

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6298055号
(P6298055)

(45) 発行日 平成30年3月20日 (2018. 3. 20)

(24) 登録日 平成30年3月2日 (2018. 3. 2)

(51) Int. Cl. F I
G 0 6 F 17/50 (2006.01)
 G 0 6 F 17/50 6 1 2 H
 G 0 6 F 17/50 6 0 2 B

請求項の数 21 (全 66 頁)

(21) 出願番号	特願2015-526746 (P2015-526746)	(73) 特許権者	515036419
(86) (22) 出願日	平成25年8月9日 (2013. 8. 9)		コムソル・アクチボラゲット
(65) 公表番号	特表2015-525937 (P2015-525937A)		COMSOL AB
(43) 公表日	平成27年9月7日 (2015. 9. 7)		スウェーデン、エスー111 40 スト
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/054436		ックホルム、テグネルガタン、23
(87) 国際公開番号	W02014/026171	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成26年2月13日 (2014. 2. 13)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成28年8月2日 (2016. 8. 2)	(72) 発明者	ダニエルソン、エリック
(31) 優先権主張番号	61/681, 613		スウェーデン、エスー162 53 ベリ
(32) 優先日	平成24年8月10日 (2012. 8. 10)		ングビュー、ニュルンダガタン、22
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	フォンテス、エドゥアルド
(31) 優先権主張番号	61/740, 149		スウェーデン、エスー186 52 バレ
(32) 優先日	平成24年12月20日 (2012. 12. 20)		ントゥナ、クリスティーネルンズベーゲン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		、54

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モデリングシステムにおいて問題を形成および問題に解答するためのアプリケーションインターフェイスを作成するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するよう適合されるシステムであって、前記システムは、

1つ以上のプロセッサと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1つ以上のメモリデバイスとを含み、

前記1つ以上のプロセッサは、使用の間に、アプリケーションデータ構造に所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むように適合されており、前記複合物理モデルデータ構造は物理システムの1つ以上のモデルの表示を含み、物理システムの各モデルは物理的現象および／または物理プロセスを表しており、前記複合物理モデルデータ構造は、前記物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含み、

前記1つ以上のプロセッサは、使用の間に、前記アプリケーションデータ構造に1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータを加えるように適合されており、前記1つ以上のアプリケーションフィーチャは、前記物理システムの1つ以上のモデルに関連付けられており、各アプリケーションフィーチャは、(i) 前記物理システムの1つ以上のモデルについての前記各アプリケーションフィーチャの少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および、(i i) 前記物理システムの1つ以上のモデルについての前記各アプリケーションフィーチャの少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含み、

10

20

フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォームを特定するデータを含み、アクションフィーチャは、前記アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含み、

行なわれるべき前記動作のシーケンスの少なくとも1つは、前記少なくとも1つのモデリング動作を含み、行なわれるべき前記動作のシーケンスの少なくとも1つは、前記物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含み、これにより、

カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、前記少なくとも1つのモデリング動作と、前記物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、前記1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、前記物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される、システム。

10

【請求項2】

前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、少なくとも1つのフォームフィーチャを使用して生成される、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記システムはさらに、前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を実行し、出力データを提示し、および／または、ユーザから少なくとも1つのフォームフィーチャに従った入力データを受け取り、少なくとも1つの生成された形状を使用して、前記少なくとも1つのモデリング動作を実行することにより、1つ以上の物理システムをモデリングまたはシミュレートするよう適合される、請求項1または2のいずれか1項に記載のシステム。

20

【請求項4】

前記システムは、

グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択された複合物理モデルデータ構造を提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上の複合物理モデルデータ構造を表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えることと、

グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択されたアプリケーションフィーチャを提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えることと、

30

ユーザに選択された少なくとも1つのアプリケーションフィーチャについて、1つ以上の予め選択されたフォームフィーチャおよび／または1つ以上のアクションフィーチャをグラフィカルユーザインターフェイスを介して提示し、ユーザが選択し随意にユーザが修正した1つ以上のフォームフィーチャおよび／またはアクションフィーチャを表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えること

とのうちの1つ以上に従って前記アプリケーションデータ構造を修正または更新するようさらに適合される、請求項1～3のいずれか1項に記載のシステム。

40

【請求項5】

前記1つ以上のアプリケーションフィーチャはさらに、

前記物理システムの1つ以上のモデルのうちの少なくとも1つの物理コンポーネントについて、セッティングを制御するパラメータの入力を各々が制御する入力宣言の1つ以上と、

入力宣言の値をチェックする1つ以上の論理条件を各々が特定する1つ以上のアクティベーション条件と、

前記物理システムの1つ以上のモデルのシミュレーションの後、表示されるべき結果を各々が特定する1つ以上の出力宣言と、

入力の表示および収集を制御する1つ以上の入力フォームと、

50

出力宣言において宣言される結果の表示を制御する1つ以上の出力フォームと
のうちの1つ以上を表わすデータを含む、請求項1～4のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項6】

少なくとも1つのフォームフィーチャは、前記フォームフィーチャを含む前記アプリケーションフィーチャが実行されると、前記動作のシーケンスを修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする、請求項1～5のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項7】

少なくとも1つのフォームフィーチャは、前記フォームフィーチャを含む前記アプリケーションフィーチャが実行されると、前記少なくとも1つの形状および／または前記少なくとも1つのモデリング動作を修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする、請求項1～6のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項8】

前記少なくとも1つの形状の形状が各々、0次元、2次元、または3次元のいずれかであることが可能である、請求項1～7のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項9】

前記少なくとも1つのモデリング動作は、結合系または結合表示を解くための1つ以上の偏微分方程式を含む、請求項1～8のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項10】

アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、時間高調波電磁界について周波数をセットし、シミュレーションを実行し、Sパラメータを表示するためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造は音響シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、基準圧力を更新し、シミュレーションを実行し、生じる波の伝播を表示するための入力を受け取るためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造はタンクにおける流量シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャは、入力宣言と、出力宣言と、入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、パイプ出口での平均流量を表示するためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造は電子デバイスのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、ヒートシンクのサイズを決定するとともに所与の入力ロードで所与の入力値を下回る温度を維持するためのアクションフィーチャとを含み、および／または、

アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、形状を更新し、ウェハの表面上の半導体材料の堆積厚さを決定するためのシミュレーションを実行するためのアクションフィーチャとを含む、請求項1～9のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項11】

前記アプリケーションデータ構造が、前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する際に使用される初期アプリケーションデータ構造であり、前記初期アプリケーションデータ構造は、少なくとも1つの以前に埋め込まれたアプリケーションフィーチャおよび／または少なくとも1つの以前に埋め込まれた複合物理モデルデータ構造を含む、請求項1～10のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項12】

物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するための方法であって、

アプリケーションデータ構造に所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め

10

20

30

40

50

込むステップを含み、前記複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含み、物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わし、前記複合物理モデルデータ構造は、前記物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含み、前記方法はさらに、

1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えるステップを含み、前記1つ以上のアプリケーションフィーチャは、前記物理システムの1つ以上のモデルに関連付けられており、各アプリケーションフィーチャは、(i) 前記物理システムの1つ以上のモデルについての前記各アプリケーションフィーチャの少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および、(ii) 前記物理システムの1つ以上のモデルについての前記各アプリケーションフィーチャの少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含み、

フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含み、アクションフィーチャは、前記アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含み、

行なわれるべき前記動作のシーケンスの少なくとも1つは、前記少なくとも1つのモデリング動作を含み、行なわれるべき前記動作のシーケンスの少なくとも1つは、前記物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含み、前記方法はさらに、

カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を埋込および追加動作から生成するステップを含み、前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、実行されると、前記少なくとも1つのモデリング動作と、前記物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、前記1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、前記物理システムのカスタマイズされたモデリングを提供する、方法。

【請求項13】

前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造は少なくとも1つのフォームフィーチャを使用して生成される、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を実行し、出力データを提示および／またはユーザから少なくとも1つのフォームフィーチャに従った入力データを受け取り、少なくとも1つの生成された形状を使用して前記少なくとも1つのモデリング動作を実行することにより、1つ以上の物理的なシステムをモデリングまたはシミュレートするステップを含む、請求項12または13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

前記方法はさらに、

グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択された複合物理モデルデータ構造を提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上の複合物理モデルデータ構造を表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えることと、

グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択されたアプリケーションフィーチャを提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えることと、

ユーザに選択された少なくとも1つのアプリケーションフィーチャについて、1つ以上の予め選択されたフォームフィーチャおよび／または1つ以上のアクションフィーチャをグラフィカルユーザインターフェイスを介して提示し、ユーザが選択し随意にユーザが修正した1つ以上のフォームフィーチャおよび／またはアクションフィーチャを表わすデータを前記アプリケーションデータ構造に加えることと

10

20

30

40

50

のうちの1つ以上に従って前記アプリケーションデータ構造を修正または更新するよう適合される、請求項12～14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】

少なくとも1つのフォームフィーチャが、前記フォームフィーチャを含む前記アプリケーションフィーチャが実行されると、前記動作のシーケンスを修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする、請求項12～15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】

少なくとも1つのフォームフィーチャは、前記フォームフィーチャを含む前記アプリケーションフィーチャが実行されると、前記少なくとも1つの形状および／または前記少なくとも1つのモデリング動作を修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする、請求項12～16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記少なくとも1つの形状の形状が各々、0次元、2次元、または3次元のいずれかであることが可能である、請求項12～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

前記少なくとも1つのモデリング動作は、結合系または結合表示を解くための1つ以上の偏微分方程式を含む、請求項12～18のいずれか1項に記載の方法。

【請求項20】

アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、時間高調波電磁界について周波数をセットし、シミュレーションを実行し、Sパラメータを表示するためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造は音響シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、基準圧力を更新し、シミュレーションを実行し、生じる波の伝播を表示するための入力を受け取るためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造はタンクにおける流量シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャは、入力宣言と、出力宣言と、入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、パイプ出口での平均流量を表示するためのアクションフィーチャとを含み、

埋め込まれた前記複合物理モデルデータ構造は電子デバイスのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、ヒートシンクのサイズを決定するとともに所与の入力ロードで所与の入力値を下回る温度を維持するためのアクションフィーチャとを含み、および／または、

アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、形状を更新し、ウェハの表面上の半導体材料の堆積厚さを決定するためのシミュレーションを実行するためのアクションフィーチャとを含む、請求項12～19のいずれか1項に記載の方法。

【請求項21】

前記アプリケーションデータ構造は、前記カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する際に使用される初期アプリケーションデータ構造であり、前記初期アプリケーションデータ構造は、少なくとも1つの以前に埋め込まれたアプリケーションフィーチャおよび／または少なくとも1つの以前に埋め込まれた複合物理モデルデータ構造を含む、請求項12～20のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

この国際出願は、2013年3月15日に出願された先行する米国特許出願番号第13

10

20

30

40

50

／ 8 3 5, 0 9 1 号に対する優先権およびその利益を主張し、米国特許出願番号第 1 3 / 8 3 5, 0 9 1 号は、2 0 1 2 年 8 月 1 0 日に出願された先行する米国仮特許出願番号第 6 1 / 6 8 1, 6 1 3 号および 2 0 1 2 年 1 2 月 2 0 日に出願された先行する米国仮特許出願番号第 6 1 / 7 4 0, 1 4 9 号の優先権および利益を主張し、その開示は各々ここで、本願明細書においてそれらの全体が参照により援用される。

【0002】

発明の分野

本発明は一般に、モデリングおよびシミュレーションのためのシステムおよび方法に関し、より特定的には、モデリングシステムにおいて問題を形成および解決するためのアプリケーションインターフェイスを作成することに関する。

10

【背景技術】

【0003】

背景

コンピュータ設計システムは、製品設計を展開するために使用され、グラフィカルユーザインターフェイスを含み得る。コンピュータ設計システムは、コンピュータ支援設計システムに関連して、構造分析といった設計の単一の局面を分析するパッケージで補完され得る。より複雑な環境において動作し得る設計システムを有することが望ましいであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

20

【0004】

発明の概要

本開示の 1 つの局面に従うと、システムは、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するよう適合される。当該システムは、1 つ以上のプロセッサと、1 つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1 つ以上のメモリデバイスとを含む。1 つ以上のプロセッサは、使用の間に、所定のまたは選択された複合物理モデルデータ構造をアプリケーションデータ構造に埋め込むよう適合される。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの 1 つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの 1 つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも 1 つのモデリング動作を表わすデータを含む。1 つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも 1 つのフォームフィーチャを表わす第 1 のデータ、および／または、少なくとも 1 つのアクションフィーチャを表わす第 2 のデータの 1 つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも 1 つは、少なくとも 1 つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも 1 つは、物理システムの 1 つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも 1 つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。その後、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、少なくとも 1 つのモデリング動作と、物理システムの 1 つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも 1 つの形状と、1 つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも 1 つ（たとえば、少なくとも 1 つのフォームフィーチャを含む）とを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される。

30

40

【0005】

本開示の別の局面に従うと、方法は、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する。上記方法は、アプリケーションデータ構造において所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む。複

50

合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が、埋込および追加動作から生成される。カスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、実行される際、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャ（たとえば、少なくとも1つのフォームフィーチャを含む）の少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングを提供する。

10

20

【0006】

本開示の付加的な局面は、図面を参照してなされるさまざまな実施形態の詳細な説明を考慮すると当業者には明白になるであろう。図面の簡単な説明が以下に提供される。

【0007】

本開示の特徴および利点は、添付の図面に関連して解釈されるその例示的な実施形態の以下の詳細な説明からより明白になるであろう。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】コンピュータシステムの例示的な局面を示す図である。

【図2】図1のホストの1つにおいて存在および実行され得るシステムの例示的な局面を示す図である。

30

【図3】空間次元を特定するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図4】物理インターフェイスを特定するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図5】検討タイプを特定するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図6】例示的な物理インターフェイスについて物理的特性を特定するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図7】偏微分方程式を修正するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

40

【図8】複合物理モデルにおいてドメインについて材料特性をセットするためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図9】例示的な物理インターフェイスについて、物理的な境界条件をセットするためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図10】偏微分方程式境界条件を修正するためのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図11】偏微分方程式を含む検討を解くために使用される検討ステップに関連付けられるセッティングウィンドウについてのグラフィカルユーザインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

50

【図 1 2】二次ノードを有する一次ノードを含む例示的なモデルツリーを示す図である。

【図 1 3】例示的な局面について、複合物理モデリングシステムにおける偏微分方程式の系を特定し解くためのステップのフローチャートである。

【図 1 4】例示的な局面について、複合物理モデリングシステムにおける偏微分方程式の系を特定し解くためのステップのフローチャートである。

【図 1 5】例示的な局面について、複合物理モデリングシステムにおける偏微分方程式の系を特定し解くためのステップのフローチャートである。

【図 1 6】アプリケーションデータ構造を作成するための方法の 1 つの例示的な局面についてのフローチャートを示す図である。

【図 1 7】アプリケーションデータ構造におけるフィーチャ同士の間のインスタンスレベルの関係の例示的な統一モデリング言語 (UML) オブジェクトの図を示す図である。

