の支持力測定装置を表す概略図、図 2 は、実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置の要部を表す断面図、図 3 は、図 2 のIII－III断面図、図 4 は、伝熱管の支持力測定装置の作動を表す断面図、図 5 は、図 4 のV－V断面図、図 6 は、伝熱管の支持力測定装置による

支持力測定方法を表す概略図、図 7 は、実施例 1 の蒸気発生器が適用された原子力発電プラントの概略構成図、図 8 は、実施例 1 の蒸気発生器を表す概略構成図である。

[0029] 実施例 1 の原子炉は、軽水を原子炉冷却材及び中性子減速材として使用し、炉心全体にわたって沸騰しない高温高压水とし、この高温高压水を蒸気発生器に送って熱交換により蒸気を発生させ、この蒸気をタービン発電機へ送って発電する加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor）である。

[0030] 実施例 1 の加圧水型原子炉を有する原子力発電プラントにおいて、図 7 に示すように、原子炉格納容器 11 は、内部に加圧水型原子炉 12 及び蒸気発生器 13 が格納されており、この加圧水型原子炉 12 と蒸気発生器 13 とは高温側送給配管 14 と低温側送給配管 15 を介して連結されており、高温側送給配管 14 に加圧器 16 が設けられ、低温側送給配管 15 に一次冷却水ポンプ 17 が設けられている。この場合、減速材及び一次冷却水（冷却材）として軽水を用い、炉心部における一次冷却水の沸騰を抑制するために、一次冷却系統は加圧器 16 により 150～160 気圧程度の高压状態を維持するように制御している。

[0031] 従って、加圧水型原子炉 12 にて、燃料（原子燃料）として低濃縮ウランまたは MOX により一次冷却水として軽水が加熱され、高温の一次冷却水が加圧器 16 により所定の高压に維持された状態で、高温側送給配管 14 を通して蒸気発生器 13 に送られる。この蒸気発生器 13 では、高温高压の一次冷却水と二次冷却水との間で熱交換が行われ、冷やされた一次冷却水は低温側送給配管 15 を通して加圧水型原子炉 12 に戻される。

[0032] 蒸気発生器 13 は、加熱された二次冷却水、つまり、蒸気を送給する配管 31 を介して蒸気タービン 32 と連結されており、この配管 31 に主蒸気隔離弁 33 が設けられている。蒸気タービン 32 は、高压タービン 34 と低压タービン 35 を有すると共に、発電機（発電装置）36 が接続されている。また、高压タービン 34 と低压タービン 35 は、その間に湿分分離加熱器 3

7 が設けられており、配管 3 1 から分岐した冷却水分岐配管 3 8 が湿分分離加熱器 3 7 に連結される一方、高圧タービン 3 4 と湿分分離加熱器 3 7 は低温再熱管 3 9 により連結され、湿分分離加熱器 3 7 と低圧タービン 3 5 は高温再熱管 4 0 により連結されている。

[0033] 更に、蒸気タービン 3 2 の低圧タービン 3 5 は、復水器 4 1 を有しており、この復水器 4 1 は、配管 3 1 からバイパス弁 4 2 を有するタービンバイパス配管 4 3 が接続されると共に、冷却水（例えば、海水）を給排する取水管 4 4 及び排水管 4 5 が連結されている。この取水管 4 4 は、循環水ポンプ 4 6 を有し、排水管 4 5 と共に他端部が海中に配置されている。

[0034] そして、この復水器 4 1 は、配管 4 7 が接続されており、復水ポンプ 4 8 、グラントコンデンサ 4 9 、復水脱塩装置 5 0 、復水ブースタポンプ 5 1 、低圧給水加熱器 5 2 が接続されている。また、配管 4 7 は、脱気器 5 3 が連結されると共に、主給水ポンプ 5 4 、高圧給水加熱器 5 5 、主給水制御弁 5 6 が設けられている。

[0035] 従って、蒸気発生器 1 3 にて、高温高圧の一次冷却水と熱交換を行って生成された蒸気は、配管 3 1 を通して蒸気タービン 3 2 （高圧タービン 3 4 から低圧タービン 3 5 ）に送られ、この蒸気により蒸気タービン 3 2 を駆動して発電機 3 6 により発電を行う。このとき、蒸気発生器 1 3 からの蒸気は、高圧タービン 3 4 を駆動した後、湿分分離加熱器 3 7 で蒸気に含まれる湿分が除去されると共に加熱されてから低圧タービン 3 5 を駆動する。そして、蒸気タービン 3 2 を駆動した蒸気は、復水器 4 1 で海水を用いて冷却されて復水となり、グラントコンデンサ 4 9 、復水脱塩装置 5 0 、低圧給水加熱器 5 2 、脱気器 5 3 、高圧給水加熱器 5 5 などを通して蒸気発生器 1 3 に戻される。

[0036] このように構成された原子力発電プラントの蒸気発生器 1 3 において、図 8 に示すように、胴部 6 1 は、密閉された中空円筒形状をなし、上部に対して下部が若干小径となっている。この胴部 6 1 は、その下部に内壁面と所定間隔をもって円筒形状をなす管群外筒 6 2 が配設されている。この管群外筒

62は、内部に所定の高さ位置に対応して複数の管支持板63が配設されると共に、この管支持板63の下方に管板64が固定されており、各管支持板63は、管板64から上方に延設された複数のステーロッド65により支持されている。そして、この管群外筒62は、内部に逆U字形状をなす複数の伝熱管66からなる伝熱管群67が配設されている。

[0037] 伝熱管群67にて、各伝熱管66は、上部がU字形状部としてのUベンド部68が構成され、下端部が管板64に拡管して支持されると共に、中間部（中途部）が複数の管支持板63により支持されている。Uベンド部68は、複数の伝熱管が管群外筒62の内外方向（上下方向）に略平行をなして配置されると共に、管群外筒62の径方向（水平方向）に略平行をなして配置されている。そして、管群外筒62の径方向に配置された各伝熱管は、その間に複数の振れ止め金具（振れ止め部材）69が介装されている。

[0038] また、胴部61は、下部が球面形状をなし、管板64の下方に隔壁70により入室71と出室72が区画形成されると共に、入口ノズル73及び出口ノズル74が形成され、各伝熱管66の一端部が入室71に連通し、他端部が出室72に連通している。

[0039] また、胴部61は、伝熱管群67の上方に給水を蒸気と熱水とに分離する気水分離器75と、この分離された蒸気の湿分を除去して乾き蒸気に近い状態とする湿分分離器76が設けられている。また、胴部61は、伝熱管群67と気水分離器75との間に、内部に二次冷却水の給水を行う給水管77が連結される一方、天井部に蒸気出口78が形成されている。即ち、給水管77から内部に給水された二次冷却水は、管群外筒62との間を流下し、管板64にて上方に循環し、伝熱管群67内を上昇するときに各伝熱管66内を流れる熱水（一次冷却水）との熱交換を行う。

[0040] 従って、図7及び図8に示すように、加圧水型原子炉12で加熱された一次冷却水が高温側送給配管14を通して蒸気発生器13の入室71に送られ、多数の伝熱管66内を通過して循環して出室72に至る。一方、復水器41で冷却された二次冷却水が冷却水配管47を通して蒸気発生器13の給水管

