

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5357377号
(P5357377)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.

F 1

G 2 1 C 17/00 (2006.01)
G 2 1 C 5/00 (2006.01)G 2 1 C 17/00
G 2 1 C 5/00
G 2 1 C 17/00P
B
B

請求項の数 9 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-373710 (P2005-373710)
 (22) 出願日 平成17年12月27日 (2005.12.27)
 (65) 公開番号 特開2006-189442 (P2006-189442A)
 (43) 公開日 平成18年7月20日 (2006.7.20)
 審査請求日 平成20年12月24日 (2008.12.24)
 (31) 優先権主張番号 11/027,580
 (32) 優先日 平成16年12月30日 (2004.12.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 301068310
 グローバル・ニュークリア・フェュエル・ア
 メリカズ・エルエルシー
 アメリカ合衆国, 28401, ノースカロ
 ライナ州, ウィルミントン, キャスル・ヘ
 イン・ロード, 3901
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】原子炉リロードライセンシング分析システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行うためのシステムであって、
 プロセッサ(1108)と、
 少なくとも1つのデータベース(1120)を記憶する少なくとも1つのメモリ(1110)と、
 入力データ収集モジュール(104)、入力データ検証モジュール(117)、複数の
 原子炉分析モジュール(118)、プロセスモジュール(114)及びリロードライセン
 シングレポート作成モジュール(130)を含むソフトウェアプログラムと、を含み、
 前記入力データ収集モジュール(104)は、入力データ(106、108及び112)
)を受信するよう構成されており、
 前記入力データ収集モジュール(104)は、オペレータ入力による入力データ(106)
 を受信するようになったユーザデータインタフェースサブモジュールと1つ又はそれ
 以上のデータソース(108及び110)からの入力データを収集するようになったシス
 テムデータ収集サブモジュールとを備えており、
 前記入力データ検証モジュール(117)は、前記入力データを予め定義した入力検証
 データと比較するよう構成されており、
 前記プロセスモジュール(114)は、前記原子炉分析モジュール(118)の各々を
 処理しあつモジュール出力データを生成するものであり、
 前記プロセスモジュール(114)は、各原子炉分析モジュール(118)の自動処理 20

を開始するようになったプロセス順序付けサブモジュール(116)を含み、

前記原子炉分析モジュール(118)は複数のサブモジュールを含み、前記プロセスモジュール(114)は、複数のサブモジュールに共通して入力されるデータを求めた後に、前記プロセス順序付けサブモジュール(116)により、該複数のサブモジュールの処理を同時に開始し、

前記リロードライセンシングレポート作成モジュール(130)は、前記2つ以上の原子炉分析モジュール(118)からのモジュール出力データに応じて前記原子炉のリロードライセンシングレポート(132)を作成するものである、ことを特徴とする分析システム。

【請求項2】

10

前記プロセスモジュールによる前記原子炉分析モジュール(118)の処理に関連するデータを記憶するためのプロセス履歴モジュール(126)をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【請求項3】

各原子炉分析モジュール(118)が、モジュール入力データを受信しつつモジュール出力データを生成するようになっており、2つ又はそれ以上の原子炉分析モジュール(118)が、それらのモジュール出力データをモジュール入力データとして2つ又はそれ以上の他の原子炉分析モジュール(118)に提供することを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【請求項4】

20

各原子炉分析モジュール(118)が、前記入力データを特定の原子炉分析モジュール(118)に関連する予め決定したモジュール入力データと比較するようになった受信データ検証サブモジュール(117)を含むことを特徴とする請求項1に記載の分析システム。

【請求項5】

各原子炉分析モジュール(118)が、前記モジュール分析出力データを生成する前に、予備モジュール分析出力データを特定の原子炉分析モジュール(118)に関連する予め決定した分析出力データと比較するようになったモジュール分析出力データ検証サブモジュール(120)を含むことを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【請求項6】

30

前記入力データ収集モジュール(104)が、燃料リロードライセンシング技術データ(FRED)(502)、プラント過渡仕様(544)、プラント運転データ(518)、燃料バンドルデータ(508)、機械データ、核データ、熱流動データ(522)、予備炉心設計データ(516)及び一般プラントデータ(510)からなる群から選択されたデータを受信することを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【請求項7】

前記複数のサブモジュールが、核設計基準サブモジュール(NDB)(520)、リロード炉心冷却材流動サブモジュール(514)、基準ローディングパターン(RLP)サブモジュール(526)、安全性限界最小臨界出力比サブモジュール(SLMCPR)(534)、リロード過渡分析(RTA)サブモジュール(546)、ロッド引抜きエラー(RWE)サブモジュール(548)、給水加熱喪失(LFWH)サブモジュール(550)、ミスロケーテッド燃料ローディングエラー(MFLE)サブモジュール(552)、安定性分析サブモジュール(554)及び緊急炉心冷却システム適合性限界分析(ECSCLOCA)サブモジュール(556)からなる群から選択された2つ又はそれ以上のサブモジュールを含むことを特徴とする請求項1記載の分析システム。

40

【請求項8】

原子炉分析オプション、原子炉オペレータ運転目標、対象及び基準並びに原子炉設計要件の少なくとも1つを含む設計及びライセンシング基準検証データモジュール(506)をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【請求項9】

50

前記プロセスモジュール(114)が、前記原子炉のリロードライセンシング分析を開始するためのオペレータコマンドを受信し、その後更なるオペレータ入力又は指令なしで前記原子炉分析モジュール(118)の各々を自動的に始動しつつ処理し、前記原子炉分析モジュール(118)を処理するための前記プロセスモジュール(114)が、命令によって駆動されるようになっていることを特徴とする請求項1記載の分析システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原子炉に関し、より具体的には原子炉のリローディングのための自動分析に 10 関する。

【背景技術】

【0002】

原子力プラントは一般的に、その製造業者又は供給業者と協働してオペレータによって運転されかつ維持され、またエネルギー省(DOE)内の原子力規制委員会(NRC)によって出された厳しい規則及び規制の下で管理される。1つのこのような実例は、原子炉を通過する水が、原子炉炉心内に配置された核反応発生濃縮ウラン燃料ロッドから放出されたエネルギーによって加熱されて原子炉炉心内で直接蒸気を形成する沸騰水型原子炉(BWR)である。時間の経過と共にこれらの核燃料ロッド内の濃縮燃料が消費されると、原子力パワープラントは、定期的に停止させて使用済み燃料ロッドを新しい燃料ロッドと交換又はリロードし、また取出した使用済み放射性燃料ロッドを適切に保管しなければならない。 20

【0003】

燃料補給作業に備えて、原子炉オペレータは、再構成した原子炉燃料ローディングについてNRC規定の安全性及びライセンシングを実行し、それらの分析の結果をNRCに正式レポートとして提出しなければならず、それによってNRCのリロードライセンス分析(RLA)要件を順守することになる。これらのレポートは、標準形式で提出され、現在の燃料ローディングの見込まれる運転の予測と再構成した炉心ローディングにおいて燃料ロッドを交換した後でのパワープラントの運転予測とを含む。提出されたRLA分析の審査及びNRCによるその承認の後に、計画した燃料補給作業を進めかつ原子炉を運転に戻す許可(ライセンス)がオペレータに出されることになる。 30

【0004】

リロードライセンス分析(RLA)は、プラントの運転スタッフ及びエンジニアリングスタッフに、過去、現在及び計画した将来のプラント運転条件と重要な予測性能結果を文書にする一連の評価、データ収集及び分析を引き続き行うことを要求する。各分析パッケージ又はモジュールを実行した後に、その結果が検証される必要がある。評価及び分析は、様々なパラメータについての許容可能な入力及び出力の範囲を確定する段階と、分析結果をそれらの許容可能なデータ範囲と比較する段階とを含む。現在、リロードライセンシングのために利用されるシステム及び方法は、時間及びエンジニアリング資源に大きな投資を必要としつつ原子炉オペレータに長いRLA準備期間をもたらし、これらの全ては、原子炉の運転のコストを上昇させ、また原子炉の運転に制約を与えることになる。 40