【図 1 8】アプリケーションデータ構造に複合物理モデルを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 1 9】アプリケーションデータ構造にアプリケーションフィーチャを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 2 0】アプリケーションフィーチャのためのセッティングウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 2 1】アプリケーションデータ構造に入力宣言を加えるための例示的なアプリケーションツリーを示す図である。

【図 2 2】アプリケーションデータ構造にパネル入力フォームを加えるための例示的なアプリケーションツリーを示す図である。

【図 2 3】セクションパネルフォーム集合についてセッティングウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 2 4】アプリケーションデータ構造にテキスト入力フォームを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 2 5】テキスト入力フォームのためのセッティングウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 2 6】アプリケーションデータ構造にアクティベーション条件を加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 2 7】アプリケーションデータ構造にパネル集合フォームおよびデータ表示出力フォームを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 2 8】データ表示出力フォームのためのセッティングウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 2 9】アプリケーションデータ構造にアクションフィーチャを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 3 0】アクションフィーチャのためのセッティングウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 3 1】アプリケーションデータ構造にメニュー入力フォームを加えるためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 3 2】アプリケーションビルダーモジュールにおける、ミキサーアプリケーションデータ構造を構築するためのグラフィカルユーザーインターフェイスの例示的な局面を示す図である。

【図 3 3】容器アプリケーションフィーチャのためのアプリケーションフィーチャツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 3 4】インペラアプリケーションフィーチャのためのアプリケーションフィーチャツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 3 5】形状サブルーチンによって実現され得る形状および選択動作の例示的な概略的な説明を示す図である。

【図 3 6】導波路アプリケーションのためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3 7】モデルツリーと、導波路アプリケーションの実行の際に作成される導波路形状との例示的な局面を示す図である。

【図 3 8】導波路アプリケーションのためのアプリケーションツリーの例示的な局面を示す図である。

【図 3 9】アプリケーションデータ構造を解釈するための方法ステップの例示的なフローチャートを示す図である。

【図 4 0】選択ウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 4 1】アプリケーションモデルツリーウィンドウの例示的な局面を示す図である。

【図 4 2】アプリケーションモデルデータ構造のフィーチャ同士の間でのインスタンスレベルの関係の例示的な統一モデリング言語オブジェクトの図を示す図である。

【図 4 3】アプリケーションモデルデータ構造を解釈するための方法ステップの例示的なフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本開示にはさまざまな修正および代替的な形態の余地があるが、図面において例として特定の実施形態が示されており、詳細に本願明細書において記載される。しかしながら本発明は、開示された特定の形態に限定されるようには意図されないということが理解されるべきである。むしろ、本発明は、添付の請求の範囲によって規定されるような本発明の精神および範囲内にあるすべての修正例、均等物および代替例をカバーする。

【0010】

詳細な説明

この発明には、多くの形態にある実施形態の余地があるが、本発明の好ましい局面が、図面に示され、本願明細書において詳細に記載されており、本開示は、本発明の原理の例示と考えられるべきであり、示された局面に本発明の広い局面を限定するようには意図されないということが理解される。本願の詳細な説明の目的について、単数形は、複数を含み、（特に否認されなければ）その逆もあり、「および」と「または」という文言は、連言的および選言的の両方であるものとし、「すべて」という文言は「いずれかおよびすべて」を意味し、「いずれか」という文言は「いずれかおよびすべて」を意味し、「含む」という文言は、「限定なく含む」を意味する。

【0011】

アプリケーションデータ構造を作成および形成するための例示的な方法およびシステムが記載される。当該方法は、複合物理モデリングシステムのようなエンジニアリング解析システムにインターフェイス接続または接続するスタンドアロンシステムであり得るアプリケーションインターフェイスビルダーモジュールの部分として実行され得るということが考えられる。さらに、アプリケーションインターフェイスビルダーモジュールは、エンジニアリング解析システムを含む複数のモジュールまたはルーチンの1つであり得るということが考えられる。アプリケーションインターフェイスビルダーモジュールは、入力をシークし、アプリケーションインターフェイスビルダーのユーザに命令を表示する、グラフィカルユーザインターフェイスのようなユーザインターフェイスを含み得るかまたは当該ユーザインターフェイスに接続され得る。アプリケーションデータ構造を作成するためのアプリケーションインターフェイスビルダーモジュールは、たとえば複合物理モデリングシステムについて記載されるコンピュータシステムおよび装置を含む、本願明細書において別記されるさまざまなコンピュータシステムに関連付けられる1つ以上のプロセッサ上で実行される。

【0012】

アプリケーションインターフェイスが、オブジェクト指向のプログラミング言語（たとえばC++、C#、Java（登録商標））に従って、モデルオブジェクトに記述されるモデル（たとえば、インタラクションとともにデータフィールドおよびメソッドを含むモデルデータ構造）を生成するよう、複合物理モデリングシステムのようなエンジニアリング解析システムにおいて利用可能または当該エンジニアリング解析システムにアクセス可

10

20

30

40

50

能なことが望ましいと考えられる。

【0013】

いくつかの局面において、アプリケーションデータ構造を作成または形成するためのアプリケーションインターフェイスは、モデルツリーフィーチャを使用する複合物理モデリングシステムの局面について本願明細書において別記されるように、複合物理モデルのセッティングを記述するノードを含むブランチとして示され得る。ブランチおよびノードは、グラフィカルユーザインターフェイスに含まれ得、記述されたセッティングは、たとえば、ドメインセッティングおよび境界条件を含み得る。

【0014】

アプリケーションインターフェイスビルダーは、ユーザがアプリケーションインターフェイスを命名することを可能にし得るということがさらに考えられる。たとえば、アプリケーションインターフェイスの名称は、それが規定するアプリケーションを示し得、さらに複合物理シミュレーションを実現するシステムのようなエンジニアリング解析システムにおいてユーザインターフェイス（たとえばモデルツリー）に表示され得る。当該名称は、同じタイプのいくつかのアプリケーションインターフェイスが複合物理モデルに付加されるかもしくは当該複合物理モデルに対して利用可能である場合に、システムのユーザによってまたは複合物理システム自体によって変更され得る。

【0015】

有限要素解析システム、有限ボリュームシステム、計算流体力学（computational fluid dynamics（CFD））システム、および複合物理モデリングシステムといったコンピュータ支援エンジニアリングのためのシステムは、ユーザがシミュレーションをセットアップし実行し得るグラフィカルユーザインターフェイスをしばしば備える。このようなプロセスまたはシステムは、CFDシミュレーション、伝熱シミュレーション、電磁気シミュレーション、または構造力学シミュレーションといった異なるタイプのシミュレーションのための多くの異なるユーザインターフェイスを含み得る。

【0016】

本願明細書においてたとえば図3～図15に、複合物理の問題をセットアップし当該問題に解答するための方法および他のモデリングシステムが記載されており、さらに、2012年7月10日に発行された米国特許番号第8,219,373号と、2009年11月24日に発行された米国特許番号第7,623,991号と、2009年4月14日に発行された米国特許番号第7,519,518号と、2009年9月29日に発行された米国特許番号第7,596,474号と、2011年7月15日に出願された第13/184,207号である2012年7月12日に公開された米国特許出願公開番号第2012/0179426号とに記載され、その各々がここで、それらの全体において本願明細書に参照により援用される。これらの公開特許文献は、たとえば、物理量で表わされ得る物理的特性の形態にある入力を受け取ることで、いくつかの結合された物理的現象を含む複合物理シミュレーションをセットアップおよび実行するための方法を記載する。さらに、上記の参照された米国特許および特許出願は、偏微分方程式（partial differential equation（PDE））を使用して記述された物理的特性、物理量および物理的現象を使用して問題をセットアップするための方法を開示する。これらの公開された特許文献は、本願明細書において物理インターフェイスと称される予め規定されたアプリケーションモードを使用して、複合物理の問題をセットアップし当該問題に解答するための方法およびシステムを提供する。物理インターフェイスのコンポーネントは、パラメータ、変数、物理的特性、物理量、境界条件および初期条件、ならびにセッティングおよびメニューを有するソルバーを含み得る。これらのセッティングおよびメニューは、一般的な数学的セッティングを使用する代わりに、特定の物理に調節され得る。さらに、これらの公開された特許の開示はまた、予め規定された物理インターフェイスが利用可能でない場合に、PDEインターフェイスとも称されるPDEモードのための方法を記載する。複合物理の問題をセットアップするための一般的なPDEモードおよびPDEインターフェイスの使用は、PDEでの物理的特性、物理量および物理的現象の記述に関する知見を必要とする。