77に送られ、胴部61内を通過して伝熱管66内を流れる熱水（一次冷却水）と熱交換を行う。即ち、胴部61は、内部で高圧高温の一次冷却水と二次冷却水との間で熱交換が行われ、冷やされた一次冷却水は出室72から冷却水配管15を通して加圧水型原子炉12に戻される。一方、高圧高温の一次冷却水と熱交換を行った二次冷却水は、胴部61内を上昇し、気水分離器75で蒸気と熱水とに分離され、湿水分離器76でこの蒸気の湿分を除去され、蒸気出口78から配管31を通して蒸気タービン32に送られる。

[0041] このように構成された蒸気発生器13にて、図6に示すように、複数の伝熱管66は、内部に一次冷却水としての高圧水が流動し、胴部61内を流れる二次冷却水を加熱して蒸気を生成することから、振動しやすい。そのため、伝熱管66は、下端部が管板64に支持される一方、上端部にあるＵベン ド部68が振れ止め金具69により支持されている。即ち、複数の伝熱管66は、Ｕベン ド部68で各伝熱管66の間にそれぞれ振れ止め金具69が接触するように介装されることで、伝熱管の振動を抑制するようにしている。ところが、伝熱管66や振れ止め金具69は、製造誤差、組付誤差、各種部材の磨耗や熱伸びにより伝熱管と振れ止め金具との間に隙間が発生し、振れ止め金具69による伝熱管66の支持が不十分となることがある。

[0042] 実施例1の伝熱管の支持力測定装置100は、作業者が胴部61の入室71にて、伝熱管66の端部から内部に挿入し、Ｕベン ド部68における伝熱管66の内部から残留応力を計測することで、伝熱管66と振れ止め金具69との接触状態を検出し、振れ止め金具69による伝熱管66の支持力を計測するものである。

[0043] 伝熱管の支持力測定装置100は、図1に示すように、ケーブル（索状部材）101と移動体102と測定子103と制御装置（演算装置）104とから構成されている。

[0044] ケーブル101は、図示しないが、電源用ケーブル、制御用ケーブル、信号送受信用ケーブルなどが集合され、被覆ケーブルで被覆されて構成されており、伝熱管66内に挿通可能となっている。移動体102は、このケーブ

ル 101 の先端部に連結され、伝熱管 66 の内面に所定隙間をもつ円柱形状をなしている。測定子 103 は、移動体 102 の外周部に設けられており、伝熱管 66 の内面に対して測定信号の送受信を行うことができる。制御装置 104 は、測定子 103 からの測定信号に基づいて振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持力を求めることができる。

[0045] この場合、測定子 103 は、移動体 102 の軸心方向（長手方向）に複数（本実施例では、4 組）設けられており、各測定子 103 は、移動体 102 の周方向にずれ、つまり、周方向に等間隔で設けられている。そして、各測定子 103 は、移動装置 105 により移動体 102（伝熱管 66）の径方向にそれぞれ移動可能であり、伝熱管 66 の内面に接触させることができる。このとき、移動装置 105 は、複数の測定子 103 を同期して移動させることができる。

[0046] ここで、測定子 103 及び移動装置 105 について詳細に説明するが、なお、各測定子 103 及び各移動装置 105 はほぼ同様の構成であることから、移動体 102 の先端部に設けられた測定子 103 及び移動装置 105 についてのみ説明する。

[0047] 図 2 及び図 3 に示すように、移動体 102 は、先端部にモータを有する駆動装置 111 が固定され、出力軸 112 が移動体 102 の軸心に沿って延出され、回転自在に支持されている。この出力軸 112 は、外周部に偏心部 113 が固定されており、偏心部 113 の外周部に支持円盤 114 が相對移動自在に嵌合している。この支持円盤 114 は、径方向に沿って長孔 114a が形成され、移動体 102 に固定された支持ピン 115 がこの長孔 114a に係合している。そして、支持円盤 114 は、長孔 114a が形成された側の外周部に測定子 103 が固定されている。

[0048] 測定子 103 は、伝熱管 66 の内面に向けて超音波（計測信号）を送信する送信部 103a と、伝熱管 66 の内面を伝播する超音波を受信する受信部 103b とから構成され、送信部 103a と受信部 103b が伝熱管 66（伝熱管 66）の周方向に所定間隔をもって配置されている。制御装置 104

は、ケーブル 101 を介して測定子 103（送信部 103a、受信部 103b）に接続されている。そして、制御装置 104 は、送信部 103a が超音波を送信した送信時間と、受信部 103b が超音波を受信した受信時間から超音波伝播速度を求める。この場合、伝熱管 66 に応力が作用していないときの基準超音波伝播速度を求めておき、基準超音波伝播速度と測定した超音波伝播速度との変化量（差）から伝熱管 66 の応力を求める。

[0049] この伝熱管 66 の応力を求める手法は、超音波を用いた残留応力の測定方法である音弾性法を用いた手法であり、伝熱管 66 の表面（内面）を周方向に伝播する値用音波の速度を計測するものである。

[0050] そして、移動体 102 は、4 組の測定子 103（送信部 103a、受信部 103b）が設けられていることから、各測定子 103 の測定結果から求めた 4 つの超音波伝播速度を平均化して伝熱管 66 の応力を求める。なお、4 組の測定子 103（送信部 103a、受信部 103b）とは別に、校正用の測定子（図示略）を設けることで、伝熱管 66 の加工時による測定値のばらつきを補正するようにするとよい。

[0051] 伝熱管の支持力測定装置 100 による支持力測定方法は、ケーブル 101 により伝熱管 66 の端部から移動体 102 を内部に挿入する工程と、伝熱管 66 における移動体 102 の所定の挿入位置で測定子 103（送信部 103a、受信部 103b）から超音波を送信すると共に伝播する超音波を受信する測定信号送受信工程と、送受信した測定信号に基づいて振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持力を求める演算工程と、を有している。

[0052] 即ち、図 1 及び図 6 に示すように、作業者は、蒸気発生器 13 の胴部 61 の入室 71 に入り、この位置から支持力測定装置 100、つまり、ケーブル 101 により伝熱管 66 の端部から移動体 102 を内部に挿入する。このとき、各測定子 103 は、移動体 102 内に収納された位置にあり、伝熱管 66 の内面と擦れ合うことはない。そして、作業者は、ケーブル 101 を伝熱管 66 内に送り込み、移動体 102 を U ベンド部 68 における所定の計測位置、つまり、振れ止め金具 69 による伝熱管 66 の支持位置に停止させる。