【特許文献1】米国特許第5,490,185号公報

【特許文献2】米国特許第5,793,636号公報

【特許文献3】米国特許第5,923,717号公報

【特許文献4】米国特許第5,960,051号公報

【特許文献5】米国特許第6,338,149号公報

【特許文献6】米国特許第6,504,889号公報

【特許文献7】米国特許第6,674,825号公報

【特許文献8】米国特許公開第2004/0013220号公報

【特許文献9】米国特許第6,721,383号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 10】米国特許公開第 2004 / 0071253 号公報

【特許文献 11】米国特許公開第 2004 / 0236544 号公報

【特許文献 7】米国特許第 6,697,447 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の様々な実施形態の発明者達は、沸騰水型原子炉（BWR）のような原子炉の自動リロードライセンシング分析及びレポート作成のためのシステム及び方法を設計しつつ開発してきた。本システム及び方法の様々な実施形態は、リロードライセンシング分析を実行するのに必要な時間及び資源を低減するという技術的効果をもたらし、それによって核燃料を原子炉にリロードする時間及び費用を低減する。さらに、幾つかの実施形態は、分析、出力データ及びリロードライセンシングレポートの精度及び効率を改善することに10 関する 1 つ又はそれ以上の技術的効果をもたらすことができ、それによって原子炉停止時間を低減しつつ原子炉の安全性を高めることができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の 1 つの態様によると、コンピュータ環境でのコンピュータ実行の方法は、原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行う。本方法は、入力データを収集する段階と、複数の原子炉分析モジュールを処理する段階とを含む。原子炉分析モジュールの各々は、分析モジュール入力データを受信し、分析出力データを生成する。分析モジュール入力データは、収集した入力データに少なくとも一部基づいている。本方法はまた、1 つの原子炉分析モジュールからの少なくとも 1 つの分析出力データを、その分析出力データを該 1 つの原子炉分析モジュールの予め決定した分析出力データと比較することによって検証する段階を含む。本方法はさらに、2 つ又はそれ以上の原子炉分析モジュールからの分析出力データに応じて原子炉のリロードライセンシングレポートを作成する段階を含む。20

【0007】

本発明の別の態様によると、原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行うためのシステムは、プロセッサと、少なくとも 1 つのデータベースを記憶する少なくとも 1 つのメモリと、ソフトウェアプログラムとを含む。ソフトウェアプログラムは、入力データ収集モジュールと、入力データ検証モジュールと、複数の原子炉分析モジュールと、プロセスモジュールとを含む。入力データ収集モジュールは、入力データを受信するようになっている。入力データ収集モジュールは、オペレータ入力を受信するようになったユーザデータインタフェースサブモジュールと 1 つ又はそれ以上のデータソースからデータを収集するようになったシステムデータ収集サブモジュールとを備える。入力データ検証モジュールは、受信入力データを予め定義した入力検証データと比較するようになっている。プロセスモジュールは、原子炉分析モジュールの各々を処理しつつモジュール出力データを生成するようになっている。プロセスモジュールは、各原子炉分析モジュールの自動処理を開始するようになったプロセス順序付けサブモジュールを含む。30

【0008】

本発明のさらに別の態様によると、コンピュータ可読媒体は、原子炉の自動リロードライセンシング分析の方法のコンピュータ実行可能な命令を実行するようになっている。本方法は、システム入力データを収集する段階と、複数の原子炉分析モジュールをスケジュールする段階とを含む。本方法はまた、スケジューリングに応じて原子炉分析モジュールの各々を処理する段階を含む。原子炉分析モジュールの各々は、モジュール入力データを受信し、モジュール出力データを生成する。本方法はさらに、各原子炉分析モジュールのモジュール出力データを、その生成した分析出力データを特定の原子炉分析モジュールについての予め決定した分析出力データと比較することによって検証する段階を含む。原子炉分析モジュールの少なくとも一部分は、別の原子炉分析モジュールからの検証モジュール出力データをモジュール入力データとして受信する。本方法は、2 つ又はそれ以上の原子炉分析モジュールからの検証モジュール出力データに応じて原子炉のリロードライセン50

シングレポートを作成する段階を含む。

【0009】

本発明の更なる態様は、以下に行う詳細な説明から明らかになるであろう。詳細な説明及び特定の実施例は、本発明の好ましい実施形態を示しているが、例示の目的のためだけのものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではないことを理解されたい。

【0010】

本発明の例示的な実施形態は、以下に示す詳細な説明及び添付の図面から十分に理解できるはずであり、図面の同様の対応する部分は、例証のためだけに示し、従って本発明の例示的な実施形態を限定するものではない図面の複数の図を通して同様の参照番号によって表わされる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下の説明は、事実上単に例示的なものであり、決して本発明、その用途又は使用法を限定しようとするものではない。

【0012】

本発明の様々な実施形態は、コンピュータ実行可能な命令を含むコンピュータ可読媒体の形態でソフトウェアとして実装することができる、自動リロードライセンシング分析を行うためのシステム及び／又は方法に関する。本方法は、それに限定されないが、1つ又はそれ以上のデータベースに包含された履歴プロセスデータに自動的にアクセスする段階と、個々のユニットプロセスをモデリングする段階と、ベンチマークプロセス入力／出力パラメータの許容可能範囲（例えば、最小及び最大値）を定める段階と、自動分析の必須部分としてデータ測定値を検証する段階と、燃料補給申請の一部としてNRCに提出することができる出力レポートを作成する段階とを含む。本方法及びシステムの幾つかの実施形態は、本明細書では一例として技術分析プロセス統合ツール（TAPIT）と呼ばれる。

20

【0013】

例えば、コンピュータ環境の幾つかの例示的な実施形態では、コンピュータ実行の方法は、原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行う。本方法は、入力データを収集する段階と、複数の原子炉分析モジュール又は機能を処理する段階とを含む。原子炉分析モジュール又は機能の各々は、分析モジュール入力データを受信し、分析出力データを生成する。分析モジュール入力データは、収集した入力データに少なくとも一部基づいている。本方法はまた、1つの原子炉分析モジュールからの少なくとも1つの分析出力データを、その分析出力データを該1つの原子炉分析モジュールについての予め決定した分析出力データと比較することによって検証する段階を含む。本方法はさらに、2つ又はそれ以上の原子炉分析モジュールからの分析出力データに応じて原子炉のリロードライセンシングレポートを作成する段階を含む。

30

【0014】

図1は、リロードライセンシング分析及びレポート作成のための自動プロセス及び分析を行う方法100の1つの例示的な実施形態のフローチャートである。この方法は102で開始し、プロセス104でデータが1つ又はそれ以上のデータソースから収集される。この実施例では、データソースは、ユーザ入力データ106、1つ又はそれ以上のメモリ又はデータベース108に記憶されたデータ及び／或いはインターネット、ローカルエリアネットワーク（LAN）又は公衆ネットワークなどのネットワーク接続112から取得したネットワークデータ110を含むことができる。ユーザ入力は、カラーの炉心マップ、構成管理インタフェース及び再始動を含むことができるユーザインタフェースから取得することができる。1つの実施形態では、ユーザインタフェースは、ウェブ又はハイパーテキストマークアップ言語（HTML）ユーザインタフェースである。

40

【0015】

一般的に、ネットワークデータ110は、1つ又はそれ以上のネットワークメモリ又は記憶装置111に遠隔で記憶される。幾つかの実施形態では、ユーザデータ106、記憶

50

データ108又はネットワークデータ110として収集した入力データもまた、プロセス104で収集データの完全性を保証するために検証することができる。収集データ106、108及び/又は110は、データベースファイル、スプレッドシートファイル、記憶データテキストファイル及び原子炉オペレーターデータベースファイルからなる群から選択されたデータソースから収集したシステムデータを含むことができる。これらのデータベースは、所有権データベース又はファイル、CEDARデータベース、Oracle(登録商標)データベース(OracleはOracle Corporationの米国登録商標である)、Access(登録商標)(AccessはMicrosoft Corporationの米国登録商標である)データベース、Excel(登録商標)(ExcelはMicrosoft Corporationの登録商標である)スプレッドシート、記憶スプレッドシート、記憶テキスト又は組込み関数、数値などとすることができる。このデータは、実施例として、燃料リロードライセンシング技術データ(FRED)、プラント過渡仕様データ、プラント運転データ、燃料バンドルデータ、機械データ、核データ、熱流動データ、予備炉心設計データ及び一般プラントデータを含むことができる。10