10

20

30

40

50

【0017】

複合物理モデルに基づいてアプリケーションデータ構造を生成するよう動作可能または適合されるシステムおよび方法が望ましく、モデリングおよびシミュレーションシステムを含むエンジニアリング設計システムにさまざまな計算上の利点を提供するのであるということが考えられる。アプリケーションデータ構造を生成するための方法およびシステムは、複合物理モデルについてのフィーチャおよびフィーチャセッティングへのアクセスのために構成または適合されるアプリケーションビルダーモジュールにおいて専用のグラフィカルユーザインターフェイス上で実現され得る。このようなグラフィカルユーザインターフェイスは、既存のセッティングを複合物理モデルに使用するアプリケーションを示すデータ構造を生成するためのメソッドにもアクセスを提供し得る。アプリケーションデータ構造はさらに、シミュレーションの実行を可能にするようにアプリケーションモデルデータ構造および複合物理モデルデータ構造を生成するための複合物理モデリングシステムにおいてアプリケーションデータ構造をグラフィカルユーザインターフェイスからアクセス可能にする別のシステムまたは方法を介して解釈され得る。

10

【0018】

この開示の全体にわたって、グラフィカルユーザインターフェイスを介してアクセス可能な処理部上で実行されるメソッドを含むシステムのさまざまな非限定的な例示的な局面が本願明細書において記載される。当該メソッドは、アプリケーションデータ構造、アプリケーションモデルデータ構造、および物理システムをモデリングするための他のタイプのデータ構造を生成するための命令を含む。生成されたデータ構造は、データ構造がシステムのユーザによって構築および適用され得るエンジニアリング解析システム（たとえば複合物理モデリングシステム）に適用され得るかまたは関連付けられ得るということが考えられる。

20

【0019】

複合物理モデリングシステムの例示的な局面において、物理量において物理的特性の形態にある入力を受け取る第1のインタプリタモジュールが提供され得、その後、モデルオブジェクトを生成する。モデルオブジェクトは、モデルについてのアルゴリズムおよびデータ構造を含み得、さらに、当該モデルを表わすよう使用され得る。モデルオブジェクトはさらに、モデルについての形状、メッシュおよび解を作成するよう動作のシーケンスをセットアップおよび実行するためのメソッドを含む。

30

【0020】

エンジニアリング解析システムを実施する物理的なコンピューティングデバイスは、システムのユーザがシミュレーションを入力および実行し、アプリケーションデータ構造を構築することを可能にする1つ以上のグラフィカルユーザインターフェイスを有するように構成され得る。コンピュータシステムは、上に記載された非限定的な例示的なルーチンまたはメソッドのうちのいくつかを含み得、さらに異なるタイプのシミュレーションのための異なるインターフェイスを含み得る。たとえば、流量シミュレーション、伝熱シミュレーション、電磁気シミュレーション、および／または構造力学シミュレーションのために異なるユーザインターフェイスが提供され得る。他のエンジニアリングまたは物理現象のためのシミュレーションおよび関連するインターフェイスもコンピュータ支援エンジニアリング解析システムについて考慮される。

40

【0021】

アプリケーションデータ構造およびアプリケーションモデルデータ構造を生成または構築するための専用のグラフィカルユーザインターフェイスを有するシステムは、本開示のいくつかの局面において考慮される。たとえば、コンピュータシステムは、所望の解析またはシミュレーションに関連付けられる所望の物理的現象についてのパラメータ、フォーム、フィーチャ、アクション、変数、物理的特性、物理量および／または物理インターフェイスフィーチャを規定するためのグラフィカルユーザインターフェイスを含み得る。グラフィカルユーザインターフェイスは、アプリケーションデータ構造を生成するルーチンまたはメソッドへのアクセスを可能にし得る。その後、生成されたデータ構造は、アプリ

50

ケーションモデルデータ構造を作成するように構成され、かつ、たとえば複合物理モデリングシステムのようなエンジニアリング解析システムに関連付けられる他のグラフィカルユーザインターフェイスからアプリケーションインターフェイスがアクセス可能になるようにするように構成されるルーチンまたはメソッドによって解釈または処理され得る。これらの動作のためのルーチンまたはメソッドが、エンジニアリング解析システムを実行する1つ以上の処理部上でローカルにおよび／または当該処理部へのネットワーク接続を介してリモートに実行され得るということが考えられる。

【0022】

コンピュータシステムは、本開示に記載される異なるタスクを行なうために使用され得る。コンピュータシステムを使用するための1つの局面は、コンピュータ読取可能媒体（たとえば、一時的または固定的なメモリ、磁気ストレージ、光学ストレージ、電子ストレージ、フラッシュメモリ、他の記憶媒体）上に格納されたエンジニアリング解析システムおよびメソッドを含む1つ以上のコンピュータプログラムを実行することを含む。コンピュータプログラムは、プロセッサによって実行されると1つ以上のタスクを行なう命令を含み得る。ある実施形態において、コンピュータシステムは、モデリングおよびシミュレーションならびに／または問題解答タスクを行なうように、たとえばマシンが実行可能なコードへのソースコードの変換に関連して、生成され得るマシン命令を実行する。物理的現象または物理的なプロセスをモデリングおよびシミュレートするために使用され得る1つの技術は、変数および方程式でまたはコンピュータシステムによって処理され得る他の定量可能な形態で、モデリングおよびシミュレートされる物理的現象または物理的なプロセスのさまざまな物理的特性および物理量を表わすことである。翻って、これらの方程式または他の定量可能な形態は、方程式に関連付けられる1つ以上の変数について解答するように構成されるコンピュータシステムによって解答され得るか、または、当該コンピュータは、他の受け取った入力パラメータを使用して問題に解答するように構成され得る。

【0023】

物理的現象または物理的なプロセスをモデリングおよびシミュレートするためのコンピュータプログラムは、特にモデリングおよびシミュレートされる物理的現象または物理的なプロセスの複雑さが増加する際に、多くの利点を提供し得るということが考えられる。たとえば、ある実施形態において、ユーザは、たとえばエンジニアリング解析の部分として、1つ以上の物理的現象を複合物理モデルに組み合わせ得る。さらにこの例を示すために、ユーザは、化学反応動力学および流体力学、電磁気現象および伝熱、構造力学および流量、または他の物理現象によって記述される現象を組み合わせ得る。このような複合物理モデルはさらに、複数の物理的なプロセスを含み得る。たとえば、アンプおよびアクチュエータの両方が1つの複合物理モデルの部分であり、アンプがアクチュエータに電力を供給することを含むプロセスが組み合わせられ得る。複合物理モデリングはさらに、偏微分方程式（PDE）の結合系を解くことを含み得る。

