

(11) 特許出願公開番号

特開2012-145448

(P2012-145448A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012. 8. 2)

(51) Int.Cl.  
**G21C 17/00**

F l

テーマコード (参考)

G 2 1 C 17/00

B

2G075

G2 1 C 17/00

S

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-4101 (P2011-4101)  
(22) 出願日 平成23年1月12日 (2011. 1. 12)

(71) 出願人 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 100145816  
弁理士 鹿股 俊雄

(74) 代理人 100122921  
弁理士 志村 博

(72) 発明者 岡田 正之  
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 小泉 敦彦  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝内

Fターム(参考) 2G075 DA01 FA19 FB06 GA21

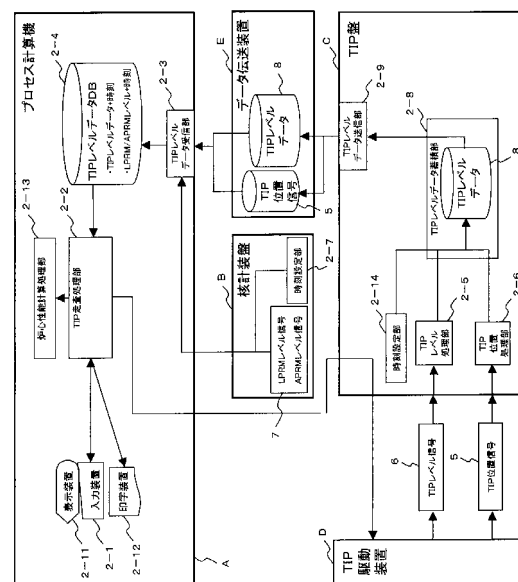
(54) 【発明の名称】 炉心監視システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】各データ間に時間のズレによる誤差が発生するのを防止することにより、正確な出力分布計算を実施できる炉心監視システムを提供する。

【解決手段】原子炉内の中性子量を測定するTIPと、TIP駆動装置Dと、TIP盤Cと、核計装盤Bと、プロセス計算機Aと、を備える炉心監視システムにおいて、TIPレベル信号とTIP位置信号の同期を取るための時刻設定部2-14と、同期したTIPレベルデータが蓄積されるTIPレベルデータ蓄積部2-8とを有し、前記核計装盤Bは、LPRMレベル信号及びAPRMレベル信号の収集時刻を設定する時刻設定部2-7を有し、前記プロセス計算機Aは、TIP盤Cから送信されたTIPレベルデータと核計装盤から送信されたLPRM及びAPRMレベル信号とを比較し、同時刻のTIPレベルデータとLPRM及びAPRMレベル信号データに基づいて炉心性能を計算する炉心性能計算処理部2-13を有する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

原子炉内の中性子量を測定する T I P（移動式炉心内計装装置）と、T I P 駆動装置と、T I P 盤と、核計装盤と、プロセス計算機と、を備える炉心監視システムにおいて、

前記 T I P 盤は、前記 T I P 駆動装置から入力された T I P レベル信号を処理する T I P レベル処理部と、前記 T I P 駆動装置から入力された T I P 位置信号を処理する T I P 位置処理部と、T I P レベル信号と T I P 位置信号の同期を取るための時刻設定部と、同期した T I P レベルデータが蓄積される T I P レベルデータ蓄積部とを有し、

前記核計装盤は、L P R M（局所出力領域モニタ）レベル信号および A P R M（平均出力モニタ）レベル信号の収集時刻を設定する時刻設定部を有し、

前記プロセス計算機は、T I P 盤から送信された T I P レベルデータと核計装盤から送信された L P R M 及び A P R M レベル信号とを比較し同時刻の同時刻の T I P レベルデータと L P R M 及び A P R M レベル信号を保存する T I P レベルデータデータベースと、前記 T I P レベルデータデータベースに保存されたデータに基づいて炉心性能を計算する炉心性能計算処理部を有することを特徴とする炉心監視システム。

## 【請求項 2】

収集時刻が付与されたプラントデータを前記プロセス計算機に送るプラントデータ収集計算機を備え、前記プロセス計算機は前記プラントデータ収集計算機から送信されたデータに基づいてヒートバランスを計算するヒートバランス計算処理部を有し、当該ヒートバランス計算処理部でのヒートバランス計算結果を前記炉心性能計算処理部に送ることを特徴とする請求項 1 記載の炉心監視システム。

## 【請求項 3】

前記プロセス計算機は、前記核計装盤から送信された L P R M 及び A P R M レベル信号を平均化処理する平均化処理部を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の炉心監視システム。