【0016】

プロセス104のデータ収集が終了すると、分析プロセス114が開始する。幾つかの実施形態では、114での処理は、ユーザ106からの入力又はコマンドによって開始することができる。114のプロセスは、方法100の様々な分析及びプロセスへの管理及び指示機能を提供する。実施例として、ソフトウェアプログラム又はサブルーチンのような複数の原子炉分析モジュール(NRAM)118は、プロセス及びシーケンスプロセス116によって処理される。このプロセスは、どのような手段によって行うことができる、幾つかの実施形態では一組の又は複数の命令によって駆動される処理を含むことができる。幾つかの実施形態では、複数の原子炉分析モジュール118のためのプロセスは、自動的であり、更なるユーザとの対話又はユーザの介入を必要としない。また、1つの好ましい実施形態では、付加的なユーザとの対話或いはユーザの介入又は入力は、自動処理の完了又は中断のためのエスケープ又はオーバライドのような万一の場合を除いては許可されない。20

【0017】

原子炉分析モジュール118は、原子炉設計基準サブモジュール(DB)、リロード炉心冷却材流動サブモジュール、基準ローディングパターン(RLP)サブモジュール、安全性限界最小臨界出力比サブモジュール(SLMCPR)、リロード過渡分析(RTA)サブモジュール、ロッド引抜きエラー(RWE)サブモジュール、給水加熱喪失(LFWH)サブモジュール、ミスロケーテッド燃料ローディングエラー(MFLE)サブモジュール、安定性分析サブモジュール及び緊急炉心冷却システム適合性限界分析(ECCSLOCA)サブモジュールなどの1つ又はそれ以上のサブモジュールを含むことができる。さらに、他の分析モジュール118も含むことができ、特定した原子炉分析モジュール118の幾つかは、省略することができ、1つ又はそれ以上の原子炉分析モジュール118は組合せるか或いは細分化することができる。30

【0018】

さらに、運転限界最小臨界出力比(OLMCP)R(図示せず)は、RTA、RWE、LFWF、MFLE、ECCS LOCA及び安定性分析モジュールによって生成された出力に応じて1つ又はそれ以上の原子炉分析モジュール118或いは別個の又は固有のモジュール118によって生成することができる。1つのこのような実施形態では、リロードライセンシングレポートは、少なくとも一部分、運転限界最小臨界出力比(OLMCP)Rに応じて作成される。40

【0019】

各原子炉分析モジュール118は、特定の分析モジュールが必要とするモジュール指定入力データを受信する。モジュール入力データは、収集データの一部分を含むことができ、前に処理した原子炉分析モジュール118から生成した検証出力モジュールデータを含50

むことができる。幾つかの実施形態では、各原子炉分析モジュール 118 はまた、適切な分析モジュール 118 处理のためのモジュール入力データの有効性を保証するために入力データ検証プロセス 117 又はモジュールを含むことができる。このような有効性は、様々なデータ有効性プロセス及びデータのいずれかを使用してチェックすることができる。入力データ検証プロセス 117 は、各原子炉分析モジュール 118 内の機能又は別個かつ異なる分析モジュール 118 として実行することができる。

【0020】

複数の原子炉分析モジュール 118 の各々は、連続又は同時処理するようにスケジュールされる。各原子炉分析モジュール 118 は、予備出力データ 119 を生成し、この予備出力データ 119 は、120 で、例えば該予備出力データ 119 を予め決定した分析出力データ 122 と比較することによって検証される。予め決定した分析出力データ 122 は、理論的決定、モデリングに基づいて或いは以前の経験に基づいて生成することができる。120 での及び予め決定した出力データ 122 での検証プロセスは、前に取得した情報との整合性チェック、合理性のチェック及び設計基準への適合性チェックを含むことができる。出力データ検証機能 120 は、各原子炉分析モジュール 118 内の機能として、或いは 1 つ又はそれ以上の別個かつ異なる機能モジュール 118 として実行することができる。

【0021】

プロセス 120 で出力データが検証されると、各分析モジュール 118 の検証出力データ 124 は、126 でメモリに記憶され、1 つ又はそれ以上の他の原子炉分析モジュール 118 にモジュール入力データとして提供される。プロセスモジュール 114 内でのプロセスは、所望の又は必要な原子炉分析モジュール 118 の各々が処理されかつその出力データがプロセス 128 でチェックされて検証されるまで、連続して又は同時に続けられる。全ての原子炉分析モジュール 118 が処理されると、プロセス 130 でリロードライセンシングレポート 132 が作成される。リロードライセンシングレポート 132 は、2 つ又はそれ以上の分析モジュール 118 からの 2 つ又はそれ以上の検証モジュール出力データ 124 に基づいている。モジュール出力又はリロードライセンシングレポート 132 は、あらゆるフォーマットにすることができる、「.pdf」ファイルなどの図形フォーマットにフォーマット化するか或いは記憶又はメモリ装置内にファイルすることができる。

【0022】

上述したように、システム及びプロセス内にはまた、付加的なモジュール又はサブモジュールを含むことができる。実施例として、これは、プロセスモジュールによる原子炉分析モジュールの処理に関連するデータを記憶するためのプロセス履歴モジュール、或いは原子炉分析オプション、原子炉オペレータ運転目標、対象及び基準並びに原子炉設計要件の少なくとも 1 つを含む設計及びライセンシング基準検証データモジュールを含む。

【0023】

次に図 2 を参照すると、自動リロードライセンシング分析システム及び方法 200 は、原子炉バンドルデータ 202、オペレータ要求 204 及び原子炉プラントデータ 206 などの入力を受信する。この入力データから、208 で炉心設計計算値が生成される。これが終了すると、210 で安全性及びライセンシング計算値が作られ、リロードライセンシングレポート 132 が、炉心設計計算値 208 と安全性及びライセンシング計算値 210 とに応じて作成される。

【0024】

次に図 3 を参照すると、本発明の様々な例示的な実施形態による、原子炉 300 のリロードライセンシング分析を自動的に行うシステム及び方法のデータ記憶及びフローを示すブロック図を示している。この例示的な実施形態では、技術分析プロセス統合ツール (TAPIT) 302 は、全てではないが、上記及びこの説明を通して記載するような機能及びプロセスの多くを含む。TAPIT 302 は、複数のデータソースからデータ入力を受信する。図示するように、沸騰水型原子炉技術データベース (BWR EDB) は、プロセスデータベース部分 308 を含む。1 つの例示的な実施形態では、BWR EDB は、Or

10

20

30

40

50

a c l e (登録商標) (Oracle は Oracle Corporation の米国登録商標である) データベースの形態で実装される。このような実施形態では、データベースは、入力収集、入力及び実行ファイル作成、処理、出力収集及び検証の全てを含むリロードライセンシング分析プロセスを定める。さらに、データベース(或いはその中又は他の場所に形成した命令)は、分析プロセス又はモジュールの各々について、連続的又は同時或いはそれらの何らかの組合せになるようにプロセスのスケジューリングを指定することができる。しかしながら、他のデータベースシステム及びソフトウェアもまた、本発明の技術的範囲内にある。

【0025】

図示するように、B W R E D B プロセスデータベース 308 は、T A P I T 302 にプロセス定義 310、入力／出力定義 312 及び検証定義 314 を提供することができる。これらの各々は、原子炉に関係するデータについての 1つ又はそれ以上の定義を与える。B W R E D B 制御命令ファイル 316 は、T A P I T 302 に入力命令ファイル 330 及び／又はプロセス命令ファイル 332 を提供することができる。これらの各々は、原子炉に関係するデータについての 1つ又はそれ以上の定義を与える。C E D A R 沸騰水型原子炉技術データベース (B W R E D B) もまた、T A P I T 302 によって収集されるデータを提供することできる。C E D A R は、この点に関して使用するために General Electric Company によって開発されたデータベースの実施例である。しかしながら、他のデータベースもまた利用することができる。また、ユーザ 304 は、T A P I T 302 内に直接又は間接的にデータを入力することができる。さらに、入力／出力データ 318 は、T A P I T 302 によって交換されかつ収集される。

