

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5583153号
(P5583153)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 1 F	23/22	(2006.01)
<i>G 2 1 C</i>	<i>19/07</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>G 2 1 C</i>	<i>17/035</i>	<i>(2006.01)</i>

GO 1 F	23/22
G 2 1 C	19/06
G 2 1 C	17/02

A
H
D

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-14554 (P2012-14554)
(22) 出願日	平成24年1月26日 (2012.1.26)
(65) 公開番号	特開2013-156036 (P2013-156036A)
(43) 公開日	平成25年8月15日 (2013.8.15)
審査請求日	平成26年2月27日 (2014.2.27)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人	110001380 特許業務法人東京国際特許事務所
(72) 発明者	西村 堅太郎 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内
(72) 発明者	長瀬 克基 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内
(72) 発明者	白石 藤雄 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液面レベル検知装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体保持容器内に、温度センサ及びその検出点の近傍に配置されるヒータを封入したプローブを前記液体保持容器の鉛直方向に一定間隔に複数配置して、前記プローブからの温度信号に基づいて前記液体保持容器の液面レベルを測定する液面レベル検査装置であって、

前記複数のプローブの中から前記ヒータに通電するプローブを選定するプローブ選定部と、

前記プローブ選定部で選定した前記プローブの温度センサの出力をアナログ量のまま温度信号として入力する入力部と、

前記ヒータへの通電に同期して前記温度信号の処理信号を出力する信号処理部と、

前記温度信号及び前記処理信号を演算処理して結果を出力する演算部と、

前記演算処理の出力結果に基づいて前記検出点が気相又は液相のいずれに存在するかを識別する気液識別部と、

前記気液識別部の識別結果を示す表示部とを、備えることを特徴とする液面レベル検知装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液面レベル検知装置において、

前記気液識別部の識別結果に基づいて前記液面レベルを判定する液面レベル判定部を、さらに備えることを特徴とする液面レベル検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の液面レベル検知装置において、

前記演算部は、前記温度信号及び前記処理信号を互いに減算するか又は除算した結果を出力することを特徴とする液面レベル検知装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の液面レベル検知装置において、

前記信号処理部は、前記通電の開始時点の前記温度信号にホールドするホールド回路であるか、又は前記温度信号の一次遅れ応答を出力する一次遅れ回路であることを特徴とする液面レベル検知装置。

【請求項 5】

液体保持容器内に、温度センサ及びその検出点の近傍に配置されるヒータを封入したプローブを前記液体保持容器の鉛直方向に一定間隔に複数配置して、前記プローブからの温度信号に基づいて前記液体保持容器の液面レベルを測定する液面レベル検査方法であって、

前記複数のプローブの中から前記ヒータに通電するプローブを選定するステップと、

前記選定された前記プローブの温度センサの出力をアナログ量のまま温度信号として入力するステップと、

前記ヒータへの通電に同期して前記温度信号の処理信号を出力するステップと、

前記温度信号及び前記処理信号を演算処理して結果を出力するステップと、

前記演算処理の出力結果に基づいて前記検出点が気相又は液相のいずれに存在するかを識別するステップと、

選定された前記プローブの少なくとも一つに基づく前記識別結果を表示するステップとを、含むことを特徴とする液面レベル検知方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、容器に保持されている液体の液面レベルを検知する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

使用済み燃料貯蔵プールでは、水による放射線の遮へい効果を確保するため、基準レベル、例えば使用済み燃料集合体の長さの 2 倍強程度の液面レベルよりも低下しないように監視運用している。

従来における使用済み燃料貯蔵プールの液面レベルは、プール上端部にフロート式レベルスイッチを設置して計測していた。また、このフロート式レベルスイッチとは別個に設置された温度計により、プール水の温度計測をしていた。