## 【請求項 4】

収集時刻が付与された制御棒位置データを有する制御棒位置情報装置を備え、前記制御棒位置データを前記ヒートバランス計算処理部に送信することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の炉心監視システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は原子力プラントの炉心監視システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の原子力プラントの炉心監視システムでは、移動式炉心内計装装置（Traversing In-core Probe：以下「T I P 装置」という）を毎月 1 回程度使用し、原子炉内軸方向に検出器を移動させて中性子量を測定し、炉心軸方向各高さでの原子炉出力分布のデータをプロセス計算機へ伝送し、プロセス計算機ではそのデータを用いて毎定時に計算している出力分布計算の精度を維持している。

## 【0003】

従来の炉心監視システムを図 7 に示す（特許文献 1、2）。図 7 において、T I P 装置は原子炉 1-1 の炉心 1-2 内に設置された複数の T I P 案内管 1-3 内で T I P 検出器 1-4 を移動させ、この検出器を炉心頂より炉心底に引き抜く時に移動距離に対応した T I P 位置信号を発生させ、その T I P 位置信号に同期して T I P レベル信号を読み込み、炉心内軸方向の中性子量分布の測定を行っている。

## 【0004】

この T I P 検出器 1-4 の移動は、プロセス計算機 A と T I P 盤 C とが連携をとりながら、T I P 駆動装置 D に駆動信号（検出器の挿入／引抜信号）を出力することにより行われる。

## 【0005】

プロセス計算機Aは、TIP位置信号5／TIPレベル信号6の取り込みに合わせて、予め決められたタイミングで核計装盤Bから局所出力領域モニタ（Local Power Range Monitoring：以下「LPRM」という）レベル信号、平均出力モニタ（Average Power Range Monitor：以下「APRM」という）レベル信号Gを読み取ることにより、炉心性能計算で行っている出力分布計算やLPRM／APRMゲイン較正の精度の向上を図っている。

## 【0006】

また、プロセス計算機Aでは、TIP装置からTIP検出器の高さ位置を示すTIP位置信号5とその高さでのTIPレベル信号6、その時の時刻[ms]を入力し、核計装盤BからLPRMレベル信号やAPRMレベル信号7、炉心性能計算で計算する熱出力などのヒートバランスや出力分布計算で必要となるプラントデータ（給水流量、圧力、温度など）、制御棒位置データを入力している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2005-24383号公報

【特許文献2】特開平10-111379号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

上述した従来の炉心監視システムの課題を以下に説明する。

まず、第1に、従来の監視システムでは、TIPレベル信号以外のデータは、プロセス計算機Aが周期的に行っているデータ収集タイミングでのデータであるため、各データ間には、時間のズレによる誤差が入っている。

## 【0009】

すなわち、従来の炉心監視システムは、TIP盤CからはTIPレベル信号6とレベル信号を読み込んだ時の時刻データが設定されているが、核計装盤BからのLPRM／APRMレベル信号7には、時刻データが無く、プロセス計算機AはTIP位置信号Eの入力を周期的に監視し、入力したTIP位置信号5から炉心頂、炉心中央、炉心底でAPRMレベル信号の取り込みとLPRM高さでのLPRMレベル信号7の取り込みを行っていた。そのため、TIP盤C－プロセス計算機A間の信号の伝送遅れやプロセス計算機Aにて、TIP位置信号5の入力検出遅れにより、TIP位置信号5と同タイミングであるTIPレベル信号6とLPRM／APRMレベル信号7に時間的なズレが発生し、出力分布計算に誤差が入るという課題があった。

## 【0010】

第2に、炉心性能計算で計算する出力分布計算では、必要となる熱出力などのヒートバランスやプラントデータは最新のデータを使用して計算しているため、TIP実施時のTIPデータを用いたTIP学習やLPRM較正後のLPRM学習の出力分布計算では、TIPデータとプラントデータに時間的なズレが発生し、出力分布計算に誤差が入るという課題があった。

## 【0011】

第3に、核計装盤Bから入力するLPRMレベル信号やAPRMレベル信号7は、プラントの揺らぎがあるため、瞬時値をそのまま使用した場合、TIP実施中のLPRM／APRMレベル信号7に揺らぎによる誤差が乗り、出力分布計算の精度悪化を招くことになる。核計装盤Bでは、LPRM／APRMレベル信号7はスクラムなどのプラントインターロックで使用しているため、平均処理を入れることができないという課題があった。