【0024】

本願明細書において記載されるモデリングシステムのようなモデリングシステムが動作するコンピュータシステムは、ネットワーク化されたコンピュータまたはプロセッサを含み得るということが考えられる。ある実施形態では、プロセッサはモデリングシステムのユーザのコンピュータ上で直接的に動作し得、他の実施形態では、プロセッサはリモートに動作し得る。たとえば、ユーザは、ある位置にある1つのコンピュータまたは端末にてさまざまな入力パラメータを提供し得る。それらのパラメータは、1つのコンピュータ上でローカルに処理され得るか、または、当該パラメータは、ローカルエリアネットワークまたはワイドエリアネットワークを介して、入力パラメータを処理するように構成されるネットワーク上のどこか他のところに位置する別のプロセッサに転送され得る。第2のプロセッサは、インターネット（もしくは他のネットワーク）に接続されたサーバに関連付けられ得るか、または、第2のプロセッサは、インターネット（もしくは他のネットワーク）に接続された、各々がモデリングシステム上の問題を展開および解決するための選択関数を扱ういくつかのプロセッサであり得る。1つ以上のプロセッサによる処理の結果が

、その後、さらに別のサーバまたはプロセッサで収集され得るということがさらに考えられる。さらに、上記結果は、ユーザが位置している端末またはコンピュータに戻って収集され得るということが考えられる。ユーザが位置している端末またはコンピュータは次いで、表示（たとえば一時的な表示）を介してまたは（たとえばプリンタを介する）ハードコピーの形態でユーザに複合物理モデリングシステムの解を表示し得る。代替的または付加的には、上記解は、端末またはコンピュータに関連付けられるメモリに格納され得るか、または、当該解は、モデリングシステムから解を得るようユーザがアクセスし得る別のサーバ上に格納され得る。

【0025】

ある実施形態において、製品またはプロセスは、設計または分析される開発ステージまたはフィジビリティステージにあり得るということが考えられる。開発または分析される製品またはプロセスは、いくつかの物理的特性および物理量を含む複雑な環境における使用のために評価される必要があり得る。コンピュータベースの設計システムにおいて、システム的にパラメータフィーチャおよび形状フィーチャを変動することにより、複雑な複合物理問題を解くことが望ましくあり得る。他の望ましいフィーチャは、たとえば、メモリに位置し、かつ、複合物理モデルを形成しおよび／または複合物理問題を解決するために使用される物理的特性および境界条件のためのセッティングが設計システムから直接的にアクセスされ得る複雑な複合物理問題を解くためのコンピュータベースのシステムを有することを含み得る。

【0026】

ここで図1を参照して、モデリングシステムとアプリケーションデータ構造を生成するためのシステムとを含む、本願明細書において別記される方法とともに使用され得るコンピュータシステムの例示的な局面が示される。コンピュータシステム110は、通信媒体118を通じてホストシステム114a-114nに接続されたデータストレージシステム112を含む。コンピュータシステム110のこの実施形態において、たとえば、「n個」のホスト114a-114nが、入力／出力（I/O）動作を行なう際に、データストレージシステム112にアクセスし得る。通信媒体118は、モデリングおよびコンピュータシミュレーション分野において公知のように、さまざまなネットワークまたは他のタイプの通信接続のいずれか1つであり得る。たとえば、通信媒体118は、ホストシステム114a-114nがアクセスし得、データストレージシステム112と通信し得るインターネット、イントラネットまたは他のネットワーク接続であり得、ネットワーク通信（たとえばファイバーオプティック、無線、イーサネット（登録商標））のさまざまな形態に基づいたシステムを含むがこれに限定されない、コンピュータシステム110に含まれる他のものと通信し得る。

【0027】

ホストシステム114a-114nの各々およびコンピュータシステム110に含まれるデータストレージシステム112は、通信媒体118のタイプに従って提供およびサポートされ得るようなさまざまな接続のうちのいずれか1つによって、通信媒体118に接続され得る。ホストコンピュータシステム114a-114nまたはデータマネージャシステムに含まれるプロセッサは、各特定の実施形態およびアプリケーションに従って入力トラフィックをサポートすることが可能であるインテルベースのプロセッサ、IBMメインフレーム、サーバまたは他のタイプの商業的に利用可能なプロセッサといったさまざまな商業的に利用可能なシングルプロセッサシステムまたはマルチプロセッサシステムのうちのいずれか1つであり得る。

【0028】

なお、ホストシステム114a-114nの各々に含まれるハードウェアおよびシステムの詳細と、データストレージシステム112に含まれ得るコンポーネントとは、本願明細書においてより詳細に記載され、各特定の実施形態に応じて変化し得る。ホストコンピュータ114a-114nの各々およびデータストレージシステム112は、すべて同じ物理的な位置に位置してもよく、または代替的には、異なる物理的位置に位置してもよい

10

20

30

40

50

。ホストコンピュータシステム、データマネージャシステム、およびコンピュータシステム 110 のデータストレージシステムの間の異なるタイプの接続を提供するために使用され得る通信媒体の例は、コンピュータモデリングおよびシミュレーション分野の当業者に公知である SCSI、ESCON、ファイバーチャネル (Fiber Channel) または機能的な同等物のようなさまざまな異なる通信プロトコルを使用し得る。ホストおよびデータストレージシステム 112 が通信媒体 118 に接続され得る接続のうちのいくつかまたはすべては、電話線、中継器、マルチプレクサまたはサテライトといった物理的および仮想的の両方で存在し得るコネクトリクス (Connectrix) または他のスイッチ機器のような他の通信装置を通過し得る。

【0029】

ホストコンピュータシステムの各々は、ホストコンピュータシステムの 1 つ以上の上で実行するアプリケーションに関連して使用されるデータファイルを格納および抽出するといった異なるタイプのデータ動作を行ない得る。たとえば、コンピュータプログラムは、ホストコンピュータ 114 a の上で実行し得、データを格納およびデータストレージシステム 112 から抽出し得る。データストレージシステム 112 は、各実現例に従った、ディスクおよびテープなどといった任意数のさまざまな異なるデータストレージデバイスを含み得る。以下の段落に記載されるように、方法は、ホストコンピュータシステム 114 a-114 n のうちのいずれか 1 つ上に存在および実行し得る。データは、方法を実行するホストシステム上でローカルに格納され得るとともに、データストレージシステム 112 においてまたは別のホストコンピュータシステム上にリモートで格納され得る。同様に、各コンピュータシステム 110 の構成に依存して、本願明細書において記載されるような方法は、ホストコンピュータシステムのうちの 1 つ上に格納および実行され得、ローカルデータを使用して別のコンピュータシステム上のユーザによってリモートにアクセスされ得る。図 1 のコンピュータシステム 110 の実施形態に関連して記載されるように、さまざまな異なるシステム構成および変更が可能であり、本願明細書において別記される技術の限定として解釈されるべきでない。

【0030】

ここで図 2 を参照して、たとえば単一のコンピュータ上または複数のホストコンピュータシステム (たとえばホストコンピュータ 114 a-114 n) のうちの 1 つにおいて存在し得るモデリングシステム 219 の例示的な局面が示される。モデリングシステムは、いくつかのコンポーネントに分割され得る。当該システムの例示的な 1 つの局面は、GUI モジュール 220 と、モデリングおよびシミュレーションモジュール 222 と、データストレージおよび抽出モジュール 224 とを含み得る。GUI モジュール 220 は、システムのユーザとの対話を提供し得る。モデリングおよびシミュレーションモジュール 222 は、複合物理シミュレーションを管理および実行する能力を提供し得る。データストレージおよび抽出モジュール 224 は、ファイル中のモデルをロードおよび保存するとともに、シミュレーションの間に使用され得るかまたはシミュレーションに対する入力または出力として使用され得る他のタイプのファイルをロードおよび保存する能力を提供し得る。