【0003】

使用済み燃料貯蔵プールは、その上部に燃料交換用のクレーンが配置され、上面全体を移動するために、液面レベル計及び温度計の設置スペースが非常に限られている。また、プール水の漏えい防止の観点から、プール壁面部に貫通孔を設けることができず、液面レベル計として一般的な差圧方式を採用することができない。さらに燃料貯蔵プール内に異物が落下すると取り出しが困難であるため、プール内への異物混入防止対策も考慮しなければならない。

【0004】

このような事情の下、熱電対における二つのうち一方の接合点の近傍にヒータを配置して液面レベルを検知するセンサが提案されている（例えば、特許文献 1）。この技術によれば、水相と気相の熱拡散率が相違するために、二つの接合点の温度差（起電力差）に基づいて、センサ部が水相又は気相のいずれに位置しているかを判断する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開平 10 - 153681 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、使用済み燃料貯蔵プールにおいて、冷却機能が長期間停止して給水ができなくなると、使用済み燃料の放熱で水温が上昇して沸騰し、蒸発により液面レベルが低下する。このように液面レベルが低下すると、放射線の遮へい効果が減少して放射線環境が悪化する。そこで、液面レベルが所定の基準レベルより下がった場合は、この液面レベルを正確に把握して放射線環境の安全性を評価することが求められている。

しかし、特許文献 1 の技術では、水温が沸騰温度まで上昇した場合、熱電対の二つの接合点の温度差（起電力差）を安定的に計測することが困難になる。このために、使用済み燃料貯蔵プールの液面レベルの検知精度の低下が懸念される。

【0007】

また、各種センサの出力信号をデジタル処理することは、システムがソフト制御されることになるために、原子力設備における不測の事態に対する脆弱性が懸念される。

【0008】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、容器に保持した液体が沸騰して液面レベルが低下するような事態になっても、アナログ処理のみで液面レベルを確実に検知する技術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】

液面レベル検知装置において、液体保持容器内に、温度センサ及びその検出点の近傍に配置されるヒータを封入したプローブを前記液体保持容器の鉛直方向に一定間隔に複数配置して、前記プローブからの温度信号に基づいて前記液体保持容器の液面レベルを測定する液面レベル検査装置であって、前記複数のプローブの中から前記ヒータに通電するプローブを選定するプローブ選定部と、前記プローブ選定部で選定した前記プローブの温度センサの出力をアナログ量のまま温度信号として入力する入力部と、前記ヒータへの通電に同期して前記温度信号の処理信号を出力する信号処理部と、前記温度信号及び前記処理信号を演算処理して結果を出力する演算部と、前記演算処理の出力結果に基づいて前記検出点が気相又は液相のいずれに存在するかを識別する気液識別部と、前記気液識別部の識別結果を示す表示部と、を備える。

【発明の効果】

【0010】

本発明により、容器に保持した液体が沸騰して液面レベルが低下するような事態になつても、アナログ処理のみで液面レベルを確実に検知する技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】(A) 本発明の実施形態に係る液面レベル検知装置が適用された使用済み燃料貯蔵プールを示す概念図、(B) 温度センサの先端部分の断面図。

【図 2】第 1 実施形態に係る液面レベル検知装置を示すブロック図。

【図 3】第 1 実施形態に係る液面レベル検知装置で気相判定となる場合の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示すグラフ。

【図 4】第 1 実施形態に係る液面レベル検知装置で液相判定となる場合の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示すグラフ。

【図 5】第 2 実施形態に係る液面レベル検知装置を示すブロック図。

【図 6】第 2 実施形態に係る液面レベル検知装置で気相判定となる場合の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示すグラフ。

【図 7】第 2 実施形態に係る液面レベル検知装置で液相判定となる場合の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示すグラフ。

【図 8】各実施形態に係る液面レベル検知装置の動作を示すフローチャート。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1実施形態)

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1(A)は、各実施形態に係る液面レベル検知装置20が適用された使用済み燃料プール1を示している。

