

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5740288号
(P5740288)

(45) 発行日 平成27年6月24日(2015.6.24)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl. F 1
G 2 1 C 17/035 (2006.01) G 2 1 C 17/02 G D B D

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-255354 (P2011-255354)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成23年11月22日(2011.11.22)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2013-108905 (P2013-108905A)	(74) 代理人	110001380 特許業務法人東京国際特許事務所
(43) 公開日	平成25年6月6日(2013.6.6)	(72) 発明者	見城 弘章 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成26年2月27日(2014.2.27)	(72) 発明者	後藤 泰志 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
早期審査対象出願		(72) 発明者	伊藤 敏明 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝原子力エンジニアリングサービス株式会社内
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子炉水位計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ヒータを内部に設けた発熱体と、前記発熱体の高さ方向の一部で、前記発熱体の周囲を囲って設置される断熱体と、前記発熱体の前記断熱体に囲まれた断熱部分と前記断熱体に囲まれていない非断熱部分との温度差を計測する温度差計測装置とを有する計測部が、炉心下端部から原子炉压力容器底部に亘って配置される炉心下部水位計測装置であって、

原子炉压力容器に収容された炉心下端部から前記原子炉压力容器の底部までの水位を少なくとも計測する、炉心内水位計測装置から独立して設けられた炉心下部水位計測装置と、

前記温度差に基づいて前記原子炉の水位を評価する水位評価装置とを備えたことを特徴とする原子炉水位計測システム。

【請求項2】

ヒータを内部に設けた発熱体と、前記発熱体の高さ方向の一部で、前記発熱体の周囲を囲って設置される断熱体と、前記発熱体の前記断熱体に囲まれた断熱部分と前記断熱体に囲まれていない非断熱部分との温度差を計測する温度差計測装置とを有する計測部が、前記炉心の鉛直方向範囲内に配置される炉心内水位計測装置であって、

前記炉心の鉛直方向範囲内の水位を計測する炉心内水位計測装置を、前記炉心下部水位計測装置から独立してさらに備えた請求項1記載の原子炉水位計測システム。

【請求項3】

前記原子炉压力容器は、前記炉心の中性子束を監視する中性子検出器と、前記中性子検出

器を格納する保護管とを備え、

前記炉心下部水位計測装置は、前記中性子検出器と共に前記保護管に格納された請求項 1 または 2 記載の原子炉水位計測システム。

【請求項 4】

前記原子炉圧力容器は、前記炉心の中性子束を監視する中性子検出器と、前記中性子検出器を格納する保護管とを備え、

前記炉心下部水位計測装置および前記炉心内水位計測装置は、前記中性子検出器と共に同じ前記保護管に格納された請求項 2 記載の原子炉水位計測システム。

【請求項 5】

前記炉心下部水位計測装置は、前記炉心の外周部に配置された請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の原子炉水位計測システム。 10

【請求項 6】

前記炉心下部水位計測装置は、炉心に対して異なる区分に複数配置した請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の原子炉水位計測システム。

【請求項 7】

前記炉心下部水位計測装置または前記炉心内水位計測装置は複数設けられ、各炉心下部水位計測装置または各前記炉心内水位計測装置の前記温度差計測装置は互いに鉛直方向に異なる箇所に設けられた請求項 2 記載の原子炉水位計測システム。

【請求項 8】

前記炉心下部水位計測装置または前記炉心内水位計測装置は、温度を計測する温度計測装置をさらに備えた請求項 2 記載の原子炉水位計測システム。 20

【請求項 9】

前記温度計測装置は、鉛直方向に沿う複数箇所の温度を計測する請求項 8 記載の原子炉水位計測システム。

【請求項 10】

前記温度計測装置は、前記炉心の水平方向中心部に配置された請求項 8 記載の原子炉水位計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】 30

本発明は、原子炉内の水位を計測する原子炉水位計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

沸騰水型原子力発電プラントにおいては、原子炉内部の水位を監視するための水位計がいくつか提案されている。例えば特許文献 1 において、炉心内の水位を計測するための監視装置が提案されている。この監視装置は、原子炉のガンマ線発熱を利用したものであり、熱電対とステンレス棒とを組み合わせた構造のセンサを炉内に挿入し、出力の交流成分および直流成分を検出することにより連続的に炉内水位の監視を行うものであった。

【先行技術文献】

【特許文献】 40

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 39083 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

引用文献 1 の監視装置は、冷却水の冷却材が炉心内にある場合の水位評価を想定している。このため、炉内の水位が炉心より低くなる場合には監視不能となる。

【0005】

また、炉心近傍に設置する水位計は、原子炉内の水位が極端に低下した場合、燃料により加熱され正常に動作しない恐れがある。また、炉心の異常加熱により高温の落下物が発 50

生したり、炉心損傷、燃料溶融、溶融燃料の原子炉底部の貫通などの状況が発生したりした場合、その落下物により原子炉水位計測システムが損傷し、正常に動作しない恐れがある。

【0006】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、原子炉内の状態によらずに原子炉の水位を計測することができる原子炉水位計測システム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】