## 【0012】

第4に、出力分布計算で使用している制御棒位置データに時刻データが無いことから、TIPデータ、LPRM／APRMレベル信号、プラントデータ（プラントデータから計

10

20

30

40

50

算するヒートバランス)と制御棒位置データで時刻の整合が取れていないため、出力分布計算が動作時に制御棒を操作した場合には、タイミングにより操作前の制御棒データを使うことになり、出力分布計算の精度が悪化してしまうことがあった。そのため、定時の出力分布計算が動作する数分前から出力分布計算が終了するまでの間、制御棒の操作ができず、運転員は、制御棒操作の確認以外にも時刻の確認が必要となるという課題があった。

#### 【0013】

第5に、従来の炉心監視システムでは、炉心性能計算で必要とする全てのデータ(TIPデータ、LPRM/APRMレベル信号、プラントデータ(プラントデータから計算するヒートバランス)、制御棒位置データ)の時刻の整合が取れていなかったため、過去のデータを用いた出力分布計算を行うことができず、適当な値を用いての予測計算による解析をしていた。

10

#### 【0014】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、各データ間に時間のズレによる誤差が発生するのを防止することにより、正確な出力分布計算を実施できる炉心監視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】

#### 【0015】

上記課題を解決するために、本発明に係る炉心監視システムは、原子炉内の中性子量を測定するTIP(移動式炉心内計装装置)と、TIP駆動装置と、TIP盤と、核計装盤と、プロセス計算機と、を備える炉心監視システムにおいて、前記TIP盤は、前記TIP駆動装置から入力されたTIPレベル信号を処理するTIPレベル処理部と、前記TIP駆動装置から入力されたTIP位置信号を処理するTIP位置処理部と、TIPレベル信号とTIP位置信号の同期を取るための時刻設定部と、同期したTIPレベルデータが蓄積されるTIPレベルデータ蓄積部とを有し、前記核計装盤は、LPRM(局所出力領域モニタ)レベル信号およびAPRM(平均出力モニタ)レベル信号の収集時刻を設定する時刻設定部を有し、前記プロセス計算機は、TIP盤から送信されたTIPレベルデータと核計装盤から送信されたLPRM及びAPRMレベル信号とを比較し同時刻の同時刻のTIPレベルデータとLPRM及びAPRMレベル信号を保存するTIPレベルデータデータベースと、前記TIPレベルデータデータベースに保存されたデータに基づいて炉心性能を計算する炉心性能計算処理部を有することを特徴とする。

20

30

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明によれば、各データ間に時間のズレによる誤差が発生するのを防止することにより炉心の出力分布計算を高精度で実施することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0017】

【図1】第1の実施形態に係る炉心監視システムの構成図。

【図2】第1の実施形態に係るTIPレベルデータ受信部の処理フロー図。

【図3】第2の実施形態に係る炉心監視システムの構成図。

【図4】第2の実施形態に係る炉心性能計算処理部の処理フロー図。

40

【図5】第3の実施形態に係る炉心監視システムの構成図。

【図6】第3の実施形態に係る炉心監視システムの構成図。

【図7】従来の炉心監視システムの構成図。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0018】

以下、本発明に係る炉心監視システムの実施形態について、図面を参照して説明する。

#### 〔第1の実施形態〕

第1の実施形態に係る炉心監視システムについて、図1、図2を参照して説明する。

#### (構成)

第1の実施形態に係る炉心監視システムは、プロセス計算機Aと、核計装盤Bと、TIP

50

P 盤 C と、T I P 駆動装置 D と、データ電送装置 E とから構成される。

【0019】

プロセス計算機 A は、運転員が対話操作を行うプロセス計算機 A の入力装置 2-1 と、運転員からの T I P 走査要求に従い T I P 走査処理を行う T I P 走査処理部 2-2 と、核計装盤 B からの信号と T I P 盤 C で蓄積された T I P レベルデータ及び現在の T I P 位置信号を、データ伝送装置 E を介して受信し、各信号の同期をとる T I P レベルデータ受信部 2-3 と、T I P レベルデータを格納する T I P レベルデータ DB 2-4 と、炉心性能計算処理部 2-13 とから構成される。

【0020】

核計装盤 B は、L P R M レベル信号と A P R M レベル信号 7 をプロセス計算機 A 内で時刻同期を取るために各レベル信号に時刻を設定する時刻設定部 2-7 を有し、L P R M レベル信号と A P R M レベル信号 7 と時刻設定部 2-7 で設定した時刻データをプロセス計算機 A へ送信する。

【0021】

T I P 盤 C は、T I P 駆動装置 D から T I P レベル信号 6 を入力する T I P レベル処理部 2-5 と、T I P 駆動装置 D から T I P 位置信号 5 を入力する T I P 位置処理部 2-6 と、T I P 位置信号 5 に同期した形で T I P レベル信号 6 を入力し T I P レベルデータ 8 を蓄積する T I P レベルデータ蓄積部 2-8 と、データ伝送装置 E を介してプロセス計算機 A に T I P レベルデータ 8 を送信する T I P レベルデータ送信部 2-9 と、T I P レベル信号 6 及び T I P 位置信号 5 に時刻データを設定する時刻設定部 2-14 とから構成される。