この場合、事前に計測プローブなどを伝熱管 6 6 内に挿入し、計測位置、つまり、伝熱管 6 6 の端部からの距離を予め測定しておく。

[0053] 移動体 1 0 2 を U ベンド部 6 8 における所定の計測位置に停止させると、ここで、作業者は、制御装置 1 0 4 を用いて送信部 1 0 3 a から超音波を送信すると共に、受信部 1 0 3 b により超音波を受信する。即ち、図 3 及び図 4 に示すように、駆動装置 1 1 1 を駆動し、出力軸 1 1 2 を回動させ、出力軸 1 1 2 と一体の偏心部 1 1 3 を 1 8 0 度回動させる。図 4 及び図 5 に示すように、偏心部 1 1 3 が 1 8 0 度回動すると、支持円盤 1 1 4 は、長孔 1 1 4 a に支持ピン 1 1 5 が係合していることから、回動せずに長孔 1 1 4 a の長手方向に沿って移動する。すると、支持円盤 1 1 4 が移動体 1 0 2 の径方向の外方、つまり、伝熱管 6 6 の径方向に沿って内面に接近し、測定子 1 0 3 が伝熱管 6 6 の内面に接触するように押付けられる。

[0054] そして、4 つの測定子 1 0 3 が全て伝熱管 6 6 の内面に押付けられると、測定子 1 0 3 から超音波を送信すると共に超音波を受信する。制御装置 1 0 4 は、超音波を送信した時間と超音波を受信した時間から超音波伝播速度を求め、4 つの超音波伝播速度を平均化して伝熱管 6 6 の応力を求める。このとき、移動装置 1 0 5 は、移動体 1 0 3 から 4 つの支持円盤 1 1 4 を同期して移動し、4 つの測定子 1 0 3 を全て伝熱管 6 6 の内面に押付けるため、移動体 1 0 2 が伝熱管 6 6 に対して適正に支持され、高精度な測定が行われる。

[0055] このように実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置にあっては、可撓性を有して伝熱管 6 6 の端部から内部に挿入可能なケーブル 1 0 1 と、ケーブル 1 0 1 の先端部に伝熱管 6 6 の内面に所定隙間をもって連結される移動体 1 0 2 と、移動体 1 0 2 の外周部に設けられて伝熱管 6 6 の内面に対して超音波の送受信を行う測定子 1 0 3 と、測定子 1 0 3 からの測定信号に基づいて振れ止め金具 6 8 による伝熱管 6 6 の支持力を求める制御装置 1 0 4 とを設けている。

[0056] 従って、ケーブル 1 0 1 を用いて移動体 1 0 2 を伝熱管 6 6 内に挿入し、

移動体 102 に設けられた測定子 103 から伝熱管 66 の内面へ超音波の送受信を行い、制御装置 104 が測定子 103 からの超音波に基づいて振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持力を求める。そのため、伝熱管 66 の内部から振れ止め金具 68 による支持力を測定することができ、作業者が蒸気発生器 13 に入り、振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持部にアクセスする必要はなく、被爆を低減しながら、伝熱管 66 などを切断する必要もなく、伝熱管 66 と振れ止め金具 68 との接触力を高精度に測定することができる。

[0057] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、測定子 103 を伝熱管 66 の内面に向けて超音波を送信する送信部 103a と、伝熱管 66 を伝播する超音波を受信する受信部 103b とにより構成し、制御装置 104 は、送信部 103a 及び受信部 103b からの信号に基づいて超音波伝播速度の変化を求め、この超音波伝播速度の変化から伝熱管 66 の応力を求めている。従って、音弾性法を用いて伝熱管 66 の応力を求めるため、被爆を低減しながら、伝熱管 66 などを切断する必要もなく、容易に振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持力を測定することができる。

[0058] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、測定子 103 を伝熱管 66 の内面に接触させる移動装置 105 を設けている。従って、移動装置 105 により測定子 103 を伝熱管 66 の内面に接触させた状態で、この測定子 103 から伝熱管 66 の内面へ超音波の送受信を行い、制御装置 104 が測定子 103 からの信号に基づいて振れ止め金具 68 による伝熱管 66 の支持力を求めるため、測定精度を向上することができる。

[0059] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、測定子 103 を移動体 102 の周方向にずれた位置に複数配置している。従って、伝熱管 66 における周方向にずれた位置での応力を測定することができることから、伝熱管 66 における異なる位置での応力を平均化することで、測定精度を向上することができる。

[0060] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、移動装置 105 は、複数の測定

子 1 0 3 を同期して移動可能としている。従って、移動装置 1 0 5 は、複数の測定子 1 0 3 を同期して伝熱管 6 6 の内面に接触させることができ、装置を簡素化して操作性を向上することができる。

[0061] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、移動装置 1 0 5 は、測定子 1 0 3 を伝熱管 6 6 の径方向に沿って移動可能としている。従って、測定子が伝熱管 6 6 の周方向や長手方向に沿って移動することはなく、測定子 1 0 3 と伝熱管 6 6 の内面との擦れをなくして測定子 1 0 3 の損傷を防止することができる。

[0062] また、実施例 1 の伝熱管の支持力測定方法にあつては、可撓性を有するケーブル 1 0 1 により伝熱管 6 6 の端部から移動体 1 0 2 を内部に挿入する工程と、伝熱管 6 6 における移動体 1 0 2 の所定の挿入位置で移動体 1 0 2 の測定子 1 0 3 から超音波を送信すると共に超音波を受信する測定信号送受信工程と、送受信した超音波に基づいて振れ止め金具 6 8 による伝熱管 6 6 の支持力を求める演算工程とを設けている。

[0063] 従って、伝熱管 6 6 の内部から振れ止め金具 6 8 による支持力を測定することができ、作業者が蒸気発生器 1 3 に入り、振れ止め金具 6 8 による伝熱管 6 6 の支持部にアクセスする必要はなく、被爆を低減しながら、伝熱管 6 6 などを切断する必要もなく、伝熱管 6 6 と振れ止め金具 6 8 との接触力を高精度に測定することができる。

## 実施例 2

[0064] 図 8 は、実施例 1 の蒸気発生器を表す概略構成図、図 9 は、本発明の実施例 2 に係る伝熱管の支持力測定装置の要部を表す断面図である。

[0065] 実施例 2 にて、図 9 及び図 1 0 に示すように、伝熱管の支持力測定装置 2 0 0 は、ケーブル（索状部材） 2 0 1 と移動体 2 0 2 と測定子 2 0 3 と制御装置（演算装置） 2 0 4 とから構成されている。

[0066] ケーブル 2 0 1 は、図示しないが、電源用ケーブル、制御用ケーブル、信号送信用ケーブルなどが集合され、被覆ケーブルで被覆されて構成されており、伝熱管内に挿通可能となっている。移動体 2 0 2 は、このケーブル 2

01の先端部に連結され、伝熱管の内面に所定隙間をもつ円柱形状をなしている。測定子203は、移動体102の外周部に設けられており、伝熱管の内面に対して測定信号の送受信を行うことができる。制御装置204は、測定子202からの測定信号に基づいて振れ止め金具による伝熱管の支持力を求めることができる。

[0067] この場合、測定子203は、移動体102の周方向に複数（本実施例では、4組）設けられており、各測定子203は、移動体102の周方向に沿って等間隔で設けられている。そして、各測定子202は、移動装置205により移動体202（伝熱管）の径方向にそれぞれ移動可能であり、伝熱管の内面に接触させることができる。このとき、移動装置205は、複数の測定子203を同期して移動させることができる。