【0007】

本発明に係る原子炉水位計測システムは、上述した課題を解決するために、ヒータを内部に設けた発熱体と、前記発熱体の高さ方向の一部で、前記発熱体の周囲を囲って設置される断熱体と、前記発熱体の前記断熱体に囲まれた断熱部分と前記断熱体に囲まれていない非断熱部分との温度差を計測する温度差計測装置とを有する計測部が、炉心下部から原子炉圧力容器底部に亘って配置される炉心下部水位計測装置であって、原子炉圧力容器に収容された炉心下部から前記原子炉圧力容器の底部までの水位を少なくとも計測する、炉心内水位計測装置から独立して設けられた炉心下部水位計測装置と、前記温度差に基づいて前記原子炉の水位を評価する水位評価装置とを備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る原子炉水位計測システムにおいては、原子炉内の状態によらずに原子炉の水位を計測することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態における原子炉水位計測システムの構成図。

【図2】炉心内水位計測装置および炉心下部水位計測装置の炉心内における配置例を示す平面図。

【図3】図1の領域IIIであり計測部の拡大図。

【図4】図3のIV-IV線に沿う水平断面図。

【図5】炉心の一部が損傷（燃料溶融）し、炉心内水位計測装置が損傷した場合の説明図。

【図6】第2実施形態における原子炉水位計測システムの構成図。

30

【図7】第2実施形態における原子炉水位計測システムの計測範囲を説明するための説明図。

【図8】第3実施形態における原子炉水位計測システムの構成図。

【図9】炉心内水位計測装置の炉心内における配置例を示す平面図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明に係る原子炉水位計測システムの実施形態を添付図面に基づいて説明する。各実施形態においては、本発明に係る原子炉水位計測システムを沸騰水型原子炉に適用して説明する。

【0011】

40

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態における原子炉水位計測システム1の構成図である。

【0012】

原子炉水位計測システム（水位計測システム）1は、炉心内水位計測装置11、および炉心下部水位計測装置12を有する。

【0013】

炉心内水位計測装置11および炉心下部水位計測装置12（両者を区別しない場合には、単に「水位計測装置11、12」という。）は、炉心3の中性子束を監視する中性子検出器4の保護管5に、中性子検出器4と共に格納される。保護管5は、炉心3内に配置され、原子炉圧力容器（圧力容器）2の底部を貫通する。保護管5の下端部は開放可能であ

50

り、水位計測装置 1 1、1 2 は保護管 5 に適宜出し入れ可能である。

【 0 0 1 4 】

炉心内水位計測装置 1 1 は、炉心 3 内の鉛直方向の水位を計測するため、炉心 3 の鉛直方向範囲内に配置される。炉心下部水位計測装置 1 2 は、少なくとも炉心 3 下端部から圧力容器 2 底部の鉛直方向の水位を計測するため、炉心 3 下端部から圧力容器 2 底部に亘って配置される。第 1 実施形態においては、炉心下部水位計測装置 1 2 は、炉心 3 下端部から圧力容器 2 外の方までの鉛直方向の水位を計測するため、炉心 3 下端部から圧力容器 2 底部、圧力容器 2 外の方に亘って配置される。

【 0 0 1 5 】

水位計測装置 1 1、1 2 は、炉心 3 の外周部（炉心 3 の外周部に配置された保護管 5 ）に配置される。また、水位計測装置 1 1、1 2 は、炉心 3 に対して異なる区分であって、2 区分または 4 区分対象となるように配置される。

10

【 0 0 1 6 】

図 2 は、炉心内水位計測装置 1 1 および炉心下部水位計測装置 1 2 の炉心 3 内における配置例を示す平面図である。

【 0 0 1 7 】

水位計測装置 1 1、1 2 は、例えば 4 区分対象となるように炉心 3 の外周に沿って配置される。これにより、水位計測システム 1（水位計測装置 1 1、1 2）の単一故障、または同区分の給電システムの単一故障を想定した場合においても、残りの 3 区分（2 区分の場合は残りの 1 区分）で水位を計測できる。

20

【 0 0 1 8 】

図 3 は、図 1 の領域 III であり計測部 1 5 の拡大図である。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、図 3 の IV - IV 線に沿う水平断面図である。

【 0 0 2 0 】

水位計測装置 1 1、1 2 は、共通した構成を有する計測部 1 5 を有する。図 3 および図 4 に示すように、計測部 1 5 は、発熱体 2 1、断熱体 2 2、温度差計測装置 2 3、およびヒータ 2 4 を有する。

【 0 0 2 1 】

発熱体 2 1 は、水位計測範囲において鉛直方向に伸びた棒状部材である。発熱体 2 1 は、炉心 3 より照射されるガンマ線やヒータ 2 4 の熱により発熱する部材であって、例えばステンレスで形成される。断熱体 2 2 は、例えばアルゴンガスが封入された筒状部材であり、発熱体 2 1 の高さ方向の一部で、発熱体 2 1 の周囲を囲って設置される。断熱体 2 2 は、発熱体 2 1 の周囲への熱放出を抑制する。