【0026】

T A P I T 302 は、検証データプロセス 320 に出力データを提供し、検証データプロセス 320 はまた、入力／出力データ 318 を受信してプロセスログ 322 を少なくとも一部生成する。入力ファイル 324 はまた、入力／出力データ 318 を受信し、入力／出力データ 318 に応じて 1つ又はそれ以上の工学コンピュータプログラム (E C P) 326 を実行する。また E C P 326 は、B W R E D B C E D A R 306 入力を受信し、出力ファイル 328 を作成する。

【0027】

次に図 4 を参照すると、プロセスフロー 400 は、T A P I T から B W R E D B プロセスデータベース 308 に出力データを提供する 1つの実施形態を示している。ユーザ 304 は、入力データ又はコマンドを T A P I T 302 に提供することができ、T A P I T 302 は次に、1つ又はそれ以上の原子炉ライセンシング分析モジュール又はプロセスを処理した結果として出力データを生成する。これら出力データは、B W R E D B プロセスデータベース 308 及びそのサブモジュールの 1つ又はそれ以上によって受信される。B W R E D B プロセスデータベース 308 は、プロセス定義 310、入力／出力データ定義 312、検証定義 314、入力命令ファイル 330 及びプロセス命令ファイル 332 を含むことができる。

【0028】

実施例として米国内沸騰水型原子炉 (B W R) のような原子炉及び米国タイプライセンシング方法を利用する米国外原子炉のためのリロードライセンシング分析は、実施例として G E S T A R - I I に定めたような U S N R C ライセンシング協定に従って実行される。図 5 及び図 6 並びに関連する以下の説明により、本発明の 1つ又はそれ以上の実施形態による自動リロードライセンシング分析システム及び方法に含まれることができる幾つかの例示的な分析モジュール及びプロセスの簡単な説明を行う。図 5 及び図 6 は、本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉の自動リロードライセンシング分析を実行するためのシステム、ソフトウェア又はプロセスフローモジュールのそれぞれ第 1 の部分 500 A 及び第 2 の部分 500 B を示す。第 1 の部分 500 A 及び第 2 の部分 500 B は、それぞれコネクタ 542 及び 544 によって接続された連続フローである。

【0029】

10

20

30

40

50

本発明の幾つかの実施形態によるリロードライセンシング分析の実行中に、様々な入力ソースにアクセスすることができる。これらには、原子炉オペレータ要件を決定すること、収集すること及び特定することを含むことができる。1つの実施形態では、これらの原子炉オペレータ要件は、収集され、燃料リロードライセンシング技術データ（FRED）502レポート又はファイルとして知られることがあるレポート又はデータベース又はファイルに読み込まれる。また、プラント過渡関係仕様及び/又は運転プラントデータ（OPL-3）510及び544（図6）並びに燃料バンドルの機械、核及び熱流動データ508は、様々なソースから収集することができる。本システム及び方法によって提供されかつ受信される他のデータには、一般プラント記述情報510、予備炉心設計516、運転履歴518、バンドル設計508、チャネル設計512、熱流動データ522、プラント過渡仕様544及び設計基準504が含まれる。10

【0030】

燃料リロードライセンシング技術データ（FRED）502は、リロードライセンシングプロセスへの入力とすることができます。しかしながら、FREDデータ502は、実施例として、パワープラント製造業者又は供給業者と電力事業団体との対話による過去の活動並びにデータの蓄積及び収集から生成することができる。FREDデータ502の生成を行って、リロードライセンシング分析に組入れる原子炉オペレータ要件を設定することができる。このタスクは、分析プロセスのいずれかを開始する前に完了される。FREDデータ502は、その下でリロードライセンシング分析を行うことになる重要なオペレータ要件、オプション及び設計基準から構成することができる。20

【0031】

同様に、ライセンシングのための運転パラメータ（OPL）データ504は一般的に、リロードライセンシングシステム及びプロセスへの入力データである。OPLデータ544は一般的に、エンジニアリングコンサルティング会社などの様々なエンティティと原子炉オペレータととの対話から得られたデータによりコンパイルされる。OPLデータ544は、リロード過渡分析（RTA）546に必要なパラメータの値を含み、このパラメータの値は、これらの値のソース及び使用についての原子炉オペレータの参考事項/コメントを含む。OPL544データは、RTA546分析のためのパラメータに対する相互に同意した基準を含むことができる。従って、OPL544は、システムによって収集されかつライセンシング分析システムの自動手順への入力として使用される多くのデータの1つである。30

【0032】

様々な分析プロセス、モジュール又はサブモジュールの全般的な説明を以下に示す。これがこの点に関する本発明のただ1つの例示的な実施形態であるので、指定したタスクの幾つかは、前に説明した又は図示したタスクの幾つかと並行して又は同時に或いはその前にさえ実行することに注目されたい。

【0033】

リロード炉心冷却材流動（RCCH）分析又はサブモジュール514は、その後のリロードライセンシングタスクで必要になる重要な熱流動パラメータを得るために実行される分析プロセスである。このプロセスへの入力は、FRED502、設計サイクルの燃料インベントリ、プラントの記述及び燃料の機械及び熱流動記述から取得される。RCCH分析514出力は、圧力低下損失係数、バイパスフロー特性（バンドルチャネルの中間のわずかな炉心フロー）及び重要なプラント熱バランス特性を含む炉心の熱流動記述を含む。40

【0034】

核設計基準（NDB）分析又はサブモジュール520は、リロードライセンシングアクティビティに必要な前のサイクル炉心運転の表示並びに重要な設計基準を提供する。このアクティビティへの入力は、炉心運転履歴518（炉心追跡）及びサイクルの残り部分に対する予測運転履歴を含む。NDB分析520出力は、その下で設計を行うことになる予測エンドオブプリービアスサイクル条件524及び重要な設計基準（臨界固有値、予測炉心運転限界値）を含む。50

【0035】

基準ローディングパターン（RLP）分析又はサブモジュール526は、ライセンシング分析の全てがそれに基づく基準ローディングとしての役割を果たす最終設計炉心ローディング528を取得する。RLP分析526は、前のサイクルの終わりで取出される燃料、挿入される新しい燃料及び設計サイクルの最終炉心構成を決定する。リロードサイクルにおける運転の設計（又は公称）制御ロッドパターンのセットが炉心設計528に含まれる。リロードライセンシング反応度適合性チェック（ワンロッドアウト停止マージン（SDM）及びスタンバイ液体制御システム（SLCS）停止マージン）もまた、RLP526の一部として実行される。このアクティビティへの入力は、FREDデータ502、RCCHデータ514並びにNDBデータ520及び524を含む。RLPへの更なる入力は、燃料格子及びバンドルの核、熱流動及び機械パラメータを含む。RLP526からの出力は、設計炉心ローディング、設計ロッドパターン並びにSDM及びSLCS適合性チェック結果を含む。10

【0036】

安全性限界最小臨界出力比（SLMCP）分析又はサブモジュール534は、サイクル指定最小臨界出力比（MCP）安全性限界値536を決定する。これは、燃料が沸騰遷移になるのを避けるようにするために、最大限界予想運転事象発生（AOO）後に炉心をそれ以上に維持することを必要とするMCP限界値である。SLMCP分析534への入力は、原子炉炉心内の燃料タイプについてのRLP炉心設計及びロッド減損528、RCCHデータ514及びロッド毎のパワーデータを含む。SLMCP分析534からの出力は、設計サイクルがそれを順守することになりまたMCP運転限界値（OLMCP）がそれにより決定されることになる安全性限界MCP536を含む。20

【0037】

過渡ラップアップ生成（TWG）分析又はサブモジュール532は、設計サイクルの予測運転の範囲を合理的に拘束することになる予想運転事象発生（AOO）分析への核入力を提供する。TWG分析532への入力は、RLP炉心設計528を含む。公称RLPロッドパターン減損を修正して、公称減損よりもさらに限界にある2つのサイクル終了点（1つのケースは炉心の底部を過度に減損させ、他方のケースは、予想以下に減損させる）を確定する。出力は、予測運転の限界近似値の両方に基づいた核入力の集まりである。30