【0031】

GUI モジュール 220 は、コマンドを送信および受信することにより、モデリングおよびシミュレーションモジュール 222 と通信し得る。コマンドを送信および受信する動作は、アプリケーションプログラミングインターフェイス (「API」) または他の同様のコンポーネントを通じて行なわれ得る。システムの 1 つの局面において、API はオブジェクト指向であり得、同じ構造内でデータおよび関数呼出しを混合し得る。システムの別の局面において、API は、関数呼出しとは別個のデータ構造を使用し得る。

【0032】

本開示のある局面において、複合物理モデリングシステムのコンポーネントは異なるホストコンピュータシステム上に存在し得るということが考えられる。たとえば、GUI モジュール 220 はパーソナルコンピュータホスト上に存在し得、モデリングおよびシミュ

レーションモジュール222はサーバコンピュータホスト上に存在し得る。さらに、データストレージおよび抽出モジュール224は、パーソナルコンピュータホスト、サーバコンピュータホストまたはさらに別の別個のコンピュータホストのいずれかの上に存在し得るということが考えられる。コンピュータホストが同一でない場合、APIは、ホスト間で通信するためにコンピュータネットワークを使用するように構成され得る。オブジェクト指向のAPIは、一実施形態では、コンピュータネットワークを介して、データおよびメソッド呼出しを送信するよう構成され得、または、別の実施形態では、コンピュータネットワークを介してコンポーネント間でデータおよび関数呼出しを送信するよう構成され得る。APIはさらに、GUIモジュール220またはモデリングおよびシミュレーションモジュール222のホスト上または別個のホスト上に位置し得るデータストレージおよび抽出モジュール224を扱うことが可能であり得る。それらの場合の各々において、データストレージおよび抽出モジュール224は、それらのホストの各々上のファイルをロードおよび格納するように構成され得る。

10

【0033】

ある局面において、システム219は、Windows（登録商標）8、Mac OS、iOS、AndroidおよびChrome OSなどといったオペレーティングシステム、または、図2に示されるモデリングシステム219に記載および表わされるもの以外のシステムコンポーネントを含み得るまたは有するよう構成され得るということが考えられる。図2に示される例示的な局面において、ライブラリ226およびユーザデータファイル228は、ホストコンピュータシステム内にローカルに格納され得る。ある局面において、ライブラリ226および／またはユーザデータファイル228と、これらのコピーとは、別のホストコンピュータシステムおよび／またはコンピュータシステム110のデータストレージシステム112に格納され得るということがさらに考えられる。しかしながら、以下の段落における簡潔さおよび説明のために、システム219は、たとえばデータストレージシステム112におけるユーザデータファイルおよびライブラリの付加的なバックアップとともに、114aのような単一のホストコンピュータシステム上に存在し得るということを非限定的な態様で仮定する。

20

【0034】

本開示のある局面において、GUIモジュール220、モデリングおよびシミュレーションモジュール222、データストレージおよび抽出モジュール224、ならびに／またはライブラリ226といったモデリングシステム219の部分は、商業的に利用可能なシステムパッケージと組み合わされて含まれるかまたは実行され得る。これらのコンポーネントは、ホストシステム114a-114nのうちの1つの上で動作し得、Windows XP（登録商標）、Windows 7、Windows 8、Windows HPCサーバ2008R2、Unix（登録商標）、Linux（登録商標）、Mac OS（登録商標）、iOS、Chrome（登録商標）OSおよびAndroid（登録商標）などといった1つ以上のオペレーティングシステムを含み得る。モデリングシステム219のモジュールは、C、C++、C#、Java（登録商標）もしくはその任意の組合せまたは他の商業的に利用可能なプログラミング言語といったさまざまなコンピュータプログラミング言語のうちのいずれか1つで書かれてもよいということがさらに考えられる。

30

40

【0035】

GUIモジュール220は、システムのユーザによる考慮下で、1つ以上のプロセスおよび／または物理的現象についてモデリング、シミュレーションおよび／または他の問題解答を行うために用いるデータを取得することに関連してGUIウィンドウを表示し得るということが考えられる。1つ以上のプロセスおよび／または現象は、モデリングおよびシミュレーションモジュール222によって集められ解答され得る。すなわち、ユーザデータは、GUIモジュール220のようなモジュールを使用してシステムによって収集または受信され得、その後、モデリングおよびシミュレーションモジュール222によって使用され得る。その後、データはデータストレージおよび抽出モジュール224に移動ま

50

たは転送され得、データストレージおよび抽出モジュール 224 において、ユーザが入力したデータが別個のデータ構造に格納され得る（たとえばユーザデータファイル 228）。他のデータおよび情報が、モデリングおよびシミュレーションモジュール 222 によってまたは GUI モジュール 220 に関連して使用され得るライブラリ 226 のような別個のデータ構造に格納および当該データ構造から抽出され得るということが考えられる。

【0036】

ユーザデータファイル 228 およびライブラリ 226 のようなモデリングシステムに関連付けられ得るさまざまなデータファイルは、ホストコンピュータシステムまたはデータストレージシステム 112 において使用されるファイルシステムに関連して、さまざまなデータファイルフォーマットのうちのいずれか 1 つに格納され得る。ある局面において、システム 219 は、データの格納および抽出に関連してさまざまなデータベースパッケージのうちのいずれか 1 つを使用し得る。ユーザデータファイル 228 はさらに、他のシミュレーションおよびモデリングシステムに関連して使用され得る。たとえば、ユーザデータファイル 228 は、さまざまな他のモデリングシステムのうちのいずれか 1 つへの入力として直接的または間接的に使用され得るフォーマットで格納され得る。ある局面において、データは、複合物理モデリングシステムと別のシステムとの間でインポートおよび／またはエクスポートされ得る。データのフォーマットは、システムの各々に従って、かつ、システムの各々が含み得る付加的な機能性に従って変更またはカスタマイズされ得る。

【0037】

本願明細書において記載されるシステムおよび方法は、異なる物理的現象またはプロセスをモデリングする物理インターフェイスを組み合わせるために用いられ得るということが考えられる。複数の物理インターフェイスの組合せは、複合物理モデルとも称され得る。物理インターフェイスの特性は、結合系または結合表示において物理量を記述する PDE を形成するよう自動的に組み合わせられ得る PDE によって表わされ得る。結合された PDE はたとえば、結合された PDE が修正されてソルバーへの入力として使用されることを可能にする「方程式ビュー」で表示され得る。さらに、PDE は、単一の現象もしくはプロセスを記述する 1 つの PDE または PDE の系として独立してか、または、いくつかの現象もしくはプロセスを記述する 1 つの PDE またはいくつかの PDE の系としてソルバーに提供され得るということが考えられる。

【0038】

本開示のある局面において、複合物理モデリングシステムは、ユーザがリストから 1 つ以上の物理インターフェイスを選択することを可能にする 1 つ以上の GUI を通じて物理的特性をモデリングする物理インターフェイスを組み合わせる能力を提供し得る。物理インターフェイスの名称の表示に加えて、さらに、物理量についての変数名称が GUI を介して選択され得ることが考えられる。物理インターフェイスは、より詳細に本願明細書において別記される「検討 (study)」セッティングフィーチャに依存する異なる定式化を有し得るということが考えられる。

【0039】

さらに、複合物理モデリングシステムが、複合物理モデルを規定するためのいくつかの物理的現象の予め規定された組合せにアクセスする能力を提供することは望ましくあり得るということが考えられる。当該予め規定された組合せは、物理インターフェイスと同様に、検討セッティングフィーチャに依存する異なる定式化を有し得る複合物理インターフェイスと称され得る。