データ伝送装置 E は、T I P 盤 C で蓄積された T I P レベルデータ 8 を T I P 盤 C からプロセス計算機 A に受け渡す。

【0022】

(作用)

このように構成された炉心監視システムの動作を以下に説明する。

プロセス計算機 A には入力装置 2-1 が設置され、運転員はこれらの装置を用いて、T I P 実施の要求などを行う。運転員からの要求は、プロセス計算機 A の T I P 走査処理部 2-2 で処理され、T I P 盤 C を経由して T I P 駆動装置 D が動作し、T I P 検出器を駆動する。

【0023】

一方、T I P 検出器によって測定された中性子量は、T I P レベル信号 6 として T I P 盤 C の T I P レベル処理部 2-5 を経由して、T I P レベルデータ蓄積部 2-8 に入力される。

【0024】

また、T I P 検出器の炉心頂から炉心底における高さは、T I P 検出器が炉心底から炉心頂に挿入される時、及び、炉心頂から炉心底に引き抜かれる時に発生する T I P 位置信号 5 として、T I P 盤 C の T I P 位置処理部 2-6 を経由して T I P レベルデータ蓄積部 2-8 に入力される。さらに、各 T I P レベル信号 6 と T I P 位置信号 5 の同期を取るために時刻設定部 2-14 にて各信号を収集した時刻を設定し、T I P レベルデータ蓄積部 2-8 に入力する。

【0025】

T I P 盤 C の T I P レベルデータ蓄積部 2-8 では、時刻設定部 2-14 で設定した時刻を基に T I P 位置信号 5 と T I P レベル信号 6 の同期をとり、同期したデータは T I P レベルデータ 8 として T I P レベルデータ蓄積部 2-8 に格納される。そして、T I P レベルデータ蓄積部 2-8 で格納された T I P レベルデータ 8 は、T I P レベルデータ送信部 2-9 から、データ伝送装置 E を経由して、プロセス計算機 A の T I P レベルデータ受信部 2-3 に各ストリングの走査完了時に受け渡される。

【0026】

また、T I P レベルデータ蓄積部 2-8 に格納された T I P 位置信号 5 は、T I P レベ

10

20

30

40

50

ルデータ送信部 2-9 から、データ伝送装置 E を経由して、プロセス計算機 A の T I P レベルデータ受信部 2-3 に常時受け渡される。

【0027】

核計装盤 B の時刻設定部 2-7 では、プロセス計算機 A にて時刻の同期を取るために L P R M レベル信号と A P R M レベル信号を収集した時刻を設定する。また、L P R M レベル信号と A P R M レベル信号と時刻設定部 2-7 で設定した各信号の時刻データをプロセス計算機 A の T I P レベルデータ受信部 2-3 に常時送信する。

【0028】

このように、プロセス計算機 A の T I P レベルデータ受信部 2-3 は、伝送装置 E から入力した T I P レベルデータ 8 の他に、核計装盤からの L P R M レベル信号と A P R M レベル信号 7 と各信号の時刻データを読み込む。

10

【0029】

さらに、T I P レベルデータ受信部 2-3 は、現在の T I P 位置信号から、T I P 検出器が炉心底、炉心中央、炉心頂に移動して設置されているかを判定し、各ポイントの時刻データを取り出す。その時刻データを基に、核計装盤 B から送られてくる L P R M レベル信号と A P R M レベル信号 7 の時刻データと比較し、同じ時刻のデータを、T I P レベルデータ D B 2-4 に記憶する。

【0030】

この判定処理は高速で繰り返し実施され、T I P レベルデータ D B 2-4 に記憶される L P R M レベルと A P R M レベルは、各 T I P 検出器（マシン）毎に全てのチャンネルについて記憶される。

20

【0031】

この T I P レベルデータ受信部 2-3 における T I P 盤 C からの T I P レベルデータ 8 と核計装盤 B の L P R M レベル信号及び A P R M レベル信号 7 の時刻同期処理フロー（S 1 ～ S 8）の例を図 2 に示す。

【0032】

図 2 に示すように、種々の高さ位置にある各 T I P 検出器が測定した T I P データの時刻と同時刻にある L P R M / A P R M 信号を T I P レベルデータ D B 2-4 に記憶させる処理（S 4、S 7）を高速で繰り返す。プロセス計算機の T I P レベルデータ D B 2-4 に記憶された測定データは、T I P 走査処理部 2-2 により表示装置 2-1 1 に表示され、印字装置 2-1 2 により適宜ログ印字されるとともに、炉心性能計算処理部 2-1 3 に渡され、出力分布計算に使用される。