[0068] 移動体202は、先端部にモータを有する駆動装置211が固定され、出力軸212が移動体202の軸心に沿って延出され、回転自在に支持されている。この出力軸212は、先周部に駆動傘歯車（ベベルギア）213が固定されている。また、移動体202（本実施例では、4組）は、軸心が径方向に沿う4つの従動傘歯車（ベベルギア）214が周方向に均等間隔で複数回転自在に支持されている。そして、駆動傘歯車213が4つの従動傘歯車214に噛合っている。

[0069] また、各従動傘歯車214は、軸部の先端部にそれぞれねじ部215が形成されており、この各ねじ部215に支持部材216がそれぞれ螺合している。この各支持部材216は、移動体202に対してその径方向には移動自在であるが、自身が回転不能に支持されている。そして、各支持部材216は、その先周部にそれぞれ測定子203が固定されている。

[0070] この測定子203は、伝熱管の内面に向けて超音波（計測信号）を送信する送信部と、伝熱管の内面を伝播する超音波を受信する受信部とから構成され、同位置に配置されている。制御装置204は、ケーブル201を介して測定子203に接続されており、超音波の送信時間と受信時間から超音波伝播速度を求める。そして、移動体202は、4組の測定子203が設けられ

ていることから、各測定子 203 の測定結果から求めた 4 つの超音波伝播速度を平均化して伝熱管の応力を求める。

[0071] この伝熱管の応力を求める手法は、超音波を用いた残留応力の測定方法である音弾性法を用いた手法であり、伝熱管の内部を径方向（板厚方向）に伝播する値用音波の速度を計測するものである。

[0072] 伝熱管の支持力測定装置 200 による支持力測定方法は、ケーブル 201 により伝熱管の端部から移動体 202 を内部に挿入する工程と、伝熱管における移動体 202 の所定の挿入位置で測定子 203 から超音波を送信すると共に伝播する超音波を受信する測定信号送受信工程と、送受信した測定信号に基づいて振れ止め金具による伝熱管の支持力を求める演算工程と、を有している。

[0073] 即ち、作業者は、ケーブル 201 により伝熱管の端部から移動体 202 を内部に挿入する。このとき、各測定子 203 は、移動体 202 内に収納された位置にあり、伝熱管 66 の内面と擦れ合うことはない。そして、作業者は、ケーブル 201 を伝熱管内に送り込み、移動体 202 を所定の計測位置に停止させる。移動体 202 を所定の計測位置に停止させると、ここで、作業者は、制御装置 204 を用いて測定子 203 から超音波を送信すると共に超音波を受信する。即ち、駆動装置 211 を駆動し、出力軸 212 を回転させ、出力軸 212 と一体の駆動傘歯車 213 を回転させる。駆動傘歯車 213 を回転すると、駆動傘歯車 213 と噛合う 4 つの従動傘歯車 214 が同時に回転し、各ねじ部 215 を介して 4 つの支持部材 216 が前進する。すると、各支持部材 216 が移動体 102 の径方向の外方、つまり、伝熱管の径方向に沿って内面に接近し、各測定子 203 が伝熱管の内面に接触するように押付けられる。

[0074] そして、4 つの測定子 203 が全て伝熱管の内面に押付けられると、測定子 203 から超音波を送信すると共に超音波を受信する。制御装置 204 は、超音波を送信した時間と超音波を受信した時間から超音波伝播速度を求め、4 つの超音波伝播速度を平均化して伝熱管の応力を求める。このとき、移

動装置 205 は、移動体 203 から 4 つの支持部材 216 を同期して移動し、4 つの測定子 203 を全て伝熱管の内面に押付けるため、移動体 202 が伝熱管に対して適正に支持され、高精度な測定が行われる。

[0075] このように実施例 2 の伝熱管の支持力測定装置にあっては、可撓性を有して伝熱管の端部から内部に挿入可能なケーブル 201 と、ケーブル 201 の先端部に伝熱管の内面に所定隙間をもって連結される移動体 202 と、移動体 202 の外周部に設けられて伝熱管の内面に対して超音波の送受信を行う測定子 203 と、測定子 203 からの測定信号に基づいて振れ止め金具による伝熱管の支持力を求める制御装置 204 とを設けている。

[0076] 従って、ケーブル 201 を用いて移動体 202 を伝熱管内に挿入し、移動体 202 に設けられた測定子 203 から伝熱管の内面へ超音波の送受信を行い、制御装置 204 が測定子 203 からの超音波に基づいて振れ止め金具による伝熱管の支持力を求める。そのため、伝熱管の内部から振れ止め金具による支持力を測定することができ、作業者が蒸気発生器に入り、振れ止め金具による伝熱管の支持部にアクセスする必要はなく、被爆を低減しながら、伝熱管などを切断する必要もなく、伝熱管と振れ止め金具との接触力を高精度に測定することができる。

[0077] 実施例 1 の伝熱管の支持力測定装置では、4 つの測定子 203 を移動体 202 の周方向に沿って等間隔で配置している。従って、移動体 202 を短くすることができ、装置の小型軽量化を可能とすることができる。

[0078] なお、上述した実施例では、偏心カム機構や歯車機構により移動体 102、202 に対して測定子 103、203 を径方向に移動するように構成したが、この構成に限定されるものではない。

[0079] また、上述した実施例では、作業者が入室 71 には入り、ここからケーブル 101、201 を用いて移動体 102、202 を伝熱管 66 内に挿入したが、機械を入室 71 に持ち込み、作業者が遠隔操作により機械を駆動制御し、ケーブル 101、201 を介して移動体 102、202 を伝熱管 66 内に挿入するようにしてもよい。

[0080] また、上述した実施例では、音弾性法を利用して振れ止め金具 6 8 による伝熱管 6 6 の支持力を求めるようにしたが、この構成に限定されるものではない。

### 符号の説明

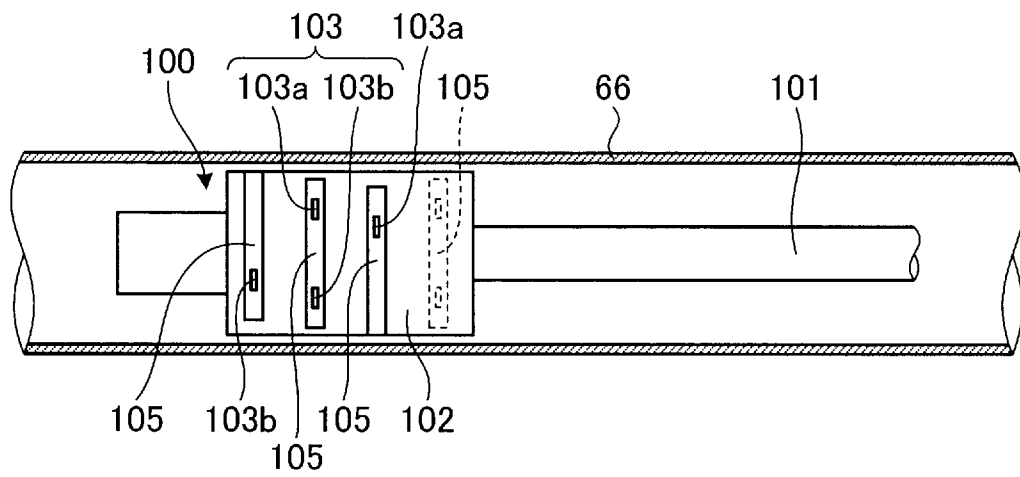
- [0081]
- 1 1 原子炉格納容器
  - 1 2 加圧水型原子炉
  - 1 3 蒸気発生器
  - 3 2 蒸気タービン
  - 3 6 発電機
  - 6 1 胴部
  - 6 2 管群外筒
  - 6 3 管支持板
  - 6 4 管板
  - 6 6 伝熱管
  - 6 7 伝熱管群
  - 6 8 Uベンド部
  - 6 9 振れ止め金具（振れ止め部材）
  - 1 0 0, 2 0 0 支持力測定装置
  - 1 0 1, 2 0 1 ケーブル（索状部材）
  - 1 0 2, 2 0 2 移動体
  - 1 0 3, 2 0 3 測定子
  - 1 0 4, 2 0 4 制御装置（演算装置）
  - 1 0 5, 2 0 5 移動装置