30

【 0 0 2 2 】

温度差計測装置 2 3 は、発熱体 2 1 の断熱体 2 2 に囲まれた断熱部分の温度と、囲まれていない非断熱部分の温度差を計測する。温度差計測装置 2 3 は、例えば 2 つ一組の熱電対や測温抵抗体、または断熱部分と非断熱部分とにそれぞれ接点を有する差動式熱電対である。

【 0 0 2 3 】

ヒータ 2 4 は、例えば発熱体 2 1 の内部に発熱体 2 1 に沿って設けられ、発熱体 2 1 を加熱する。ヒータ 2 4 は、断熱体 2 2 および温度差計測装置 2 3 近傍を加熱できればよく、他の部分においては発熱するヒータ線以外の導線であってもよい。

40

【 0 0 2 4 】

発熱体 2 1、断熱体 2 2、温度差計測装置 2 3、およびヒータ 2 4 は、絶縁物 3 0 が充填された保護管 2 6 に収容される。なお、図 3 においては、絶縁物 3 0 および保護管 2 6 の図示は省略する。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示す水位評価装置 2 5 は、ヒータ 2 4 と接続され、ヒータ 2 4 に所要の電流を流す。また、水位評価装置 2 5 は、温度差計測装置 2 3 と信号線 2 8 で接続され、温度差計

50

測装置 2 3 で計測された断熱部分および非断熱部分の温度差データを取得する。水位評価装置 2 5 は、温度差計測装置 2 3 の周囲が冷却材（炉水）である場合と空気である場合との温度差データを予め保持する。水位評価装置 2 5 は、温度差計測装置 2 3 から取得された温度差データと予め保持する温度差データとを比較し、温度差計測装置 2 3 の周囲が冷却材であるか空気であるかを評価する。

【 0 0 2 6 】

信号線 2 8 は、温度差計測装置 2 3 で計測された温度差を圧力容器 2 外に供給する。信号線 2 8 は、熔融燃料による圧力容器 2 の底部損傷や圧力容器 2 を格納する格納容器内への熔融燃料の落下が発生した場合を考慮した位置に布設されるのが好ましい。例えば、信号線 2 8 は、圧力容器 2 の底部中心を通過しないように布設される。

10

【 0 0 2 7 】

次に、第 1 実施形態における水位計測システム 1 の作用について説明する。

【 0 0 2 8 】

一般的に、沸騰水型原子炉は、炉心 3 の中性子監視に用いられる中性子検出器 4 と保護管 5 とを備えている。そこで、水位計測装置 1 1、1 2 は、保護管 5 内に設置することで、水位計測システム 1 の設置に伴う圧力容器 2、炉心 3 およびこの炉心 3 を囲うシュラウドの構造変更が不要になる。また、保護管 5 は炉心 3 に均一に多数配置されているため、水位計測装置 1 1、1 2 を任意の保護管 5 位置に設置することができる。

【 0 0 2 9 】

原子炉の運転中において炉心 3 よりガンマ線が放出されると、発熱体 2 1 は発熱する。発熱体 2 1 の熱量は、断熱体 2 2 の周囲（保護管 2 6 の周囲）の冷却材または空気により除熱される。一方、断熱体 2 2 に囲まれた発熱体 2 1 の断熱部分は、非断熱部分とは異なり冷却材または空気により除熱されないため、非断熱部分と比較して高温状態を維持する。非断熱部分の熱量は、上下方向に徐々に移動し、冷却材または空気により除熱される。

20

【 0 0 3 0 】

ここで、冷却材は、空気に比べて除熱能力が高い（熱伝導率大きい）。このため、温度差計測装置 2 3 の周囲が冷却材である場合の非断熱部分の温度は、周囲が空気である場合の非断熱部分の温度に比べて小さくなる。このため、周囲が冷却材である場合の断熱部分と非断熱部分との温度差は、周囲が空気である場合の温度差よりも大きい。

【 0 0 3 1 】

水位評価装置 2 5 は、得られた温度差データと予め保持する温度差データとを比較し、温度差計測装置 2 3 の周囲が冷却材であるか否か、すなわち冷却材の水位が温度差計測装置 2 3 より高いか、または低いかを評価する。

30

【 0 0 3 2 】

なお、炉心 3 の出力が低くガンマ線の放出量が少なく、温度差計測装置 2 3 において所要の温度差が得られない場合、水位計測システム 1 は、ガンマ線に代えてヒータ 2 4 により発熱体 2 1 を加熱する。水位計測システム 1 は、ガンマ線による発熱を利用した場合と同様に、冷却材の水位を計測することができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、第 1 実施形態における水位計測システム 1 は、炉心 3 の下端部より下方の水位を計測するために炉心下部水位計測装置 1 2 を有する。このため、水位計測システム 1 は、炉心 3 から圧力容器 2 底部までの鉛直方向水位を監視することが可能になる。

40

【 0 0 3 4 】

例えば、図 5 に示すように、炉心の一部が損傷（燃料溶融）した場合、炉心内水位計測装置 1 1 も同時に溶融し、監視機能を喪失する恐れがある。これに対し、炉心下部水位計測装置 1 2 は、炉心内水位計測装置 1 1 とは独立して設けられているため、圧力容器 2 内に冷却材がある状態においては水位を継続して監視することができる。