使用済み燃料プール1(以下「液体保持容器1」ともいう)には、複数の使用済み燃料集合体3を収納するラック2が配置されている。さらに、使用済み燃料プール1には、使用済み燃料集合体3の崩壊熱により昇温するプール水4を冷却する循環冷却器(図示略)が配置されている。

10

【0013】

そして、例えば、使用済み燃料集合体3の長さa=約4.5m、ラック2の高さb=約5mの場合、深さd=約1.2m程度の液体保持容器1が必要となり、基準水位c=約1.1mとなるようにプール水4の液面レベルが維持されている。

これにより、使用済み燃料集合体3から放出される高レベルの放射線は、プール水4に遮られ、液体保持容器1から外部漏洩することが抑制される。

液体保持容器1には、複数のプローブ10_k[k=0~n]が、その先端部分を高さ方向に間隔を空けて配置されている。

【0014】

図1(B)に示すようにプローブ10_kは、温度センサ12及びその検出点15の近傍に配置されるヒータ14を封入した封入管11で構成されている。

20

温度センサ12は、銅-コンスタンタン熱電対の素線13を、先端が閉じられているシース管に収容したものである。そして、この素線13とシース管の間には、絶縁材として酸化マグネシウムが充填されている。

検出点15において、銅の素線とコンスタンタンの素線とが溶接されている。そして、これら素線13の反対端は温度検出部21に導かれ、この反対端で検出される熱起電力に基づいて検出点15の周辺温度が計測される。

【0015】

液体保持容器1の深い位置におけるプール水4の液面レベルを検出するためには、熱電対の素線13を長い状態で施設する必要がある。しかし、この場合、熱電対の素線13に大きな負荷がかかるために、素線13そのものに優れた機械的特性が求められる。さらに、熱電対の素線13が長くなる程に、検出される熱起電力のノイズも大きくなるために、S/N比を稼ぐために熱起電力の大きな熱電対を採用する必要がある。

30

【0016】

銅-コンスタンタン熱電対の素線13は、一般的に使用されているクロメルアルメル熱電対と比較して、大きな熱起電力が得られ、低温測定に適する点において優れるが、機械的特性において劣る。そこで、温度センサ12としてシース式の銅-コンスタンタン熱電対を採用して、機械的強度を確保することとした。

【0017】

このシース式の銅-コンスタンタンの温度センサ12は、引張加工前の銅-コンスタンタン熱電対の素線を、引張加工前のシース管に挿入した状態で、両者を同時に引張加工することにより製造される。シース管に収納されているため、銅-コンスタンタン熱電対の素線13に過剰な負荷が付与されることのない、長尺の温度センサ12を作成することができる。

40

【0018】

封入管11は、内部に温度センサ12及びヒータ14を収容し、さらに熱伝導度の高い酸化マグネシウムで充填され、外側はプール水4(液相)や大気(気相)に接する。温度センサ12は、この封入管11及び酸化マグネシウムを介してプール水4(液相)や大気(気相)の温度を計測し、ヒータ14からの熱エネルギーは、この酸化マグネシウム及び封入管11を通過してプール水4(液相)や大気(気相)に放出される。

50

【0019】

このように構成されるプローブ 10_k の温度センサ12からmVオーダーの電圧出力 V_k [$k = 0 \sim n$]が出力される。ヒータ14に電流を流して発生させたジュール熱は、プローブ 10_k [$k = 0 \sim n$]の検出点15の周囲が気相であるか液相であるかによって熱拡散率が異なるために、温度センサ12の電圧出力 V_k に違いを生じさせる。

【0020】

温度検出部21は、プローブ 10_k [$k = 0 \sim n$]から出力される微弱な電圧出力 V_k をアナログ回路で処理可能な電圧レベルの温度信号 $V_A(k)$ に変換して判定部30に出力する。具体的には、プローブ 10_k の測温範囲 $0 \sim 100$ に対応する電圧出力 V_k の電圧範囲を、 $1 \sim 5$ Vの電圧範囲に対応させた温度信号 $V_A(k)$ に変換する。10