30

【0033】

（効果）

このように、T I P レベル信号 6、T I P 位置信号 5、時刻データを T I P 盤 C の T I P レベルデータ蓄積部 2-8 で同期をとって収集するとともに、T I P 盤 C からプロセス計算機 A に対して T I P 位置信号 5 及び T I P レベルデータ 8 と、核計装盤 B から L P R M レベル信号、A P R M レベル信号及び時刻データをプロセス計算機 A へ常時伝送することで、プロセス計算機 A において、時刻データを基にした時刻同期が可能となり、信号の伝送遅れや信号の検出遅れの影響を受けない精度の良い測定が可能となる。これにより、出力分布計算に必須である L P R M レベル信号と A P R M レベル信号を、従来と同等以上の精度で求めることが可能となる。

40

【0034】

以上説明したように、本第 1 の実施形態によれば、核計装盤の L P R M レベル信号と A P R M レベル信号に時刻データを付加する機能を付けてプロセス計算機へ伝送し、プロセス計算機にて T I P レベル信号と時刻データから、同時刻の L P R M / A P R M データを取り出すことにより、信号の伝送遅れや信号の検出遅れの影響を受けなくなるため、出力分布計算の精度向上を図ることができる。

【0035】

〔第 2 の実施形態〕

50

第 2 の実施形態に係る炉心監視システムについて、図 3、図 4 を参照して説明する。

なお、上記第 1 の実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複説明を省略する。

#### 【0036】

(構成)

第 2 の実施形態に係る炉心監視システムは、上記第 1 の実施形態の構成に、流量、炉圧、温度などのプラントデータ 9 とそのプラントデータ 9 の収集した時刻を時刻設定部 2-20 によって設定し、この時刻を併せてプロセス計算機 A へ送るプラントデータ収集計算機 F と、プロセス計算機 A 内にヒートバランス計算を行うヒートバランス計算処理部 2-17 と、ヒートバランス計算結果を保存しその結果を炉心性能計算処理部 2-13 へ渡すヒートバランスデータ部 2-18 を付加した構成となっている。

10

#### 【0037】

(作用)

このように構成された炉心監視システムの動作を以下に説明する。

プロセス計算機 A には入力装置 2-1 が設置され、運転員はこれらの装置を用いて、TIP 実施の要求などを行う。運転員からの要求は、プロセス計算機 A の TIP 走査処理部 2-2 で処理され、TIP 盤 C を経由して TIP 駆動装置 D が動作し、TIP 検出器を駆動する。

#### 【0038】

プラントデータ収集計算機 F では、流量、炉圧、温度などのプラントデータ 9 を収集し、その収集した時刻を併せて常時プロセス計算機 A のヒートバランス計算処理部 2-17 へ送信している。

20

#### 【0039】

ヒートバランス計算処理部 2-17 では、プラントデータ収集計算機 F から送られてきたプラントデータ 9 を周期的に計算し、ヒートバランスデータ部 2-18 からヒートバランス計算結果とともにプラントデータ 9 を炉心性能計算処理部 2-13 へ送る。

#### 【0040】

一方、TIP データについては、時刻データにより同期の取れているデータが TIP レベルデータ DB 2-4 に保存してあり、TIP 走査処理部 2-2 を経由して、炉心性能計算処理部 2-13 へ送られる。

#### 【0041】

炉心性能計算処理部 2-13 では、送られてきたヒートバランスデータと、TIP レベルデータ DB 2-4 のそれぞれで持っている時刻データから、同じ時刻データの検索と、各 TIP 検出器が同じ案内管（ストリング）内の走査を行い、TIP 検出器間の出力を一致させる処理と、検出器毎に補正するためのマシン正規化係数の計算を行い、出力分布計算を実施する。

30

#### 【0042】

マシン正規化係数の計算では、同じ時刻のヒートバランスデータに基づいて計算する APRM 較正係数と、同じ時刻の TIP レベルデータ DB 2-4 から炉心頂、炉心中央、炉心底の APRM レベル信号 6 の平均値を使用することより、収集した時刻の異なるデータを使用しなくなるため、時刻ズレによる誤差を含まない値となる。