## 請求の範囲

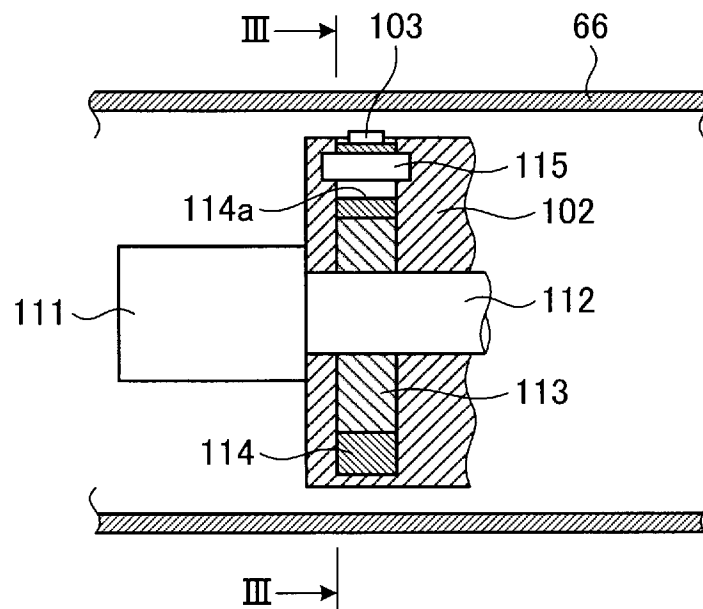
- [請求項1] 複数の伝熱管の間に振れ止め部材が介装された蒸気発生器において、
- 、
- 可撓性を有して前記伝熱管の端部から内部に挿入可能な索状部材と
- 、
- 前記索状部材の先端部に前記伝熱管の内面に所定隙間をもって連結される移動体と、
- 前記移動体の外周部に設けられて前記伝熱管の内面に対して測定信号の送受信を行う測定子と、
- 前記測定子からの測定信号に基づいて前記振れ止め部材による前記伝熱管の支持力を求める演算装置と、
- を有することを特徴とする伝熱管の支持力測定装置。
- [請求項2] 前記測定子は、前記伝熱管の内面に向けて超音波を送信する送信部と、前記伝熱管を伝播する超音波を受信する受信部とを有し、前記演算装置は、前記送信部及び受信部からの信号に基づいて超音波伝播速度の変化を求め、この超音波伝播速度の変化から前記伝熱管の応力を求めることを特徴とする請求項1に記載の伝熱管の支持力測定装置。
- [請求項3] 前記測定子を前記伝熱管の内面に接触させる移動装置が設けられることを特徴とする請求項1または2に記載の伝熱管の支持力測定装置。
- 。
- [請求項4] 前記測定子は、前記移動体の周方向にずれた位置に複数配置されることを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載の伝熱管の支持力測定装置。
- [請求項5] 前記移動装置は、前記複数の測定子を同期して移動可能であることを特徴とする請求項4に記載の伝熱管の支持力測定装置。
- [請求項6] 前記移動装置は、前記測定子を伝熱管の径方向に沿って移動可能であることを特徴とする請求項3から5のいずれか一つに記載の伝熱管の支持力測定装置。

- [請求項7]           複数の伝熱管の間に振れ止め部材が介装された蒸気発生器において
- 、
- 可撓性を有する索状部材により前記伝熱管の端部から移動体を内部に挿入する工程と、
- 前記伝熱管における前記移動体の所定の挿入位置で前記移動体から測定信号を送信すると共に測定信号を受信する測定信号送受信工程と
- 、
- 送受信した測定信号に基づいて前記振れ止め部材による前記伝熱管の支持力を求める演算工程と、
- を有することを特徴とする伝熱管の支持力測定方法。
- [請求項8]           索状部材の先端部に連結され、伝熱管の内面に所定隙間をもつ円柱形状をなし、外周部に複数の測定子が設けられることを特徴とする移動体。

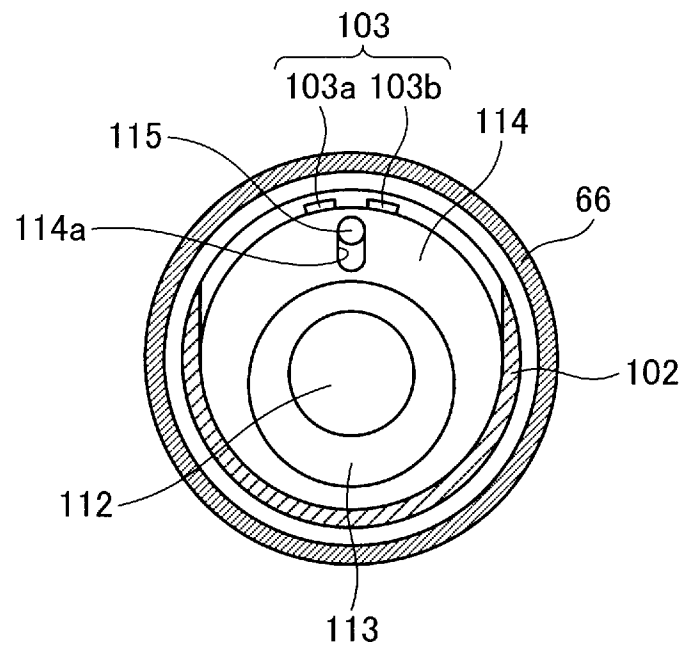
[図1]