【0021】

熱供給部22は、選定されたプローブ 10_k [$k = 0 \sim n$]のヒータ14に通電してジュール熱を発生させ、検出点15の周辺に一定流量の熱エネルギーを供給する。なお、この熱供給の開始時点及び期間 t は、判定部30から制御される。

【0022】

判定部30は、図2に示すように、温度センサ12(図1)の電圧出力 V_k をアナログ量のまま温度信号 $V_A(k)$ として入力する入力部33と、ヒータの熱供給に同期して温度信号 $V_A(k)$ の処理信号 $V_B(k)$ を出力する信号処理部34と、温度信号 $V_A(k)$ 及び処理信号 $V_B(k)$ を演算処理して出力する演算部35と、この演算処理の出力結果に基づいて検出点15が気相又は液相のいずれに存在するかを識別する気液識別部37と、を備えている。20

【0023】

プローブ選定部31は、液体保持容器1(図1)の気液識別を実施するプローブ 10_k [$k = 0 \sim n$]を複数の中から選定する。

熱供給制御部32は、選定されたプローブ 10_k のヒータ14に対し一定流量の熱エネルギーを期間 t だけ供給させるとともに、この熱供給の開始時点に同期して信号処理部34の処理を開始させる。

つまり、熱供給制御部32は、ヒータ通電をON/OFFさせる電圧信号を熱供給部22に出力して熱供給の期間 t を規定するとともに、信号処理部34にも同レベルの電圧信号を出力する。30

【0024】

入力部33は、入力した温度信号 $V_A(k)$ をアナログ量のまま2つに分岐し、一方を演算部35に直接入力し、他方を信号処理部34に入力する。

信号処理部(ホールド回路)34Aは、熱供給制御部32からの同期信号を入力すると、この入力時点の温度信号 $V_A(k)$ にホールドした処理信号 $V_B(k)$ を出力する。

【0025】

つまり、信号処理部34Aは、熱供給制御部32からの同期信号がOFF設定の時は、入力した温度信号 $V_A(k)$ をそのまま出力する。そして、ON設定に切り替わった時、その時点で入力した温度信号 $V_A(k)$ の入力電圧レベルが保持された処理信号 $V_B(k)$ を、再びOFF設定に切り替わるまで出力し続ける。40

このような信号処理部34Aは、例えばスイッチ接点とコンデンサを組み合わせたホールド回路などで構成される。

【0026】

ここで図3のグラフは、プローブ 10_k の検出点15が気相に露出している場合に、熱供給制御部32の同期信号がOFF設定からON設定に切り替わった時の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示している。

このように、プローブ 10_k の先端が気相に露出している場合、ヒータ14から供給された熱エネルギーは、熱拡散率が小さい気相に拡散しないために、検出点15の周辺温度を大きく上昇させる。

このために、温度センサ12の温度信号 $V_A(k)$ は、数分オーダーの時定数で上昇する

50

とともに、ON切替時の温度信号 V_A に保持されている処理信号 V_B から大きく乖離する。

【0027】

次に図4のグラフは、プローブ 10_k の検出点15が液相に浸漬している場合に、熱供給制御部32の同期信号がOFF設定からON設定に切り替わった時の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示している。

このように、プローブ 10_k の先端が液相に浸漬している場合、ヒータ14から供給された熱エネルギーは、熱拡散率が大きい液相に拡散するために、検出点15の周辺温度はあまり上昇しない。

このために、温度センサ12の温度信号 $V_A(k)$ は、ON切替時の温度信号 V_A に保持されている処理信号 V_B からあまり乖離せずに平衡状態に達する。 10