40

#### 【0043】

ここで、炉心性能計算処理部 2-13 における、時刻同期処理の流れ（S1～S5）を図 4 に示す。

図 4 に示すように、炉心性能計算処理部 2-13 では、TIP の走査が完了し、運転員が走査終了の要求の有無を確認する。運転員の走査終了要求があった場合には（S1）、TIP レベルデータ DB 2-4 から最後にストリング内の走査が終了した時刻データを取り出し（S2）、その時刻に対応したヒートバランスデータをヒートバランスデータ部 2-18 から取り出して（S3）、出力分布計算を実施することにより（S5）、TIP 終了直後のデータを使用した出力分布計算となるため、TIP 終了後から出力分布計算までのプラントデータの変動による誤差を防止することが可能となる。

50

## 【0044】

また、炉心性能計算処理部2-13では、運転員の走査終了要求が無い場合は、定時またはデマンドによる出力分布計算を実施するため、要求時のヒートバランスデータを取り出して計算を実施する(S4)。

## 【0045】

(効果)

このようにプロセス計算機Aにおける炉心性能計算処理部2-13に、TIPレベルデータとヒートバランスデータの時刻同期処理を持たせることにより、TIP終了時点での出力分布及びプラントデータを正しく反映した形で出力分布計算を精度良く実施することができる。

10

## 【0046】

以上説明したように、本第2の実施形態によれば、プラントデータに時刻データを付加する機能と、炉心性能計算処理にてTIP実施時のTIPデータとTIP学習、LPRM学習時に使用するプラントデータ、ヒートバランスデータを、時刻をキーとして同時刻のデータを検索、取り出す機能を付加することにより、出力分布計算で使用するデータは時刻同期が取れているデータとなり、出力分布計算の精度向上を図ることができる。

## 【0047】

[第3の実施形態]

第3の実施形態に係る炉心監視システムについて、図5を参照して説明する。

なお、上記第1、第2の実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複説明を省略する。

20

## 【0048】

(構成)

第3の実施形態に係る炉心監視システムは、上記第2の実施形態のプロセス計算機A内にプラントの揺らぎによるLPRM/APRMレベルの変動を抑えるLPRM/APRMレベル平均処理部2-19を設けた構成としている。

## 【0049】

(作用)

このように構成された炉心監視システムの動作を以下に説明する。

プロセス計算機AのLPRM/APRMレベル平均処理部2-19では、核計装盤BからのLPRMレベル信号及びAPRMレベル信号7について、揺らぎを抑えるためのフィルタリング定数と、サンプリング周期の設定を可能とし、設定された内容に応じて平均化処理を行い、TIPレベルデータ受信部2-3へデータを送る。

30

## 【0050】

なお、平均化処理については、上記の平均化処理以外にも5秒12点の1分平均や5秒3点の15秒平均のような任意の周期と収集データ数による平均化処理も可能である。

## 【0051】

TIPレベルデータ受信部2-3では、現在のTIP位置信号から、TIP検出器が炉心底、炉心中央、炉心頂に移動して設置されているかを判定し、各ポイントの時刻データを取り出して、その時刻データを元に、LPRM/APRMレベル平均処理部2-19から送られてくる平均化処理されたLPRMレベル信号とAPRMレベル信号7の時刻データと比較し、同じ時刻のデータを、TIPレベルデータDB2-4に記憶する。

40

## 【0052】

炉心性能計算処理部2-13では、平均処理されたLPRMレベル信号及びAPRMレベル信号7を、TIPレベルデータDB2-4と、ヒートバランス計算結果をヒートバランスデータ2-18から読み込み、出力分布計算を実施することにより、プラントの変動による誤差を防止することが可能となる。

## 【0053】

(効果)

このように、LPRM/APRMレベルの平均化処理機能をプロセス計算機A内に持た

50

せることにより、LPRM/APRMレベル信号をスクラムなどのプラントインターロックで使用している機能に影響を与えることなく、プラントの揺らぎによる値の変動を抑え、出力分布計算の精度良く求めることができる。

#### 【0054】

以上説明したように、本第3の実施形態によれば、プロセス計算機に揺らぎを抑えるために平均化処理機能を付けることにより、LPRM/APRMレベル信号を使うスクラムなどのプラントインターロックに影響を与えずに揺らぎによる誤差を無くすることができるため、出力分布計算を精度良く求めることができる。

#### 【0055】

##### [第4の実施形態]

第4の実施形態に係る炉心監視システムについて、図6参照して説明する。

なお、上記第1～第3の実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複説明を省略する。

#### 【0056】

##### (構成)

第4の実施形態に係る炉心監視システムは、第3の実施形態に制御棒位置データ10についても時刻データを設定するために、制御棒位置データ10と時刻設定部2-21が設けられた制御棒位置情報装置Gを付加した構成としている。