【0038】

ロッド引抜きエラー（RWE）分析又はサブモジュール548は、不注意な制御ロッド引抜きによっていずれの燃料もMCP安全性限界値536或いは燃料デューティ制限値を越えることにならないことを保証する。RWE分析548への入力は、それによりRWE過渡がシミュレートされるRLP設計ロッドパターン528を含む。出力は、OLMCP562を設定するために他の予想運転事象発生（AOO）と共に使用される、RWE過渡による炉心最小臨界出力比、例えば CPR の変化を含む。

【0039】

給水加熱喪失（LFWH）分析又はサブモジュール550は、原子炉給水温度の低下により起こる予想運転事象発生（AOO）過渡によって、いずれの燃料もSLMCP又は燃料デューティ限界値を越えることにならないことを保証する。LFWH分析550出力は、OLMCPを設定するために他の予想運転事象発生（AOO）と共に使用される、LFWH事象の臨界出力比、例えば CPR の変化を含む。40

【0040】

ミスロケーテッド燃料ローディングエラー（MFL）分析又はサブモジュール552は、間違った位置に偶然ロードしたバンドルによっていずれの燃料もSLMCP536又は燃料デューティ制限値を越えることにならないことを保証する。MFL分析552への入力は、それにより過渡がシミュレートされるRLP設計ロッドパターン528を含む。この分析からの出力は、OLMCP562を設定するために他の予想運転事象発生（AOO）と共に使用される、MFL事象の臨界出力比、例えば CPR の変化を含む。50

【0041】

リロード過渡分析（RTA）分析又はサブモジュール546は、リローディングサイクル中のこれらのどのような過渡もSLMCP R536よりも低い最小MCP Rを生じることにならないように加圧過渡予想運転事象発生（AOO）のためのOLMCP R562を設定する。RTA分析546は、燃料デューティ要件及び要求容器過圧限界値558への適合性を確認する。RTA分析546への入力は、過渡ラップアップ生成532核情報及びRCC H514熱流動データ522を含む。RTA分析546出力は、OLMCP R562を設定するために他のAOOと共に使用される、加圧事象の臨界出力比、例えば CPRの変化を含む。この分析の結果は一般的に、リローディングサイクル中のプラントのOLMCP R562を決定する。

10

【0042】

安定性分析又はサブモジュール554は、原子炉が、許容可能な運転出力及びフロー領域全体にわたって安全な非変動状態で（原子炉出力及びフローに関して）作動するようになることを保証する。多数の長期安定性オプションが、実施例として、規制要件を満たすためにBWRオーナズグループなどの原子炉オペレータ又はオペレータグループと共に、General Electric Co.などのパワープラント製造業者によって開発されてきた。分析される特定のオプションは、FREDデータ502内に指定される。この分析への入力は、過渡ラップアップ生成532、核情報538及びRCC H514熱流動データ522を含む。この分析からの出力は一般的に、OLMCP R562を設定するために他の予想運転事象発生（AOO）と共に使用される、安定性に関する変動に関する臨界出力比、例えば CPRの変化、或いはそれとは別にそれによって原子炉運転が停止される定めた出力及びフロー領域のいずれかとすることができます。出力のタイプは、ユーザによる又は収集データにおける安定性分析554のために選択した安定性オプションによって決定される。

20

【0043】

緊急炉心冷却システム（ECCS）分析又はサブモジュール556は、冷却材喪失事故（LOCA）条件下での燃料ロッド最高クラッド温度（PCT）及びクラッド酸化の要件を満たす。ECCS分析556は、リロードで新しい燃料バンドル設計を使用することになったときはいつでも実行することができる。入力は、燃料バンドルの機械508、核及び熱流動記述並びに原子炉ECCS設計パラメータ（図示せず）を含む。分析からの出力は、原子炉炉心内の各燃料バンドル設計についての最大許容可能ノード出力限界値又は最大平均平面線形発熱速度限界値（MAPLHGR）のセットを含む。

30

【0044】

リロードライセンシング分析が終了すると、リロードライセンシング分析の結果を記録に残す補足リロードライセンシングレポート（SRLR）132が、上記の特定の分析、サブモジュール、データ及び／又は機能の1つ又はそれ以上に応じて作成される。1つの例示的な実施形態では、前述した分析又はサブモジュール及びデータの各々の及び全てのものは、SRLR132への入力としての役割を果たす。SRLR132は、そのコンテンツ及びフォーマットがいずれかの指定又は要求されたコンテンツ及びフォーマットに適合することになる文書又はファイルを含むことができる。SRLR132は、例えばGESTAR-IIライセンシング協定のようなライセンシング協定に指定された要件に適合したコンテンツ及びフォーマットを持つ文書又はファイルを含むことができる。

40

【0045】

分析モジュール又はサブモジュールの各々を、その機能、入力及び出力に関して全体的に説明してきたが、図7は、一般的原子炉分析モジュール又はサブモジュール700の1つの詳細な例示的実施形態を示す。この実施例では、原子炉分析モジュール702は、複数の入力704A～Cを受信し、複数の出力706A～Bを供給する。さらに、原子炉分析モジュール702は、レポート及び／又はドキュメンテーション708を作成又は提供する。原子炉分析モジュール702のオペレーションの内部には、データ収集及びチェックオペレーション710、実行計算オペレーション712及び実行検証オペレーション7

50

14、並びにレポート結果オペレーション716などの複数のオペレーションが存在することができる。これらの各々の実施例を図7に示している。図7に示すように、入力データ検証及び出力データ検証は、各原子炉分析モジュール118による定めたプロセス又は機能とすることができます。他の実施形態では、これらの機能の1つ又は両方は、別個の分析モジュールとして実行することができ、或いは1つ又はそれ以上の原子炉分析モジュール118をサポートするように組合せて実行することができる。

【0046】

1つの実施例として分析モジュールのオペレーションをさらに示す。図8は、図7に示した分析モジュールの1つの実施形態による、リロード炉心冷却材流動(RCCH)モジュール514又はプロセスの抜出しブロック図800を示す。RCCHモジュール514は、様々な内部プロセスの1つの実施形態を示すために拡張部分802によって拡大している。RCCHモジュール514は、入力収集及び保管プロセス804、範囲チェック入力プロセス806、ビルドファイルプロセス808、実行工学コンピュータプログラム(ECIP)プロセス810、出力収集及び保管プロセス812、出力検証プロセス814及び検証出力データレポーティング又は生成プロセス816を含む。これらの各々の実施例を図8に示す。

【0047】

上述したように、本発明の様々な実施形態のプロセス、モジュール又はサブモジュールの1つ又はそれ以上は、Oracle(登録商標)データベースのようなデータベースとして実装することができる。図9は、本発明の1つの実施形態による原子炉ライセンシング分析データベーステーブル900の1つの例示的なブロック図を示す。図900に示すように、原子炉ライセンシング分析データベーステーブル900は、プロセステーブル902、入力テーブル904、ソーステーブル906、出力テーブル908及び検証テーブル910を含むことができる。プロセステーブル902は、プロセステーブル912、ユニットプロセステーブル914、プロセスピルドテーブル916及びユニットジョブテーブル918を含むことができる。入力テーブル904は、プロセスデータ定義920、一般データ定義922及びユニットデータ定義924を含むことができる。ソーステーブル906は、プロセスソース926、一般ソース928及びユニットソース930を含むことができる。出力テーブル908は、出力データ定義932及び出力ソース934を含むことができる。検証テーブル910は、検証データ定義936、入力検証938及び出力検証940を含むことができる。これらの各々についての様々な特徴及びデータを、図9に実施例として示す。図9の例示的な実施形態は、図示したテーブルを別個のテーブルとして示しているが、他の実施形態では、当業者はより多い又はより少ないテーブルを実装することもできる。

【0048】

上述したように、本明細書のプロセスは、コンピュータシステムにかつコンピュータ可読命令のようなソフトウェアとして実装することができる。この詳細な説明の付属部分Aは、本発明の様々な実施形態と整合する1つの例示的なハードウェア及びソフトウェアの説明を示す。さらに、これらのソフトウェアモジュールの各々は、例えば図10に及びこの詳細な説明の付属部分Bの例示的なソフトウェアの記述に示すようにコンピュータフローチャートによって説明することができる。フローチャート1000は、本発明の1つの実施形態による原子炉ライセンシング分析方法及びシステムの1つの実施形態のデータベース実装入力データフローを示す。図示するように、フローチャート1000は、1つ又はそれ以上のユーザ入力302、1つ又はそれ以上のTAPIT302プロセス及び1つ又はそれ以上のBWERDBプロセスデータベースプロセスを含むことができる。図10、付属部分A及び付属部分Bに示した情報及び詳細は、当業者にはよく知られている。