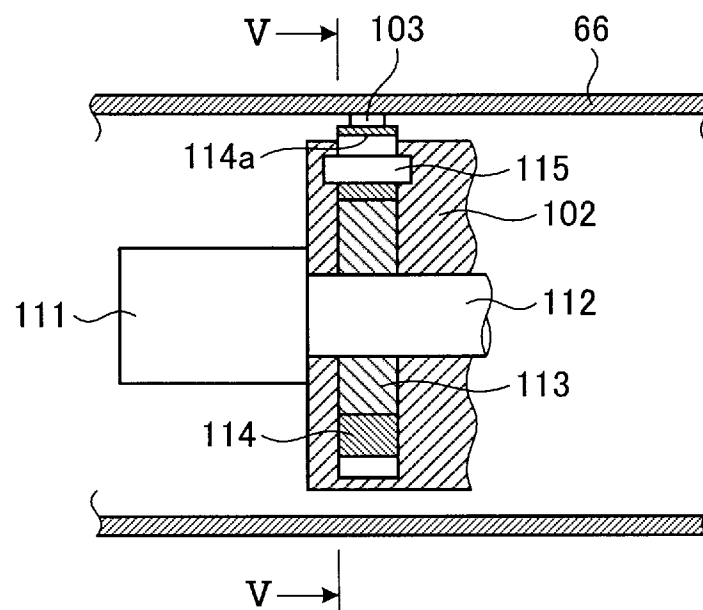
[図2]



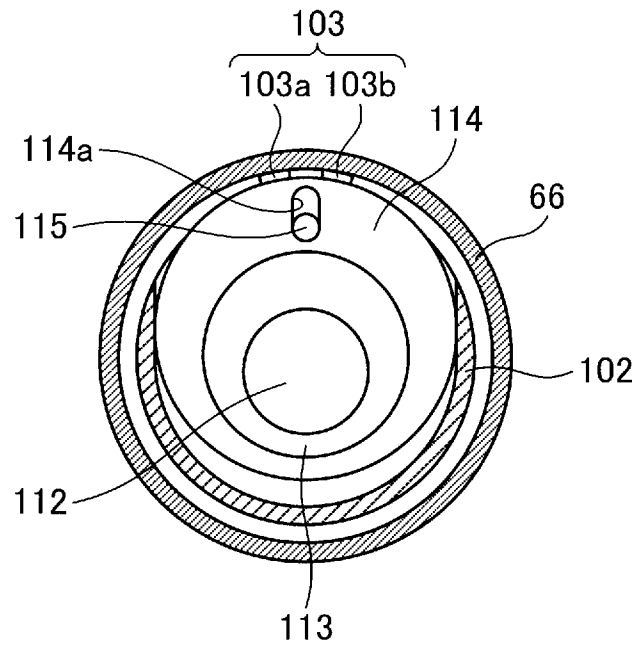
[図3]



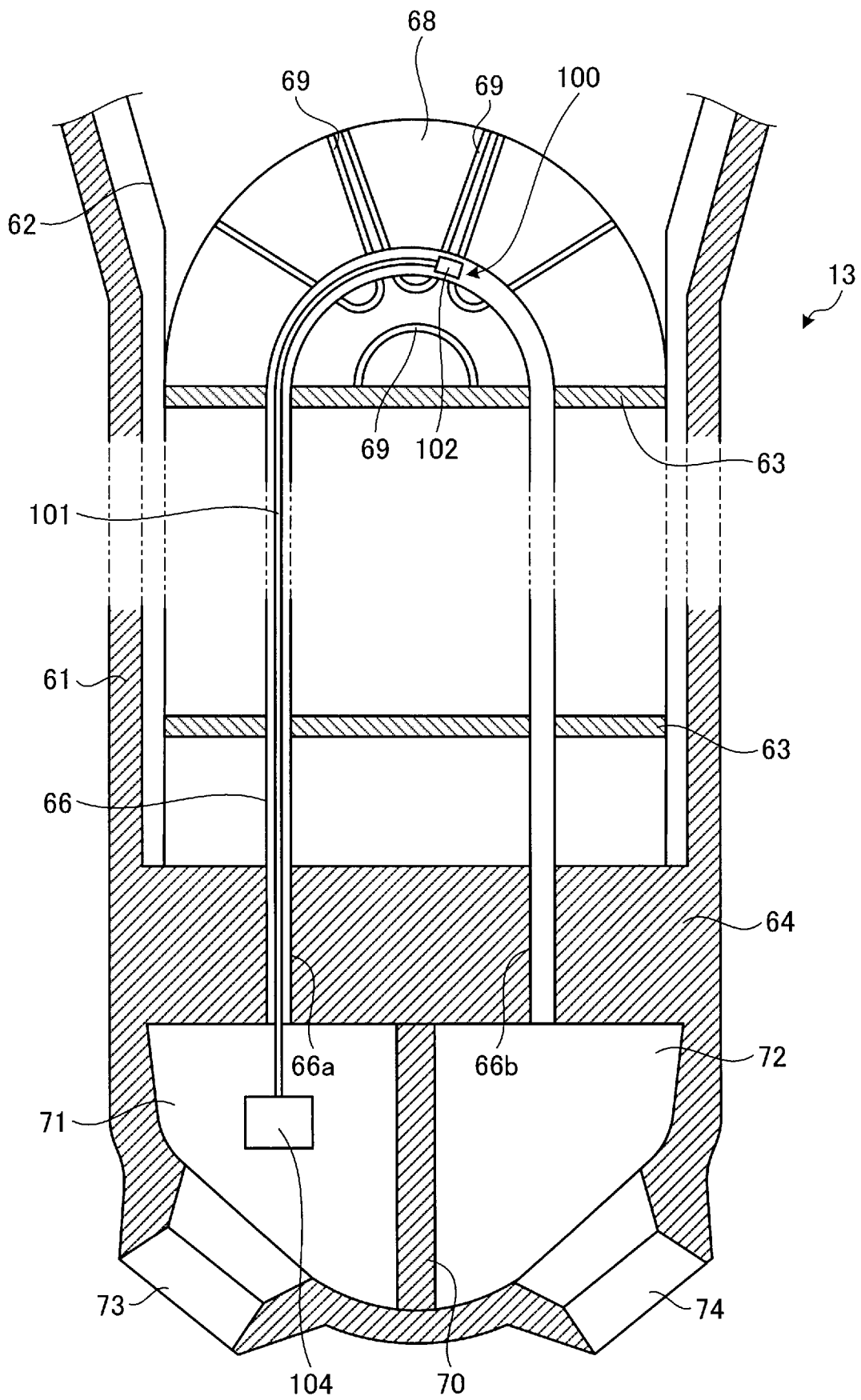
[図4]