【0028】

演算部35(図2)は、温度信号 $V_A(k)$ 及びその処理信号 $V_B(k)$ を互いに減算処理して閾値比較部36に出力する。

閾値比較部36は、熱供給の期間 t において演算部35の出力と閾値との関係が次の判定式(1)を満たすか否かについての判定信号を、気液識別部37に出力する。なお閾値は、実験的に最適値が設定される。

$$< V_A(k) - V_B(k) \quad (1)$$

【0029】

そして気液識別部37は、この判定式(1)が充足されていればプローブ 10_k の先端は気相に露出していると識別し、非充足であればプローブ 10_k の先端は液相に浸漬していると識別する。 20

表示部38は、オペレータに対し、プローブ 10_k の先端部分が液相にあるか気相にあるかの識別結果を示すもので、例えばランプを点灯したり消灯したりする機能により実現される。

【0030】

また、他の動作例として演算部35(図2)は、温度信号 $V_A(k)$ 及びその処理信号 $V_B(k)$ を互いに除算処理して閾値比較部36に出力する。

閾値比較部36は、熱供給の期間 t において演算部35の出力と閾値との関係が次の判定式(2)を満たすか否かについての判定信号を、気液識別部37に出力する。なお閾値は、実験的に最適値が設定される。 30

$$< V_A(k) / V_B(k) \quad (2)$$

【0031】

そして気液識別部37は、この判定式(2)が充足されていればプローブ 10_k の先端は気相に露出していると識別し、非充足であればプローブ 10_k の先端は液相に浸漬していると識別する。

【0032】

(第2実施形態)

次に図5を参照して本発明における第2実施形態について説明する。

第2実施形態では、判定部30において、信号処理部34B(34)が、温度信号の一次遅れ応答を出力する一次遅れ回路である点において、第1実施形態と相違する。なお、図5において図2と同一又は相当する部分は、同一符号で示し、重複する説明を省略する。 40

【0033】

このように、信号処理部34Bが、一次遅れ回路で構成されることにより、熱供給制御部32からの同期信号を必要とせずに、気液識別に利用する処理信号 $V_B(k)$ を熱供給に同期して演算部35に出力することができる。

また、このような一次遅れ回路は、抵抗器とコンデンサのみで実現することができ、閾値比較部36は、熱供給の期間 t の開始時点を認識する必要がないので、時間を意識することなく前記した判定式(1)又は(2)に基づく判定ができる。

このために、第2実施形態では、判定部30の構成を簡素化することができる。 50

【 0 0 3 4 】

ここで図 6 のグラフは、第 2 実施形態におけるプローブ 10_k の検出点 15 が気相に露出している場合に、熱供給制御部 32 が OFF 設定から ON 設定に切り替わった時の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示している。

【 0 0 3 5 】

熱供給制御部 32 が OFF 設定である期間は、温度信号 $V_A(k)$ が定常状態であるために、処理信号 V_B は温度信号 $V_A(k)$ に収束している。

しかし、熱供給制御部 32 が ON 設定に切り替わると、気相からの温度信号 $V_A(k)$ は大きく立ち上がって過渡状態に移行する。そして、この過渡状態の一次遅れ応答を示す処理信号 $V_B(k)$ も、温度信号 $V_A(k)$ に追従して増加するが、変化速度が付いていはず両者は大きく乖離することになる。
10

【 0 0 3 6 】

次に、図 7 のグラフは、第 2 実施形態におけるプローブ 10_k の検出点 15 が液相に浸漬している場合に、熱供給制御部 32 が OFF 設定から ON 設定に切り替わった時の温度信号 V_A 及びその処理信号 V_B の時間変化を示している。

【 0 0 3 7 】

熱供給制御部 32 が OFF 設定である期間において、温度信号 $V_A(k)$ が定常状態であるために、この温度信号 $V_A(k)$ に処理信号 V_B は収束している。

そして、熱供給制御部 32 が ON 設定に切り替わると、液相からの温度信号 $V_A(k)$ は立ち上がって過渡状態に移行するが、その変化速度が小さい。このために、この過渡状態の一次遅れ応答を示す処理信号 $V_B(k)$ は、温度信号 $V_A(k)$ に追従して増加し、両者の乖離は小さい。なお、一次遅れの時定数は例として 60 秒程度とする。
20