【 0 0 3 5 】

炉心 3 の外周部は中心部と比較して燃料密度が低く温度が低いことから、炉心内水位計測装置 1 1 は炉心 3 の最外周に配置される。これにより、水位計測システム 1 は、炉心 3

50

の中心部の部分的な燃料溶融時には炉心内水位計測装置 1 1 を損傷させることがない。

【 0 0 3 6 】

この水位計測システム 1 によれば、通常時のみならず圧力容器 2 内の水位が極端に低下した場合であっても簡素な構成で圧力容器 2 内の冷却材の水位を継続して計測できる。

【 0 0 3 7 】

また、水位計測装置 1 1、1 2 は、沸騰水型原子炉に既設の中性子検出器 4 の保護管 5 に格納されるため、水位計測システム 1 を設ける場合には圧力容器 2 内に新たな構成を追加する必要がなく、取付のための工程や作業量を低減できる。

【 0 0 3 8 】

また、水位計測システム 1 は、炉心内水位計測装置 1 1 と炉心下部水位計測装置 1 2 とを独立して設けた。このため、例えば炉心 3 の一部が損傷（燃料溶融）し、炉心内水位計測装置 1 1 が損傷した場合であっても、炉心下部水位計測装置 1 2 により水位を評価することができる。

10

【 0 0 3 9 】

なお、第 1 実施形態における炉心内水位計測装置 1 1 および炉心下部水位計測装置 1 2 は、共通の保護管 5 に格納する例を説明したが、異なる保護管 5 に格納されたり、また保護管 5 に格納されなくてもよい。

【 0 0 4 0 】

[第 2 実施形態]

図 6 は、第 2 実施形態における原子炉水位計測システム 4 1 の構成図である。

20

【 0 0 4 1 】

第 2 実施形態における原子炉水位計測システム（水位計測システム）4 1 は、第 1 実施形態の水位計測システム 1 に対し、炉心内水位計測装置 1 1 および炉心下部水位計測装置 1 2 が複数本ずつ、計測部 1 5 の位置を鉛直方向に異ならせて設けられた点である。このため、第 2 実施形態の水位計測システム 4 1 における第 1 実施形態と対応する構成および部分については同一の符号を付し、または図示を省略し、重複する説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

炉心内水位計測装置 1 1 a、1 1 b は、複数本（図 6 においては説明の都合上 2 本）設けられる。複数の炉心内水位計測装置 1 1 a、1 1 b に設けられる計測部 1 5 は、互いに鉛直方向に異なる箇所設けられる。すなわち、炉心内水位計測装置 1 1 a の計測部 1 5 a₁、1 5 a₂、1 5 a₃ と、炉心内水位計測装置 1 1 b の計測部 1 5 b₁、1 5 b₂、1 5 b₃ とは、計測範囲が異なるように設けられる。

30

【 0 0 4 3 】

なお、図 6 においては説明の都合上、炉心下部水位計測装置 1 2 および中性子検出器 4 の図示は省略する（第 3 実施形態についても同様）が、炉心下部水位計測装置 1 2 についても炉心内水位計測装置 1 1 a、1 1 b と同様に複数本設けられ、計測部 1 5 は互いに鉛直方向に異なる箇所設けられる。

【 0 0 4 4 】

次に、第 2 実施形態における水位計測システム 4 1 の作用について説明する。

【 0 0 4 5 】

図 7 は、第 2 実施形態における水位計測システム 4 1 の計測範囲を説明するための説明図である。

40

【 0 0 4 6 】

1 本の炉心内水位計測装置 1 1 に設けることができる計測部 1 5 の個数は物理的に有限であり、その個数によって弁別可能な水位の範囲が決定される。これに対し、第 2 実施形態における水位計測システム 4 1 は、複数本の炉心内水位計測装置 1 1 a、1 1 b を設け、計測部 1 5 を互いに鉛直方向に異なる位置に配置することで、水位の検知精度を高めることができる。

【 0 0 4 7 】

具体的には、水位計測システム 4 1 は、炉心内水位計測装置 1 1 a の計測部 1 5 a₁、

50

15a₂、15a₃により、鉛直方向における高さA₁、高さA₂、高さA₃における温度差を計測する。現在の炉水は水位Lであるため、炉心内水位計測装置11aは、計測部15a₁、15a₂、15a₃の計測結果から、高さA₂と高さA₃との間に炉水の水位Lがあることを検出する。

【0048】

また、水位計測システム41は、炉心内水位計測装置11bの計測部15b₁、15b₂、15b₃により、鉛直方向における高さB₁、高さB₂、高さB₃における温度差を計測する。同様に、炉心内水位計測装置11bは、計測部15b₁、15b₂、15b₃の計測結果から、高さB₁と高さB₂との間に炉水の水位Lがあることを検出する。

【0049】

水位計測システム41は、炉心内水位計測装置11a、11bの検出結果に基づいて、炉心内水位計測装置11a、11bの重複する範囲である高さA₂から高さB₂の間に炉水の水位Lがあることがわかる。