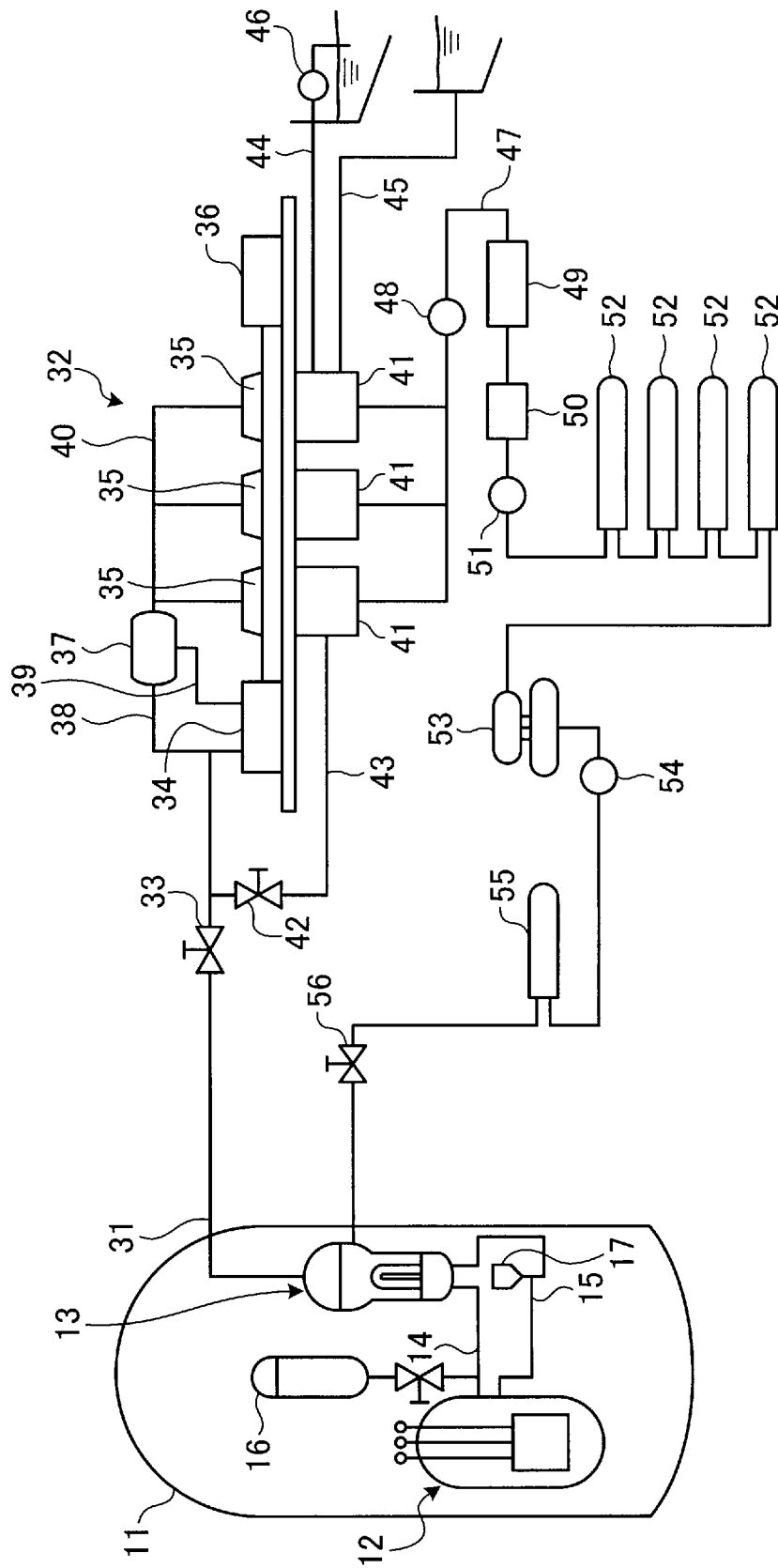
[図5]



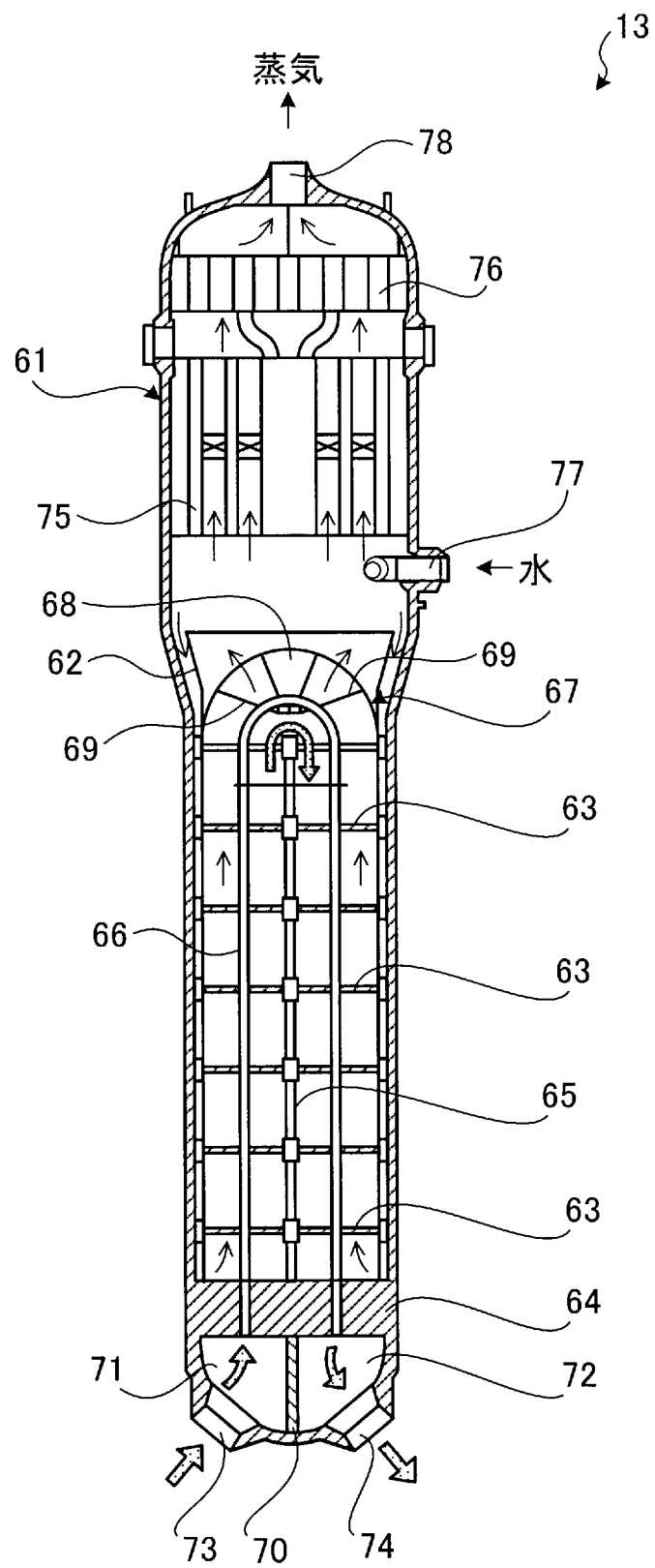
[図6]