【0040】

本開示のある局面において、物理的特性は、モデリングシステムを使用して検討されるコンポーネントおよび／またはプロセスについての物理量をモデリングするために使用され得、物理的特性は、物理的特性が数値として記述されることを可能にする GUI を使用して規定され得るということが考えられる。ある局面において、物理的性質はさらに、1 つ以上の数値、空間座標、時間座標および／または実際の物理量を含む数式として規定され得る。ある局面において、物理的特性は、形状的ドメインのいくつかの部分に該当し得

10

20

30

40

50

、物理量自身は、形状的ドメインの他の部分において未定義であり得る。形状的ドメインまたは「ドメイン」は、分離したサブドメインに分割され得る。これらのサブドメインの数学的な結合が、形状的ドメインまたは「ドメイン」を形成する。ドメインの完全な境界はさらに、「境界」と称されるセクションに分割され得る。隣接するサブドメインは、「ボーダー」と称される共通の境界を有し得る。完全な境界はたとえば、サブドメインボーダーを含むすべての境界の数学的な結合である。たとえばある局面において、形状的ドメインは、G U Iにおいて一次元、二次元、または三次元であり得る。しかしながら、より詳細に本願明細書において別記されるように、ソルバーは任意の空間次元を扱うことが可能であり得る。1つの実現例におけるG U Iの使用を通じて、ドメインの境界上の物理的特性は、P D Eの境界条件を導出するよう特定および使用され得るということが考えられる。

10

【0041】

モデリングおよびシミュレーションモジュール222において発見され得るフィーチャのようなモデリングシステムの付加的なフィーチャは、P D Eの系と複合物理モデルについての境界条件とを自動的に導出することを提供し得る。この技術は、複数の現象またはプロセスのP D Eをマージすることを含み得、異なる座標系においてプロセスを結合するよう、結合変数または演算子を使用して、結合したP D Eの単一の系を作り出し得、ソルバーによるその後の使用についてすべての従属変数に関してP D Eの系の記号微分を行ない得る。

【0042】

20

ある局面において、P D Eの結合系は、微分されてソルバーに送られる前に、修正され得るということが考えられる。この修正は、「方程式ビュー」における結合されたP D Eを表示するG U Iに含まれるセッティングウィンドウを使用して行なわれ得る。P D Eの系がこのように修正される場合、対応する物理的特性についてのセッティングは「ロック状態」になり得る。当該特性はその後、ユーザがあるアクションを行うことによってロック解除され得る。

【0043】

本開示のある局面は、たとえば音響、化学反応、拡散、電磁気、流体力学、地球物理学、伝熱、光学、プラズマ物理学、量子力学、半導体物理学、構造力学および波の伝播などを含む複数のエンジニアリングおよび科学的教義の1つ以上のモデリングのためのフィーチャを含み得るということが考えられる。モデリングシステムのある局面は、上記の教義のうちの1つより多くを含み得、さらに、前述の教義の組合せを表わすまたはモデリングすることを含み得る。更に、本願明細書において記載される技術は、P D Eの1つ以上の系に関連して使用され得る。

30

【0044】

本開示のある局面において、P D Eの系は、一般形式、係数形式および／または弱形式で表わされ得るということが考えられる。係数形式は、線形またはほぼ線形の問題に関連してより好適であり得る一方、一般形式および弱形式は、非線形の問題に関連する使用により好適であり得る。モデリングされるシステムは、たとえば、定常的で時間依存の固有値または固有周波数のように1つ以上の関連する検討を有し得る。本願明細書において記載される局面において、有限要素法(finite element method (FEM))は、たとえば、アダプティブメッシング、アダプティブタイムステッピング、および／または1つ以上の異なる数値ソルバーの選択とともに、P D Eについて解くよう使用され得る。

40

【0045】

本開示のある局面において、有限要素メッシュは、形状的ドメインの表示を形成するシンプレックスを含み得るということが考えられる。各シンプレックスは、一意のサブドメインに属し得、単体の結合は形状ドメインの近似を形成し得る。ドメインの境界はさらに、それぞれ形状的な次元である1、2および3に対して次元0、1および2のシンプレックスによって表わされ得る。

【0046】

50

さらに、形状を表わすメッシュも、外側のまたは外部のアプリケーションによって作成され得、その後、本開示に記載されるモデリングシステムへの使用のためにインポートされ得るといことが考えられる。

【0047】

解答プロセスの初期値は、数値、空間座標、時間座標および実際の物理量を含み得る数値または式として与えられ得る。初期値はさらに、以前に決定された物理量を含み得る。

【0048】

PDEの解は、物理的特性およびそれらの関連する量の任意のサブセットについて求められ得る。さらに、解かれなかった任意のサブセットは、PDEの系に対する初期値として扱われ得る。

10

【0049】

空間次元、物理の組合せ、およびモデルウィザードを使用する複合物理モデリングシステムにおける検討のタイプをユーザが選択することが望ましくあり得るといことが考えられる。モデルウィザードは、これらの選択ステップにユーザを案内し得、複合物理モデルにおけるいくつかの空間次元、いくつかの物理およびいくつかの検討または検討ステップの組合せを可能にし得る。

【0050】

ここで図3を参照して、複合物理モデルの空間次元332を特定するよう使用され得るユーザインターフェイスまたはGUI330の例示的な局面が示される。モデルは、0次元（空間独立、時間依存のみ）、1次元、1次元軸対称、2次元、2次元軸対称および3次元を含む空間次元の座標系において特定され得る。さらに、複数の部分またはスケールを含む現象またはプロセスを記述するために、ユーザが上記の座標系のいくつかを含むモデルを組み合わせ得るといことが考えられる。

20

【0051】

ここで図4を参照して、1つより多い現象またはプロセス（たとえば音響、伝熱、構造力学）の組合せを有する複合物理モデルを特定するよう使用され得るユーザインターフェイスまたはGUI439の例示的な局面が示される。組み合わせられるべき各現象またはプロセスは物理インターフェイスに対応し得るといことが考えられる。GUI439の使用を通じて、この組み合わせられた複合物理モデルにおいて使用されるべき物理インターフェイスが特定され得る。各物理インターフェイスは、PDEで物理量をモデリングするように構成され得る。物理量は、PDEでの従属変数として直接的に示されるか、または、従属変数と物理量を表わす変数との間の関係によって示されるかのいずれかであり得る。この例示的な局面におけるPDEは一般に、GUIの使用を通じてユーザから「隠され」得る（たとえば直接的に見ることができない）。以前に論じたように、いくつかの物理インターフェイスがひとたび単一のモデルまたはモデルの系に組み合わせられると、当該モデルは複合物理モデルと称され得る。

30

【0052】

GUI439はさらに、ユーザの空間次元の選択に従ってユーザが選択し得る物理インターフェイス440の例示的なリスト（たとえばAC/DC、電気化学、無線周波数、構造力学）を含む。複合物理モデルに物理インターフェイスを加えるために、ユーザはリストから物理インターフェイスを選択し、これらの物理インターフェイスが複合物理モデルに含まれるべきであることを特定し得る。たとえば、ユーザは右クリックし、次いで、複合物理モデルに物理インターフェイス（たとえば流体における伝熱）を加えるために「選択されたものを追加」というコンテキストメニューアイテム442を選択し得る。選択の後、この物理インターフェイスは、GUI439における物理リストの下に「選択された物理」444のリストに加えられる。物理インターフェイスはさらに、「選択されたものを除去」ボタン446を選択することにより、リストから除去され得る。

40

【0053】

複合物理モデルにおける各物理インターフェイスには、複合物理モデルにおける変数の源を識別するよう使用され得る一意な名称が与えられる。「選択された物理」リスト44

50

6に物理インターフェイスを加えた後、ユーザは、解かれる物理量を表わす従属変数の名称を編集し得る。たとえば、GUI 439の「従属変数」セクション448における「温度」についてといったように、ユーザによる編集によって変数の新しい名称が得られ得る。