【0050】

このように、第2実施形態における水位計測システム41は、複数本の炉心内水位計測装置11および炉心下部水位計測装置12から算出される水位を重ね合わせることで、個々の水位計測装置11、12の構造変更をすることなく、水位の検知精度を高めることができる。

【0051】

[第3実施形態]

図8は、第3実施形態における原子炉水位計測システム51の構成図である。

【0052】

図9は、炉心内水位計測装置11の炉心3内における配置例を示す平面図である。

【0053】

第3実施形態における原子炉水位計測システム(水位計測システム)51は、第1実施形態の水位計測システム1に対し、炉心内水位計測装置11および炉心下部水位計測装置12がさらに温度計測装置を有する点である。このため、第3実施形態の水位計測システム51における第1実施形態と対応する構成および部分については同一の符号を付し、または図示を省略し、重複する説明を省略する。

【0054】

炉心内水位計測装置11は、例えば炉心3内または炉心3外に温度計測装置52を有する。温度計測装置52は、圧力容器2内外の温度計測が可能な装置である。温度計測装置52は、例えば計測部15とは異なる位置に設けられ、炉心3領域内から圧力容器2内の炉心3下部、圧力容器2外の下方に亘って鉛直方向に複数個設けられる。

【0055】

図9に示すように、炉心内水位計測装置11は、水平方向に炉心3中心、炉心3外周に配置される。

【0056】

第3実施形態における水位計測システム51は、温度計測装置52により、原子炉水位の計測に加えて、燃料冷却状態を示す炉心3の温度を計測する。水位計測システム51は、計測された温度に基づいて、燃料が溶融する温度限界に達するかどうかを監視することができる。

【0057】

また、水位計測システム51は、温度計測装置52を有する炉心内水位計測装置11を炉心3中心部と炉心3外周部に設けたため、計測部15から得られる信号と合わせて、燃料の立体的な温度分布を監視することができる。これにより、水位計測システム51は、燃料が溶融する可能性のある領域を推定することができる。

【0058】

さらに、水位計測システム51は、温度計測装置52を炉心3領域内から圧力容器2内の炉心3下部、圧力容器2外の下方に亘って鉛直方向に複数個設けるため、高温溶融燃料

10

20

30

40

50

の挙動を把握することができる。

【 0 0 5 9 】

具体的には、水位計測システム 5 1 は、炉心 3 領域内から圧力容器 2 内の炉心 3 下部、圧力容器 2 外の下方に亘って設けられた温度計測装置 5 2 により、熔融燃料の圧力容器 2 下部への移動を監視することができる。これにより、水位計測システム 5 1 は、移動する熔融燃料の位置を推定することができる。また、熔融燃料による圧力容器 2 底部損傷、および熔融燃料の格納容器内への流出が生じた場合には、水位計測システム 5 1 は、圧力容器 2 外の領域に配置された温度計測装置 5 2 で圧力容器 2 底部の損傷有無を確認することができる。

【 0 0 6 0 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【 0 0 6 1 】

例えば、炉心内水位計測装置 1 1 は、差圧式水位計などの異なる方式の水位計測装置を適用してもよい。

【 0 0 6 2 】

また、水位計測装置 1 1、1 2 は、温度差計測装置 2 3 に代えて温度計測装置を有し、複数個の温度測定装置の温度差を計測することにより水位を計測してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

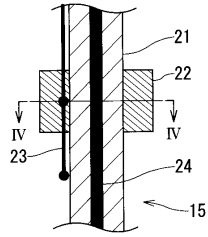
- 1、4 1、5 1 原子炉水位計測システム（水位計測システム）
- 2 原子炉圧力容器（圧力容器）
- 3 炉心
- 4 中性子検出器
- 5 保護管
- 1 1、1 1 a、1 1 b 炉心内水位計測装置
- 1 2 炉心下部水位計測装置
- 1 5、1 5 a₁ ~ 1 5 a₃、1 5 b₁ ~ 1 5 b₃ 計測部
- 5 2 温度計測装置