【 0 0 3 8 】

図 8 のフローチャートに基づいて各実施形態に係る液面レベル検知装置の動作を説明する（適宜、図 1 参照）。

液体保持容器 1 の高さ方向に先端位置を変化させて配置されている複数のプローブ 10_k [$k = 0 \sim n$] を上から順番に選定する（S11, S12）。そして、選定されたプローブ 10_k の温度センサ 12 の出力 V_k をアナログ量のまま温度信号 $V_A(k)$ として入力しつつヒータ 14 へ熱供給を開始する（S13, S14）。

【 0 0 3 9 】

そして、この熱供給に同期して温度信号 $V_A(k)$ の処理信号 $V_B(k)$ （ホールド値又是一次遅れ応答）が出力され（S15）、熱供給の期間 t が経過するまで温度信号 $V_A(k)$ 及びその処理信号 $V_B(k)$ を演算処理して出力する（S16；No、Yes）。

そして演算処理の出力結果が、前記した判定式（1）又は判定式（2）を充足すれば気相と判定し（S17；Yes、S18）、未充足であれば液相と判定する（S17；No、S19）。

【 0 0 4 0 】

さらに、次のプローブ 10_k に対して、気相 / 液相の判定を実施し（S20；No）、全てのプローブ 10_k [$k = 0 \sim n$] における、気相 / 液相の判定結果から液体保持容器 1 の液面レベルを判定する（S20；Yes、S21）。

【 0 0 4 1 】

以上述べた少なくともひとつの実施形態の液面レベル検知装置によれば、アナログ回路のみで構成することができるために、原子力設備における不測の事態に対する強靭性が備わる。

【 0 0 4 2 】

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、組み合わせ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同様に、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
40
50

まれるものである。

【0043】

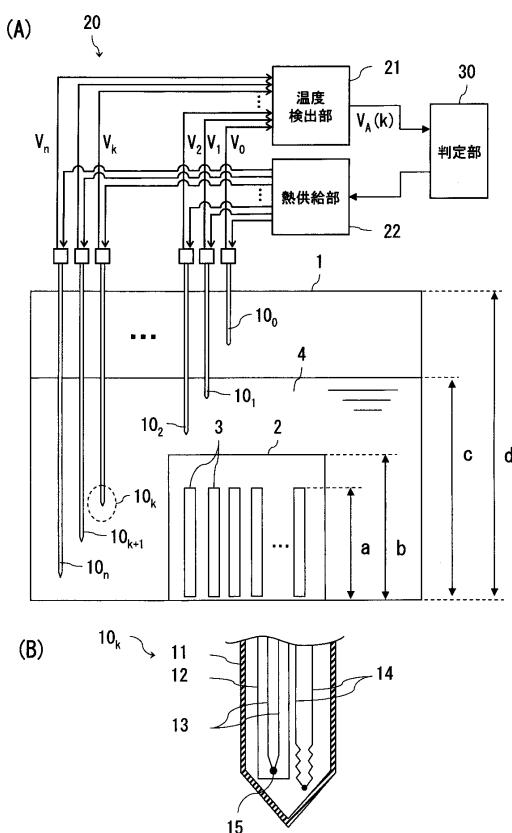
例えは、実施形態において、複数のプローブ 10_k [$k = 0 \sim n$]を固定して、液面レベルを検知しているが、プローブを上下方向に移動させながら液面レベルを検知することもできる。