【0049】

最後に図11を参照すると、本発明の例示的な実施形態のオペレーティング環境は、メモリシステム1110、入力装置1104及び出力装置1106と共に少なくとも1つの高速処理ユニット(CPU)1108を含むコンピュータ1102を備えたコンピュータ

10

20

30

40

50

システム 1100 である。これらの要素は、少なくとも 1 つのバス構造 1122 によって相互接続される。これらのコンピュータ要素は、本発明の様々な実施形態による、自動的に原子炉のリロードライセンシング分析を行いかつリロードライセンシングレポートを作成するためのオペレーティング環境を構成するように対話する。

【 0050 】

図示した CPU 1108 は、よく知られた設計であり、計算を行うための演算論理ユニット (ALU) 1112、データ及び命令の一時記憶のためのレジスタ 1114 の集まり 1114 及びシステム 1100 のオペレーションを制御するための制御ユニット 1116 を含む。少なくとも Digital Equipment, Sun, MIPS, Motorola、NEC、Intel、Cyrix、AMD、HP 及び Nexgen 製のものを含む多種多様なプロセッサのいずれも、同等地に CPU 1108 には好ましい。本発明の図示した実施形態は、これらの処理プラットフォームのいずれに対しても移植可能になるように設計したオペレーティングシステム上で動作する。
10

【 0051 】

メモリシステム 1110 は一般的に、ランダムアクセスメモリ (RAM) 及び読み出し専用メモリ (ROM) 半導体装置のような媒体の形態の高速メインメモリ 1118 と、フロッピー (登録商標) ディスク、ハードディスク、テープ、CD-ROM、フラッシュメモリなどの長期記憶媒体並びに電気、磁気、光又は他の記録媒体を使用してデータを記憶する他の装置の形態の二次記憶装置 1120 とを含む。メインメモリ 1118 はまた、ディスプレイ装置を介して画像を表示するためのビデオディスプレイメモリを含むことができる。メモリシステム 1110 が多種多様な記憶能力を有する多種多様な別の構成要素を含むことができることは、当業者には明らかであろう。
20

【 0052 】

入力及び出力装置 1104 及び 1106 は、当業者によく知られている。入力装置 1104 は、キーボード、マウス、物理変換器 (例えば、マイクロフォン) などを含むことができる。出力装置 1106 は、ディスプレイ、プリンタ、変換器 (例えば、スピーカー) などを含むことができる。ネットワークアダプタ又はモ뎀などの幾つかの装置は、入力及び / 又は出力装置として使用することができる。

【 0053 】

当業者によく知られているように、コンピュータシステム 1100 はさらに、オペレーティングシステム及び少なくとも 1 つのアプリケーションプログラムを含む。オペレーティングシステムは、コンピュータシステムのオペレーション及び資源の割当てを制御するソフトウェアのセットである。アプリケーションプログラムは、オペレーティングシステムを介して使用可能になったコンピュータ資源を使用して、ユーザが所望するタスクを実行するソフトウェアのセットである。これは、1 つ又はそれ以上のデータベースアプリケーションプログラムを含むことができる。両方とも、図示したメモリシステム 1110 内に常駐する。
30

【 0054 】

コンピュータプログラミングの技術に精通したスタッフの慣行に従って、本発明を、コンピュータシステム 1100 によって実行されるオペレーションの記号表示を参照しながら以下に説明する。これらのオペレーションは、コンピュータ実行オペレーションと呼ばれることがある。記号で表わしたオペレーションは、データビットを表わす電気信号の CPU 1108 による操作及びメモリシステム 1110 におけるメモリ位置でのデータビットのメンテナンス並びに他の信号処理を含むことが分かるであろう。データビットを保持するメモリ位置は、データビットに対応する特定の電気、磁気又は光特性を有する物理的位置である。本発明は、コンピュータ可読媒体に記憶された一連の命令を含む 1 つ又は複数のプログラムとして実装することができる。コンピュータ可読媒体は、メモリシステム 1110 に関して上記した装置のいずれか又はそれら装置の組合せとすることができる。
40

【 0055 】

上述したように、本発明の様々な実施形態は、データ測定検証を行うシステム及びプロ
50

セスを備えた燃料リロードライセンシングプロセス全体を自動化することによって、リロードライセンシングプロセスの効率を改善しつつ測定データの分析の精度を高める。

【0056】

上述したようなまた様々な例示的な実施形態の図に示したような本発明の1つ又はそれ以上の実施形態は、リロードライセンシング分析及びリロードライセンシングレポートの作成を実行するのに必要な時間及び資源の低減に関して1つ又はそれ以上の技術的効果をもたらすことができる。これらの節減は、リロードライセンシングプロセスと原子炉をリロードしつつ燃料リロードの後に原子炉を運転に戻すことに関連する停止時間の短縮との両方に関して、原子炉のオペレータにとって重要であるはずである。さらに、幾つかの実施形態は、分析、出力データ及びリロードライセンシングレポートの精度及び効率の改善に関して、原子炉停止時間を低減することができかつ原子炉安全性を向上させることができ1つ又はそれ以上の技術的効果をもたらすことができる。

10

【0057】

本明細書に説明したシステム及び方法は、原子炉のリロード分析及びレポート作成に関連する方法及び手順の自動化に対処するが、本発明の様々な実施形態は多種多様な技術分野及び産業に関連する多種多様な他の課題、方法及び手順に適用するか或いは実施するできることを、当業者には理解されたい。例えば、本方法及び手順は、分析プログラム又はモジュールを利用しつつ1つ又はそれ以上のデータベース又はそれ以外の記憶データにアクセスして利点を得ることができる製造、設計、運転、規制並びに技術方法及びシステムで実施することができる。従って、様々な実施形態は、あらゆる分野又は産業に関する実施形態を含むことができ、原子炉ライセンシングに限定されるものではない。

20

【0058】

当業者には公知であるように、本明細書で説明した例示的な実施形態は、様々なプロセス、方法、モジュール、サブモジュール及び機能を識別してきた。より少ない又はより多いプロセス、モジュール、及びサブモジュールを実装することができ、それらもまた依然として本発明の範囲内に含まれることを理解されたい。さらに、本明細書で別個のモジュールとして識別した幾つかのモジュールは、他のモジュールの機能として実施することができ、及び／又は機能は、別個のモジュールとして実施することができる。様々なモジュールの特定は、事実上単に例示的なものであり、限定しようとするものではない。

【0059】

30

本発明の態様又は本発明の実施形態を紹介する場合、「数詞のない」表現及び「前記」という表現は、要素の1つ又はそれ以上が存在することを意味しているものとする。「含む」、「備える」、及び「有する」という用語は、包括的であることを意図し、列挙したもの以外の付加的な要素を設けることができることを意味する。

【0060】

上記の点から見て、本発明の幾つかの態様が達成され、また他の有利な結果が得られることが分かるであろう。本発明の範囲から逸脱することなく上記の例示的な構成及び方法に様々な変更を加えることができるので、上記の説明に含まれ又は添付の図面に示した全ての事項は、例示として解釈されるべきであって、限定の意味として解釈されるべきではない。

40

【0061】

さらに、本明細書で説明したステップは、必ずしも説明し又は図示した特定の順序でそれを実行することを要求するものではないと解釈すべきであることを理解されたい。付加的な又は代替的なステップを用いることができることも理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の1つの例示的な実施形態による、原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行う方法を示すフロー図。

【図2】本発明の別の例示的な実施形態による、リロードライセンシングレポートを自動的に作成するためのシステム及び方法のブロック図。

50

【図3】本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉のリロードライセンシング分析を自動的に行うためのデータ記憶及びフローのブロック図。

【図4】本発明の別の例示的な実施形態による、沸騰水型原子炉技術データベースを生成するためのプロセスフローのブロック図。

【図5】本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉の自動リロードライセンシング分析を行うためのシステム及びモジュールのブロック図の第1の部分を示す図。