10

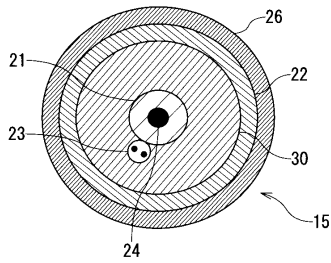
20

30

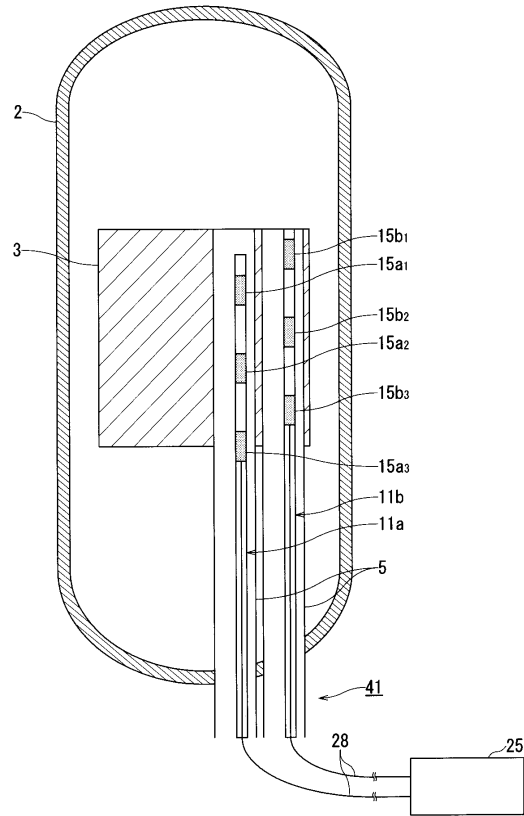
【図3】



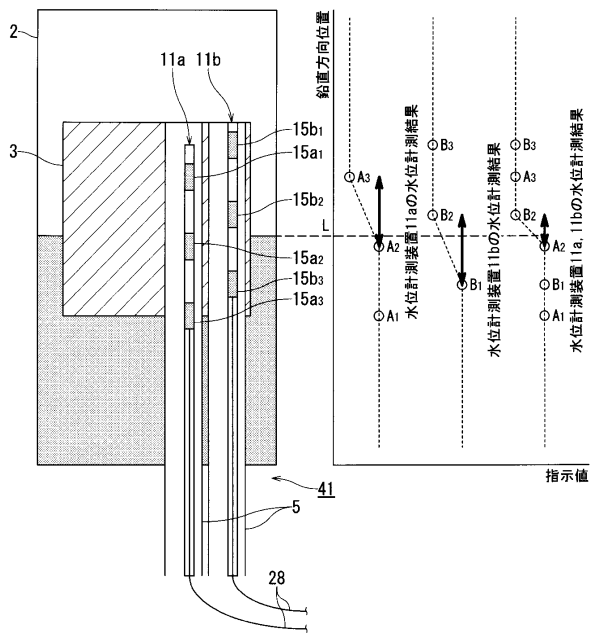
【図4】



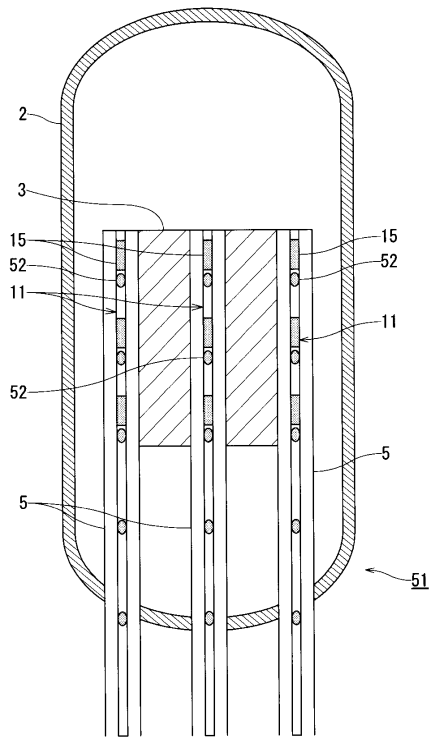
【図6】



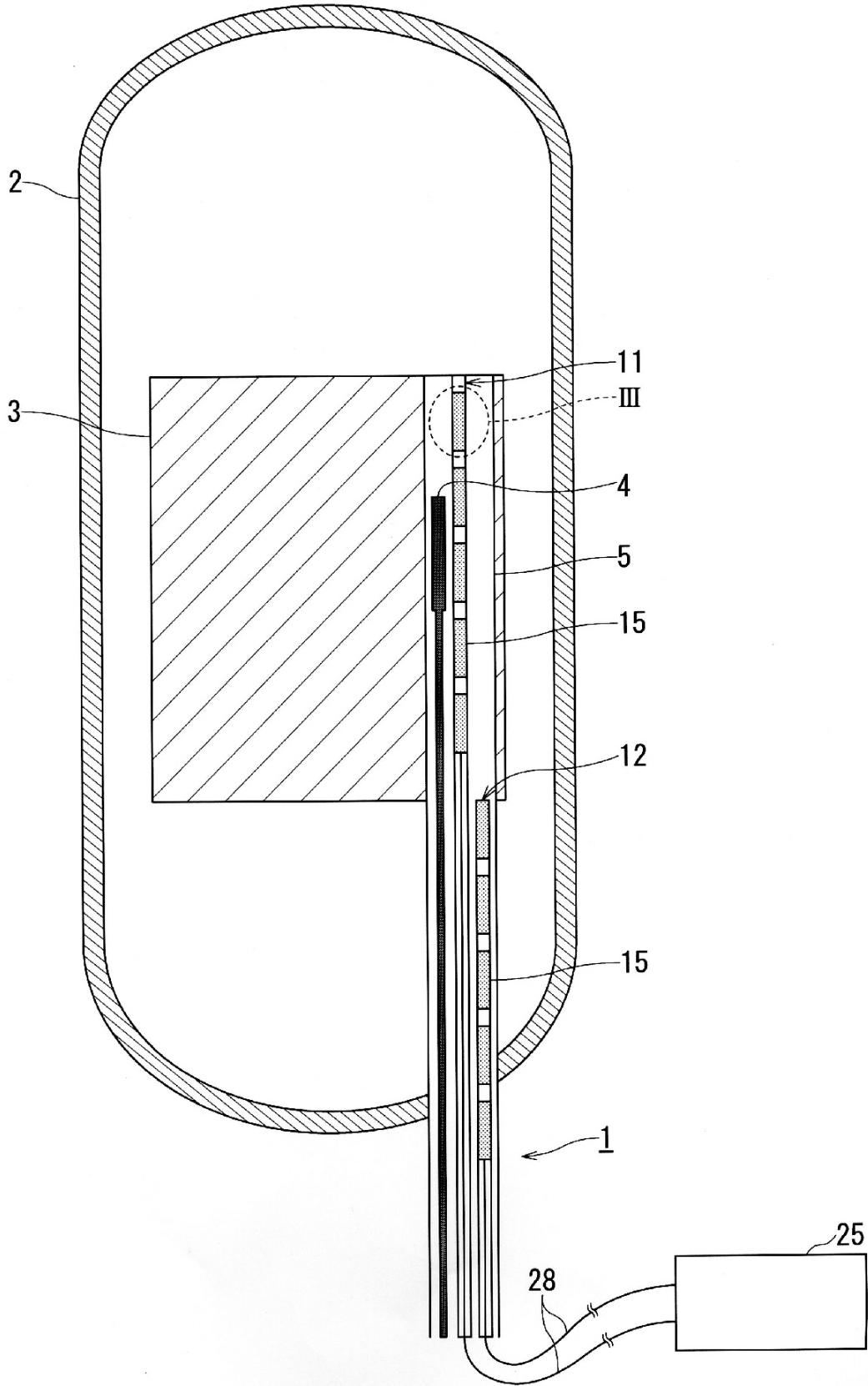
【図7】