#### 【0057】

##### (作用)

このように構成された本実施形態に係る炉心監視システムの動作を以下に説明する。

プラントデータ収集計算機Fでは、プラントデータ(流量、炉圧、温度)9などを収集し、そのデータを収集した時刻を設定し、ヒートバランス計算処理部2-17へデータを常時送信する。また、制御棒位置情報装置Gでは、制御棒位置10の収集と、そのデータを収集した時刻を設定し、ヒートバランス計算処理部2-17へデータを常時送信する。

#### 【0058】

ヒートバランス計算処理部2-17では、受信したプラントデータと制御棒データから周期的な計算タイミングと同時刻のデータを用いてヒートバランス計算を行い、その結果をヒートバランスデータ部2-18に保存する。

炉心性能計算処理部2-13では、周期的な出力分布計算の実行時刻のデータをヒートバランスデータ部2-18から検索して計算する。

#### 【0059】

また、炉心性能計算処理部2-13では、TIP実施後の出力分布計算の実行においてヒートバランスデータと、TIPレベルデータDB2-4のそれぞれで持っている時刻データから、同じ時刻のデータを検索し、同じデータを使用して出力分布計算を実施する。

これにより、出力分布計算にて使用するデータを全てが同一時刻となるため、炉心性能計算の精度の向上を図ることが可能となる。

#### 【0060】

##### (効果)

このように、制御棒位置情報装置Gの時刻設定部により、TIPレベルデータとヒートバランスデータに加え、制御棒データについても時刻を同期させることが可能となり、TIP終了時点での出力分布及びプラントデータを正しく反映した形で精度良く出力分布計算を実施することができる。

#### 【0061】

以上説明したように、本第4の実施形態によれば、制御棒データに時刻データ付加機能を付けてプロセス計算機へ伝送し、プロセス計算機にて炉心性能計算で必要とする全てのデータ(TIPデータ、LPRM/APRMレベル信号、プラントデータ、プラントデータから計算するヒートバランスデータ、制御棒位置データ)について、時刻の整合を図ることが可能となるため、出力分布計算の精度向上を図ることができる。

#### 【0062】

10

20

30

40

50

以上、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、組み合わせ、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。