【図6】本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉の自動リロードライセンシング分析を行うためのシステム及びモジュールのブロック図の第2の部分を示す図。

【図7】本発明の別の例示的な実施形態による、一般原子炉分析モジュールのブロック図。

【図8】本発明の別の例示的な実施形態による、リロード炉心冷却材流動（RCCH）モジュールのブロック図。

【図9】本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉の自動リロードライセンシング分析のための複数のデータベーステーブル及びプロセスのブロック図。

【図10】本発明の別の例示的な実施形態による、データベース入力データフローのフローチャート。

【図11】本発明の別の例示的な実施形態による、原子炉のリロードライセンシング分析の自動処理のための方法及び／又はシステムを実行するのに使用することができるコンピュータシステムのブロック図。

【符号の説明】

【0063】

100 リロードライセンシング分析及びレポート作成の自動処理及び分析を行う方法

102 開始

104 データ収集

106 ユーザデータ／コマンド

108 記憶データ

110 ネットワークデータ

111 記憶装置

114 分析プロセス

117 入力データを確認する

118 原子炉分析モジュール（NRAM）

126 記憶データ

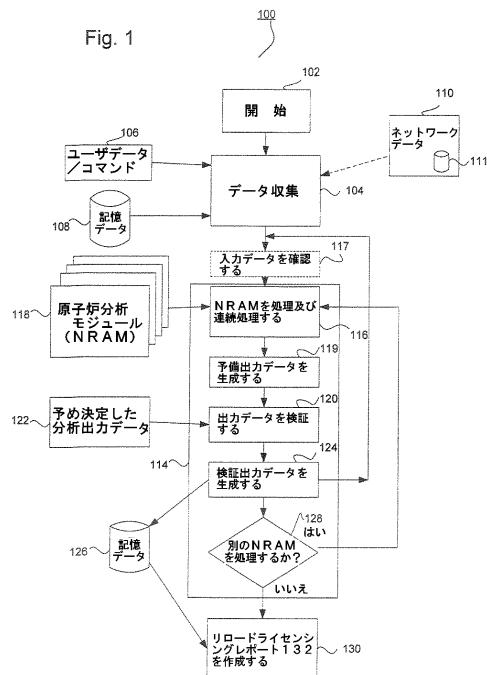
130 リロードライセンシングレポートを作成する

10

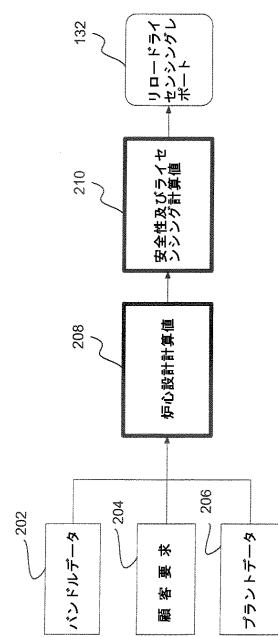
20

30

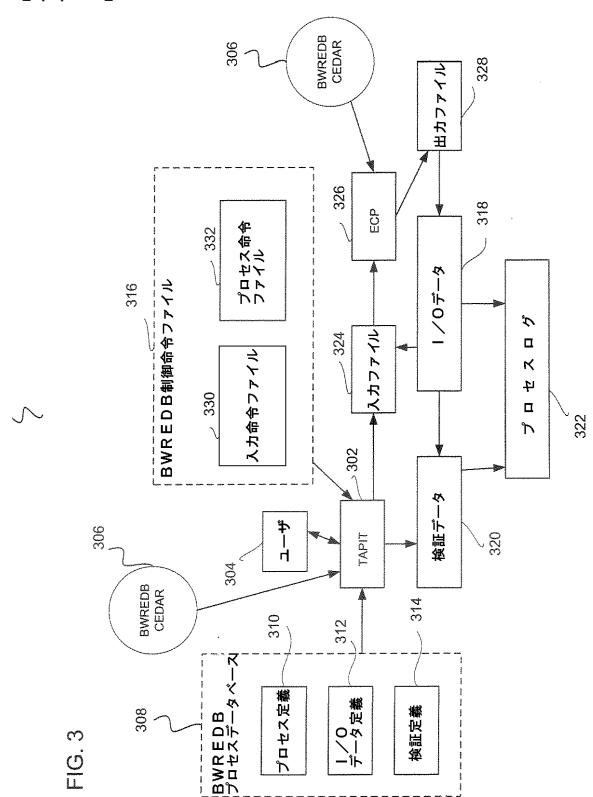
【図1】



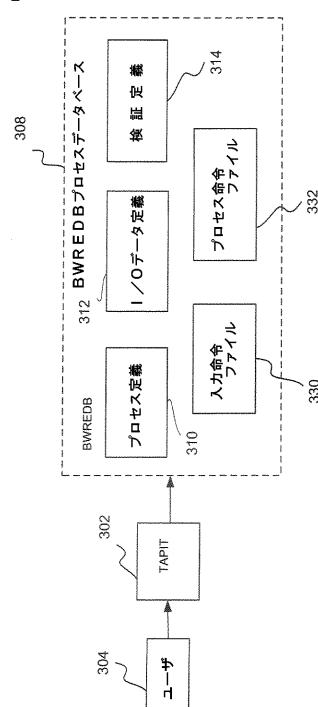
【図2】



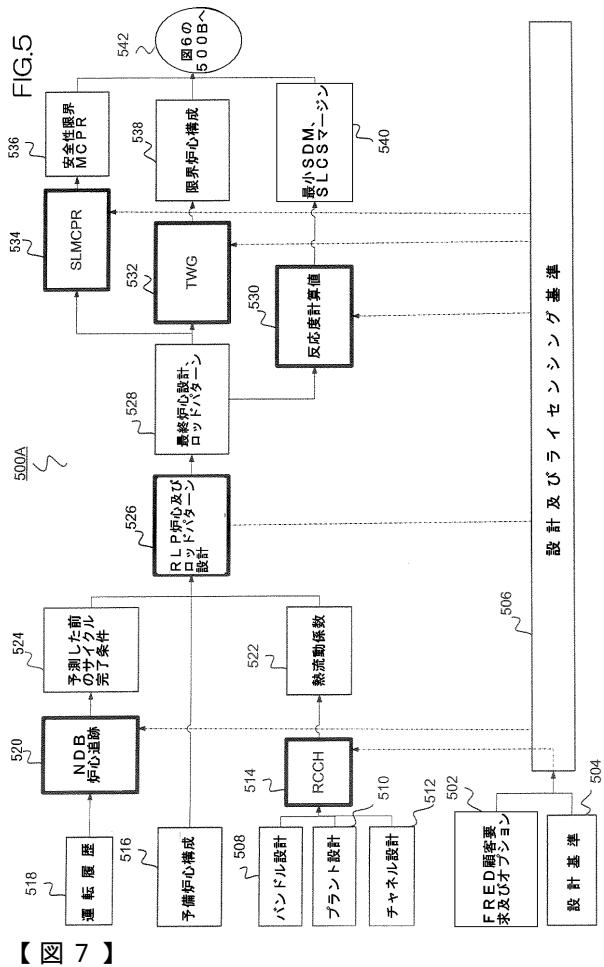
(3)