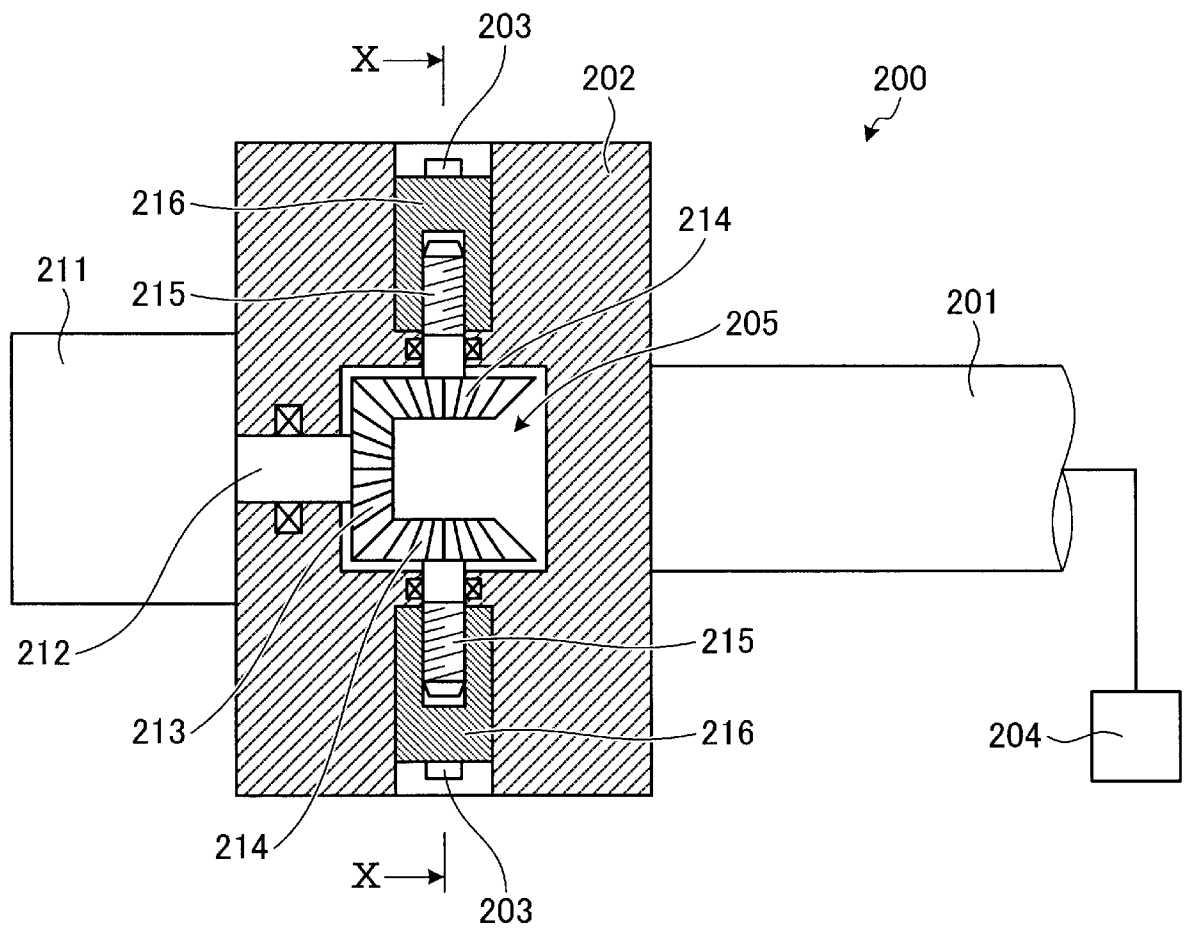
[図7]



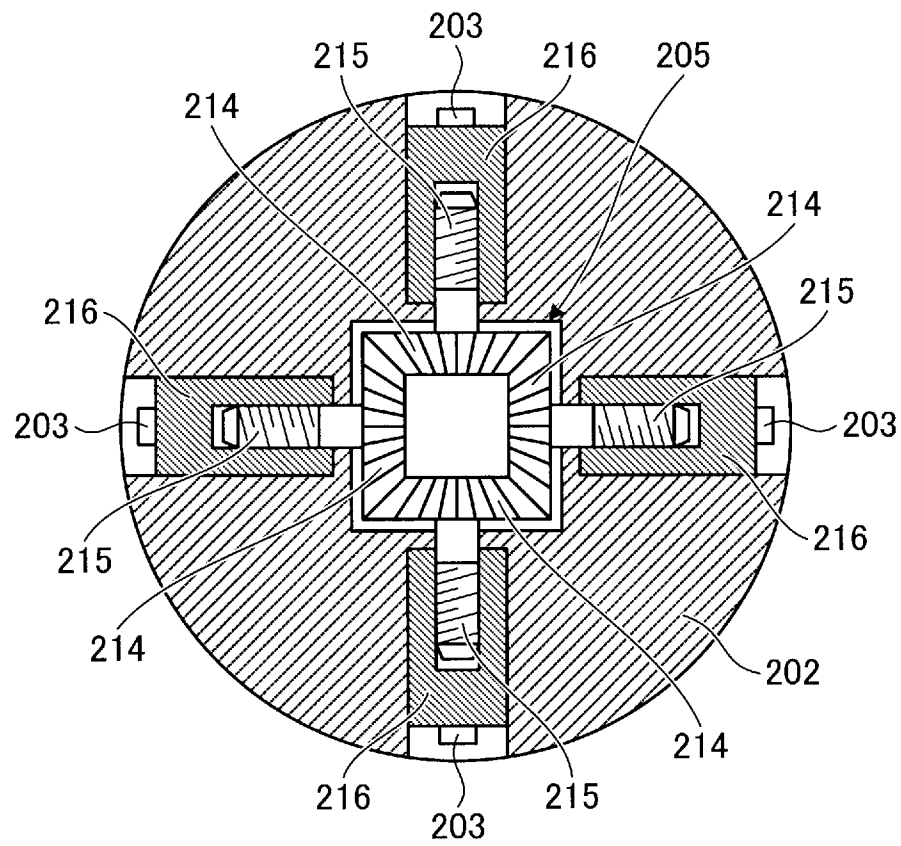
[図8]



[図9]



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072465

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N29/04(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)

G01N29/00-29/28

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 | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

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         | JP 3-095456 A (Westinghouse Electric Corp.),<br>19 April 1991 (19.04.1991),<br>entire text; all drawings<br>& US 5025215 A                 | 1-8                   |
| Y         | JP 2010-236892 A (Toshiba Corp.),<br>21 October 2010 (21.10.2010),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                          | 1-8                   |
| Y         | JP 2009-008587 A (The Tokyo Electric Power Co.,<br>Inc.),<br>05 November 2009 (05.11.2009),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-8                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"I" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06 November, 2013 (06.11.13)

Date of mailing of the international search report  
19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/072465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2001-050936 A (Hitachi Engineering Co., Ltd.),<br>23 February 2001 (23.02.2001),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)   | 1-8                   |
| A         | JP 10-332654 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>18 December 1998 (18.12.1998),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N29/04(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（I P C））

Int.Cl. G01N29/00-29/28

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 3-095456 A（ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション）<br>1991.04.19, 全文, 全図 & US 5025215 A | 1 - 8          |
| Y               | JP 2010-236892 A（株式会社東芝）2010.10.21, 全文, 全図<br>（ファミリーなし）                        | 1 - 8          |
| Y               | JP 2009-008587 A（東京電力株式会社）2009.11.05, 全文, 全図<br>（ファミリーなし）                      | 1 - 8          |

☒ 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

0 6 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）  
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5  
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）

高橋 亨

2 W

4 0 7 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2001-050936 A (日立エンジニアリング株式会社) 2001.02.23, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1 - 8          |
| A                     | JP 10-332654 A (三菱重工業株式会社) 1998.12.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)        | 1 - 8          |