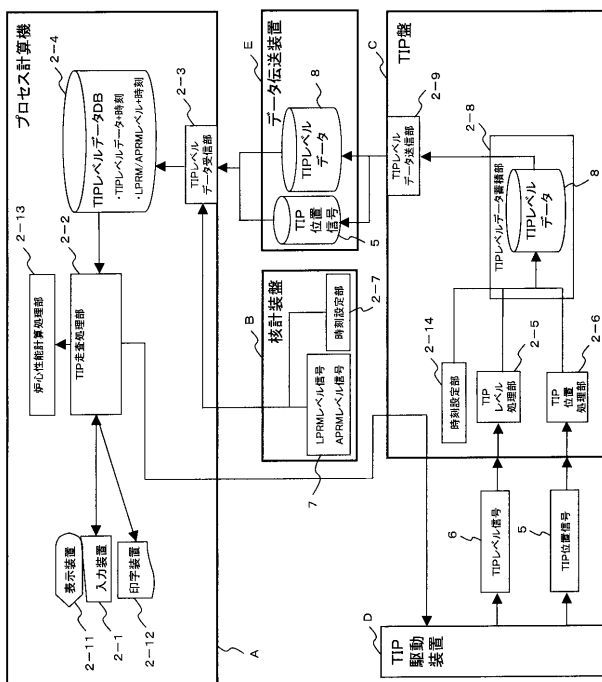
# 【符号の説明】

## 【0063】

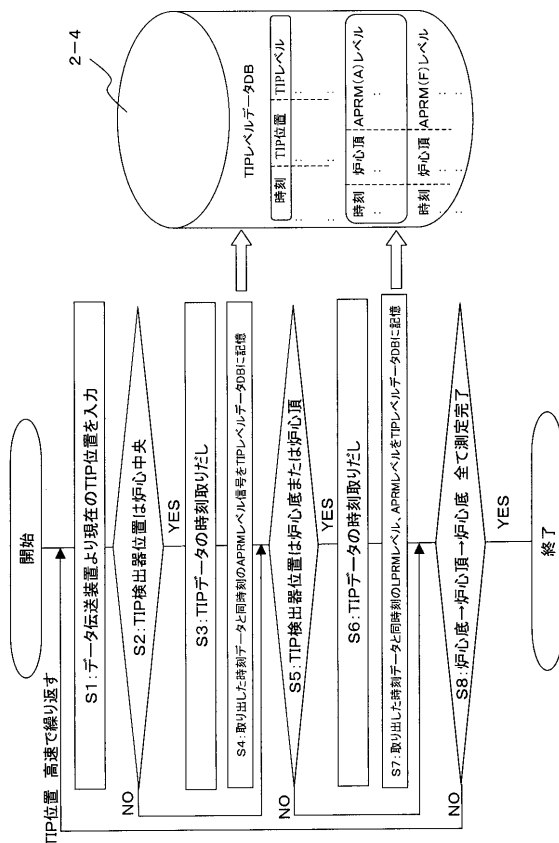
A…プロセス計算機、B…核計装盤、C…TIP盤、D…TIP駆動装置、E…データ伝送装置、F…プラントデータ収集計算機、G…制御棒位置情報装置、1-1…原子炉、1-2…炉心、1-3…TIP案内管、1-4…TIP検出器、2-1…入力装置、2-2…TIP走査処理部、2-3…TIPレベルデータDB、2-4…TIPレベルデータ受信部、2-5…TIPレベル処理部、2-6…TIP位置処理部、2-7…時刻設定部、2-8…TIPレベルデータ蓄積部、2-9…TIPレベルデータ送信部、2-11…表示装置、2-12…印字装置、2-13…炉心性能計算処理部、2-14…時刻設定部、2-17…ヒートバランス計算処理部、2-18…ヒートバランスデータ部、2-19…LPRM/APRMレベル平均化処理部、2-20…時刻設定部、2-21…時刻設定部、5…TIP位置信号、6…TIPレベル信号、7…LPRM/APRMレベル信号、8…TIPレベルデータ、9…プラントデータ、10…制御棒位置データ。

10

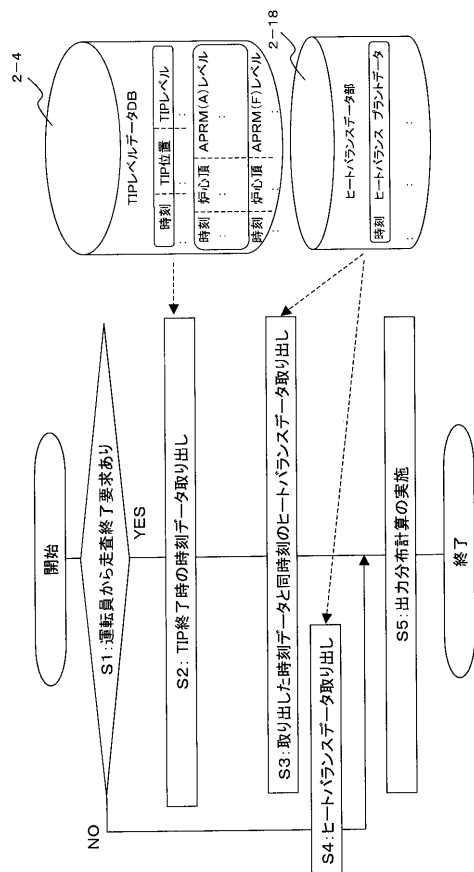
【図1】



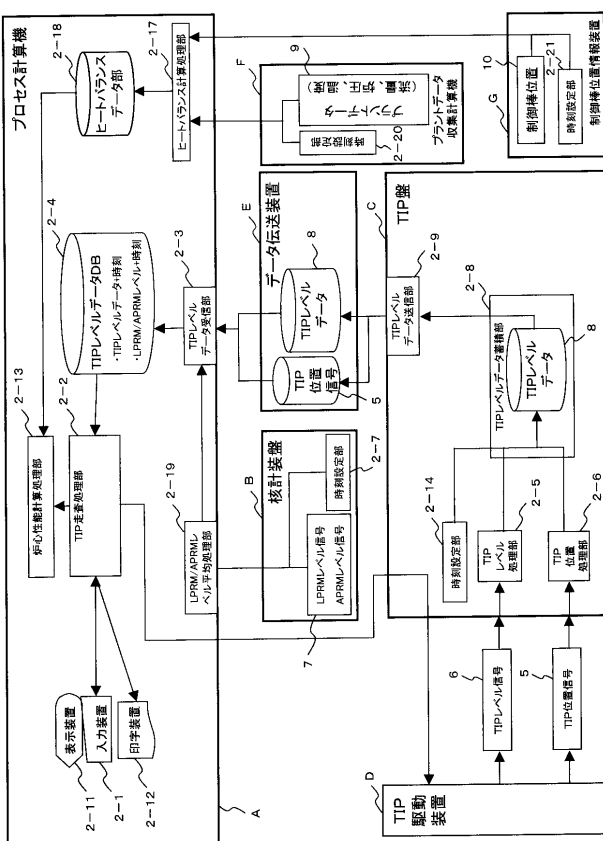
【図2】



【图 4】



【图 6】



【図 7】