【符号の説明】

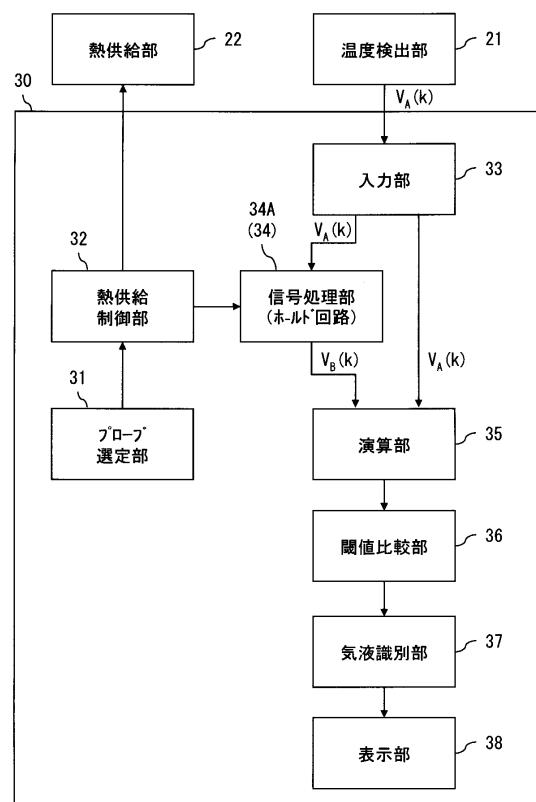
【0044】

1 ... 使用済み燃料プール（液体保持容器）、2 ... ラック、3 ... 使用済み燃料集合体、4 ... プール水、 10_k [$k = 0 \sim n$] ... プローブ、11 ... 封入管、12 ... 温度センサ、13 ... 熱電対の素線、14 ... ヒータ、15 ... 検出点、20 ... 液面レベル検知装置、21 ... 温度検出部、22 ... 热供給部、30 ... 判定部、31 ... プローブ選定部、32 ... 热供給制御部、33 ... 入力部、34 (34A) ... 信号処理部（ホールド回路）、34 (34B) ... 信号処理部（一次遅れ回路）、35 ... 演算部、36 ... 閾値比較部、37 ... 気液識別部、38 ... 表示部、 V_k [$k = 0 \sim n$] ... 温度センサの出力、 $V_A(k)$... 温度信号、 $V_B(k)$... 処理信号、 t ... 热供給の期間。