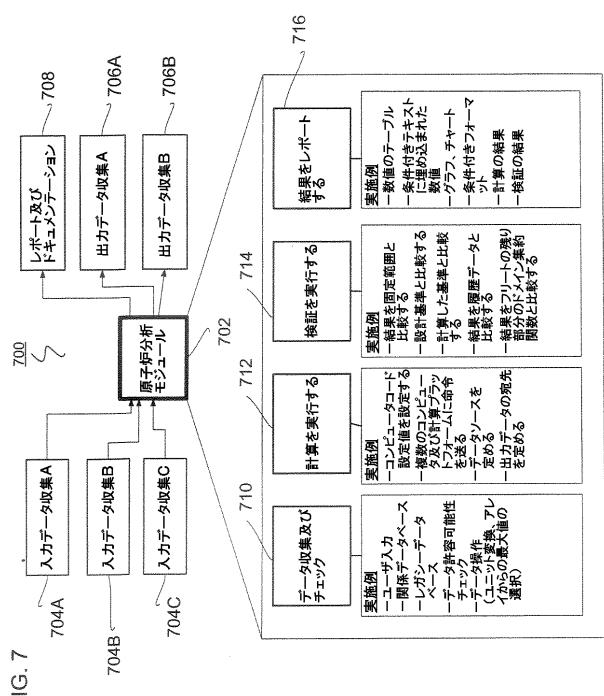
〔 4 〕



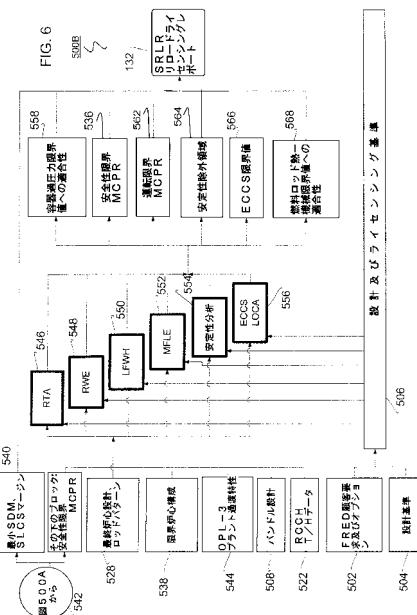
【図5】



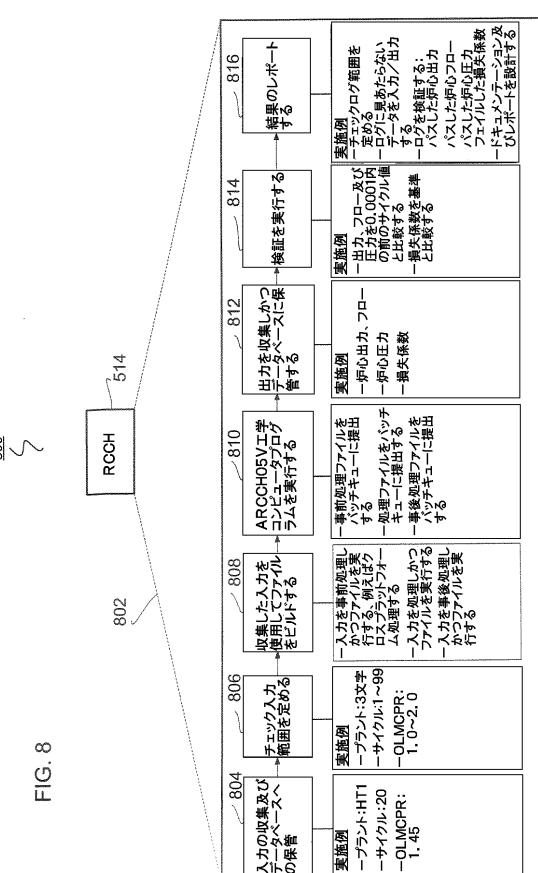
【図7】



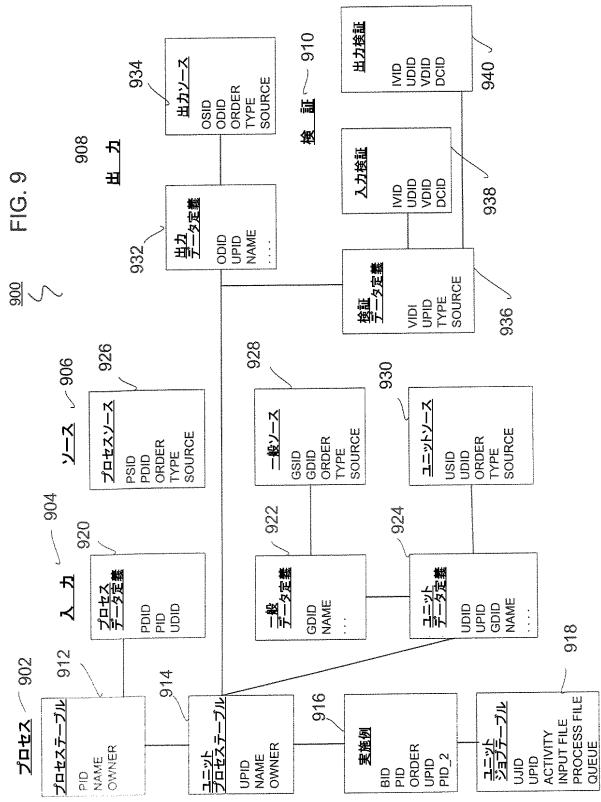
【図6】



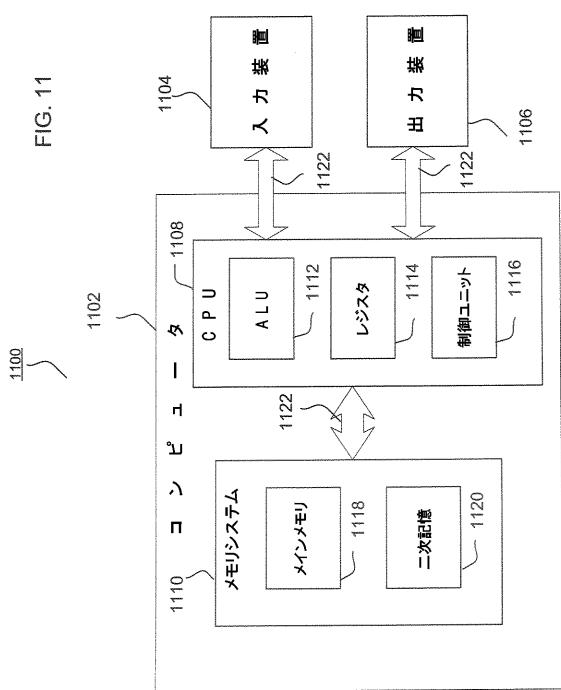
【図8】



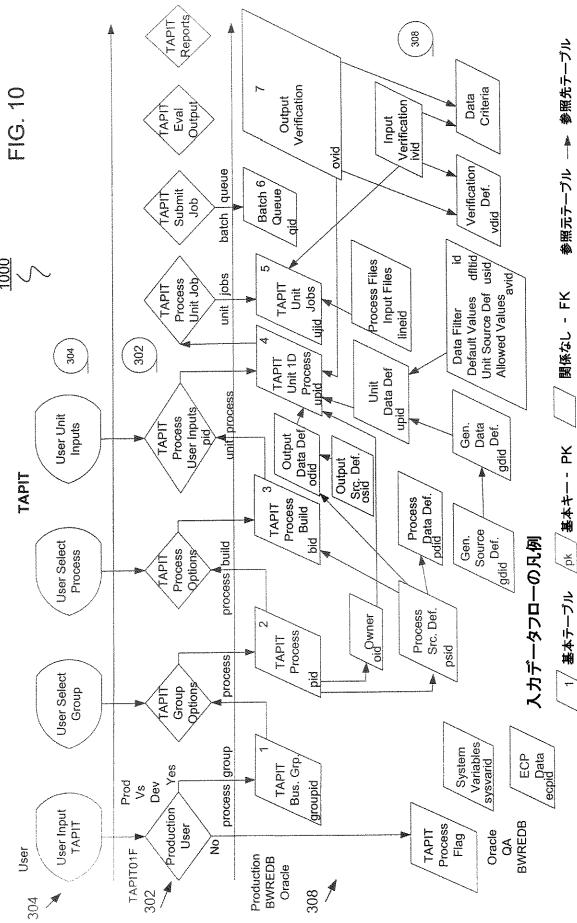
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 チャールズ・イー・ホートン

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ウィルミングトン、デコイ・レーン、8705番

(72)発明者 ジェイムズ・イー・フォーカス, ジュニア

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ウィルミングトン、フィニアン・ドライブ、6931番

(72)発明者 カーター・クーサー・ターラー

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ウィルミングトン、ベイ・コーヴ・レーン、528番

(72)発明者 ギャリー・ディー・ギャロウェイ

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ウィルミングトン、ダブリュー・クリークス・エッジ・ドライブ、7001番

審査官 林 靖

(56)参考文献 特開2000-356696(JP, A)

特開2000-346681(JP, A)

特開平02-290595(JP, A)

特開2004-240905(JP, A)

特開2004-503790(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 17/00 - 17/14

G21C 5/00 - 5/22