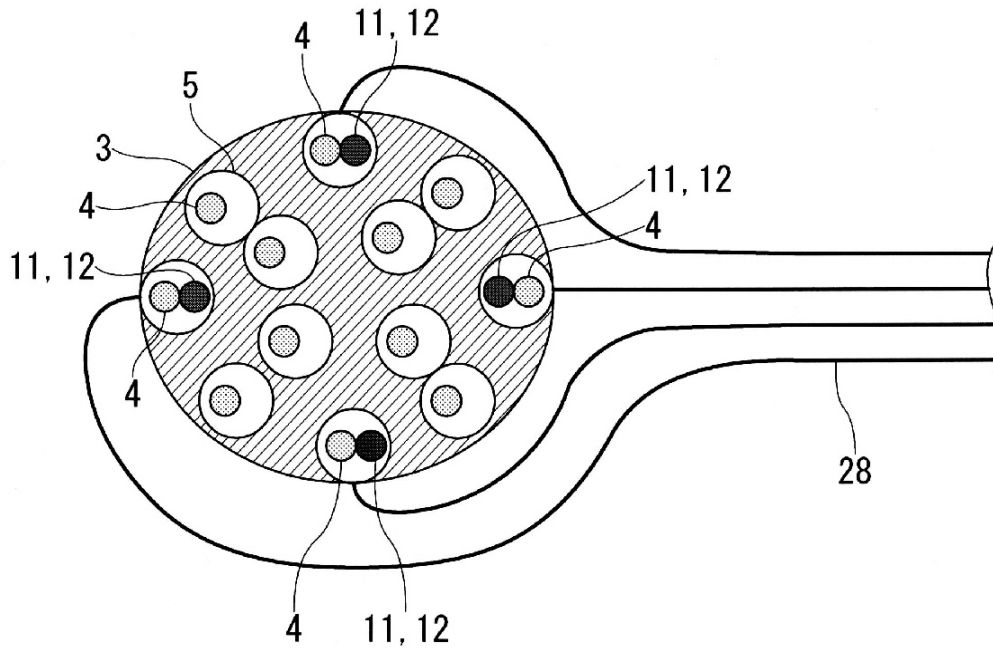
【図8】



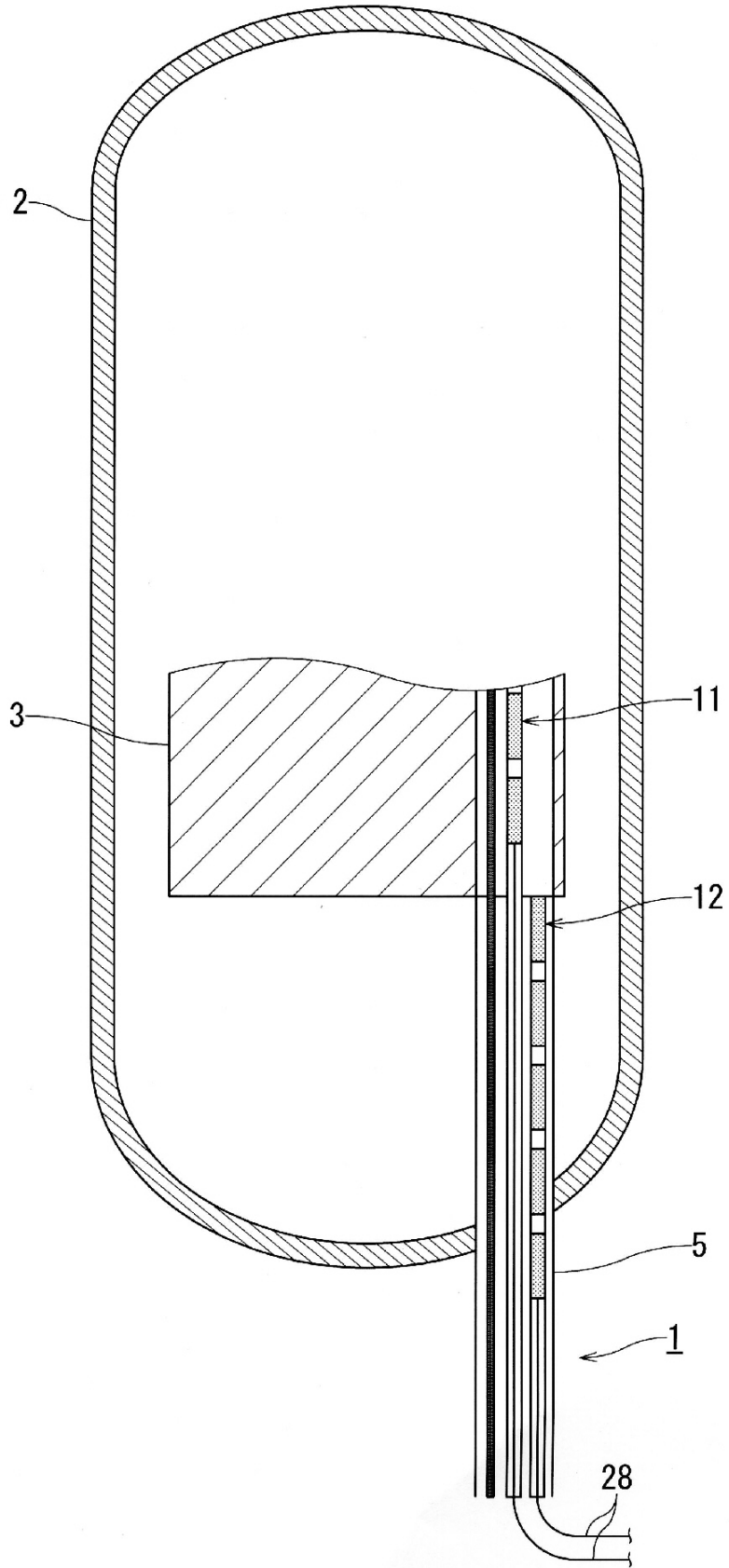
【図1】



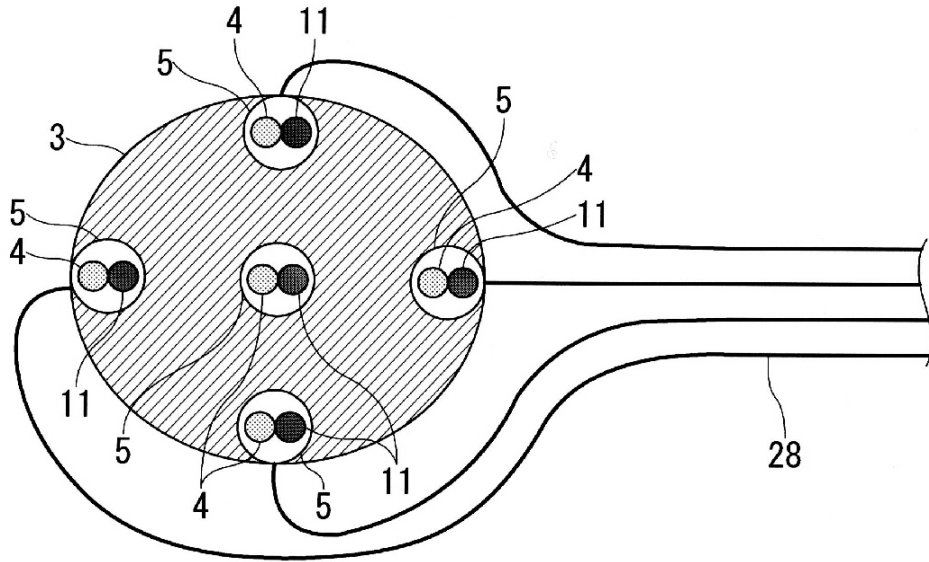
【図2】



【図5】



【図9】



フロントページの続き

審査官 青木 洋平

(56)参考文献 特開平10-039083(JP,A)

特開平04-064098(JP,A)

特開昭56-046429(JP,A)

特開昭57-000521(JP,A)

特開昭61-102593(JP,A)

東京電力株式会社, 東京電力 福島第一原子力発電所1号機の炉心状態について, [online], 日本, 2011年5月15日, , [検索日 2013.02.05], インターネット URL: http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110515

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 17/035