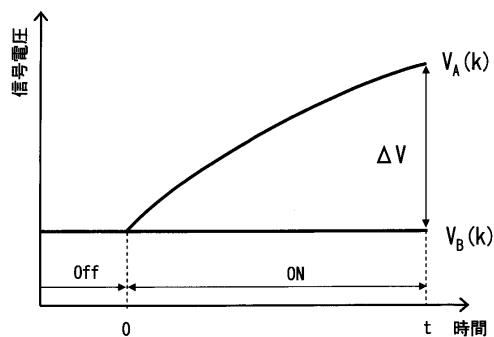
【図1】



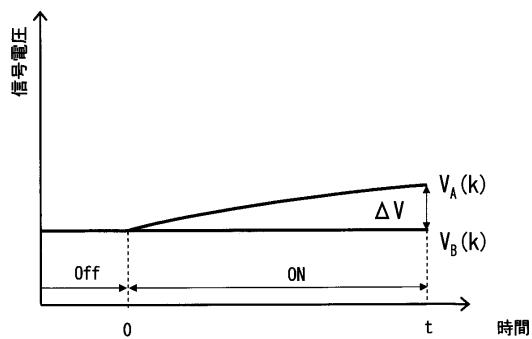
【図2】



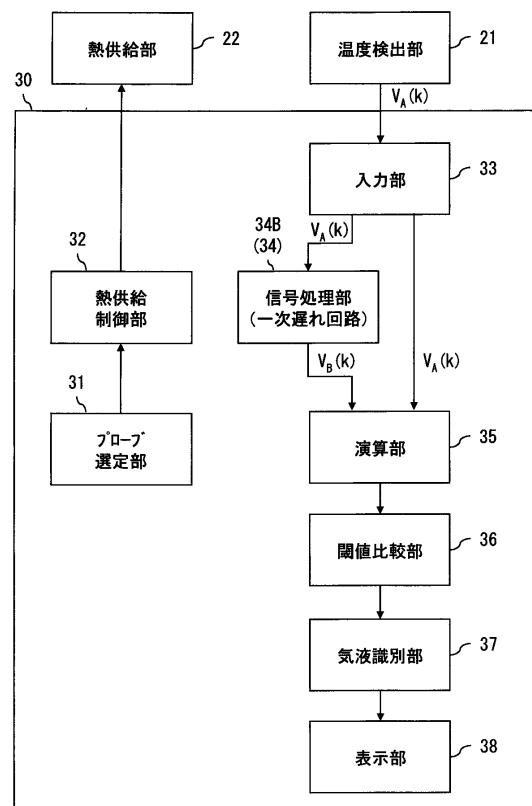
【図3】



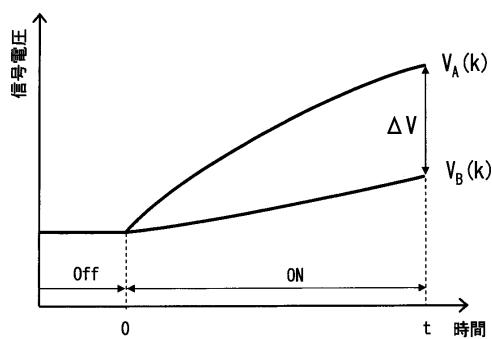
【図4】



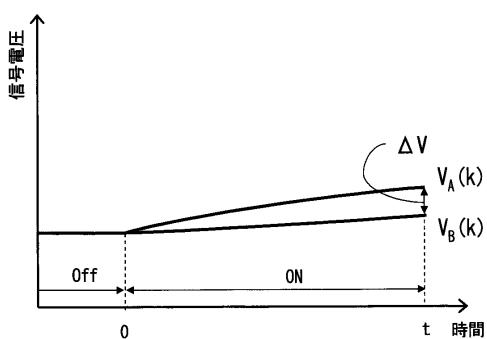
【図5】



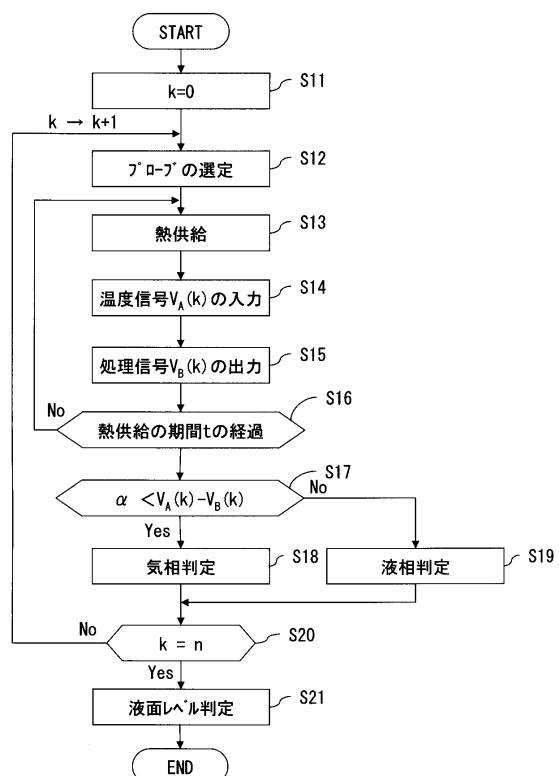
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 夕佳
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開昭56-114718(JP,A)
特開2005-134230(JP,A)
特開昭59-107213(JP,A)
実開平01-140134(JP,U)
特開2002-214020(JP,A)
特開昭61-076913(JP,A)
特公昭39-000693(JP,B1)
特開昭56-076014(JP,A)
特開平10-332458(JP,A)
特開昭56-073320(JP,A)
特開平05-107099(JP,A)
実開平07-008729(JP,U)
米国特許第02246563(US,A)
特開昭55-093025(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 23/22 - 23/24