【0054】

選択可能なインターフェイスはさらに、PDEに直接的に対応するように構成される数学インターフェイス443を含み得るといことが考えられる。数学インターフェイスにおいて、量は、複合物理モデルについての従属変数によって表され得る。ある局面において、各数学インターフェイスは、1つより多い従属変数を有し得るといことが考えられる。さらに、従属変数の数およびPDEの系の次元がGUI 439における「従属変数」セクション448に入力され得るといことが考えられる。

10

【0055】

ここで図5を参照して、複合物理モデルのための1つ以上の検討タイプを特定するためにユーザインターフェイスまたはGUI 549の例示的な局面が示される。モデリングシステムのある局面において、インターフェイスは、選択された物理インターフェイスに関連付けられるプリセットの検討を含み得る。インターフェイスは、検討ステップのカスタマイゼーションを可能にし得、たとえば物理インターフェイスの各々についての検討がカスタマイズされるか、または、検討のうちのいくつかがプリセットされ（たとえば定常、時間依存）、その他がカスタマイズされる（たとえば固有振動数）。さらに検討は、複合物理モデルのシミュレーション検討に関連するいくつかの検討ステップを組み合わせ得るといことが考えられる。

20

【0056】

ある本開示の局面において、検討は、定常、時間依存、固有値、および固有振動数といった複合物理モデルに対して行われ得る解析のタイプを決定し得るといことが考えられる。当該検討は、複合物理モデルにおいて使用される方程式の定式化のタイプ、（たとえば、可能なメッシュのリストから選択された）メッシュのタイプ、および／または複合物理モデルにおける異なる検討または検討ステップを解くよう使用され得るソルバーのタイプを制御し得る。1つの例示的な局面において、検討は、一時的な検討ステップが後続する定常検討ステップを含み得る。その後、検討は、定常および時間依存の検討ステップについて、方程式、メッシュおよびソルバーを定式化する。ユーザは、検討リスト550から検討を選択し、その後、「終了」ボタン554をクリックすることによってモデルウィザードステップを終了する。

30

【0057】

本開示のある局面において、複合物理モデルデータ（たとえばGUI 330, 439, 549においてなされた選択）は、ユーザデータファイル（たとえば228）における格納のために、GUI（たとえば220）からデータストレージおよび抽出モジュール（たとえば224）へと通信され得るといことが考えられる。たとえば、形状、材料、物理インターフェイス、メッシュ、検討および結果を含む、以前に図3ー図5に記載されたモデルウィザードステップを介して生成されたもののような複合物理モデルは、GUIにおいてモデルツリーとして表わされ得る。モデルツリーにおけるノードを選択する（たとえば左クリックする）ことによって、当該ノードによって表わされる対応する動作のためのセッティングへのアクセスがユーザに与えられ得る。ノードのさらなる選択（たとえば右クリック）によって、ユーザが対応するノードに特性および動作を加え得るメニューへのアクセスがユーザに与えられ得る。これらの追加された特性および動作は、選択されたノードに対する子ノードとして表わされ得る。

40

【0058】

本開示のある局面において、上記の画面表示（たとえばGUI 330）は、モデリングシステム（たとえば219）のGUIモジュール（たとえば220）のためのコンポーネントの部分によって表示され得、および／または、当該部分として含まれ得るといことが考えられる。さらに、モデリングシステムが、予め規定され得るいくつかの物理インタ

50

ーフェイスおよび／またはユーザによって規定され得るいくつかの物理インターフェイスを含む異なるタイプの物理インターフェイスを含むように構成されるということが考えられる。予め規定された物理インターフェイスは、インターフェイス特性がライブラリ（たとえば226）に含まれ、かつ、たとえばベンダーから入手可能であり得る物理インターフェイスであり得る（たとえばベンダーは、伝熱のようなシステムの特定タイプについて、PDEの規定された系、解析タイプ、およびGUIなどを含むライブラリを供給し得る）。ユーザが規定した物理インターフェイスは、ユーザがPDEおよびモデリングされる量などを特定し得るユーザが規定したモデルまたは物理インターフェイスを可能にするように構成される。ユーザが規定したモデルは、ユーザデータファイル（たとえば228）に含まれるライブラリのようなユーザが規定したライブラリに保存され得る。ユーザが規定したモデルに関連付けられる定義および他のデータファイルは、たとえば、ライブラリ（たとえば226）のデータフォーマットと同様のさまざまなデータフォーマットのうちの任意の1つに格納され得る。フォーマットおよび動作は、格納されたモデルおよびモデルパラメータについて変動し得るということが考えられる。

10

【0059】

ここで図6を参照して、例示的な物理インターフェイスの物理的特性の特定（たとえば固体における伝熱）について、セッティングウィンドウ659の例示的な局面が示される。各物理インターフェイスは、その物理インターフェイスに関連付けられる物理的特性が特定され得る物理的現象またはプロセスにカスタマイズされた1つまたはいくつかのGUIセッティングウィンドウを有し得るということが考えられる。物理インターフェイスおよび物理インターフェイスのためのセッティングは、モデルツリーにおけるノードとして表わされ得る。たとえば、物理インターフェイスノードを選択する（たとえば右クリックする）ことにより、物理インターフェイスもしくはセッティングにドメイン特性を追加すること、ノードの名称を変更すること、または選択されたノードに関する特性を表示することといった1つ以上のタスクをユーザが行うことができるフォームが開かれ得る。

20

【0060】

セッティングウィンドウ659は、物理的特性が適用する1つ以上の形状ドメインを有し得るドメインリスト660を含む。このドメインも、サブドメインと称され得る。ユーザが、グラフィックスウィンドウにおける形状的ドメインのグラフィック表示から直接的に選択することによって、（たとえばマウス、キーボード、または他の選択機構を介して）1つまたはいくつかのサブドメインを選択し得るということが考えられる。さらに、ある局面において、ユーザは、複合物理モデルにおいてモデリングされるコンポーネントの具体的な部分を表わすドメインの予め規定された選択肢からドメインを選択し得るということが考えられる。

30

【0061】

ドメイン（またはサブドメイン）の物理的特性はセッティングウィンドウにおいて特定される。前述のように、物理的特性は、数値662として特定されること、空間座標664での記号式として特定されること、物理量として特定されること、ならびにそれらの空間微分および／または時間として特定されることを含む異なる形態で表わされ得る。物理量はさらに、当該モデルの他のどこかで規定され得るとともに本願明細書において別記される材料セッティング666から得られ得るということが考えられる。さらに、特性の値を計算するプロシージャまたはルーチンを介して物理的特性が特定され得るということが考えられる。名称またはプロシージャもしくはルーチンが、含まれるべきパラメータがあれば当該パラメータと共に、セッティングウィンドウ659に入力され得る。1つの例示的な局面において、プロシージャまたはルーチンは、C、Visual Basic（登録商標）、Fortran、MATLAB（登録商標）またはMicrosoft Excel（登録商標）を使用して書かれ得る。ある実現例の場合の特定のプログラミング言語は、各特定の局面ならびに呼出し規格およびそれに含まれる規則に従って変化し得る。

40

【0062】

ここで図7を参照して、「方程式ビュー」ウィンドウを介してPDEを修正するために

50

使用され得る G U I 7 6 9 の例示的な局面が示される。たとえば、例示的な方程式 7 7 2 のような P D E は、物理インターフェイスによって規定され得、対応する特性についてのセッティングウィンドウにおいて規定され得ない記述を導入するためにユーザによって表示および修正され得る。1つの例示的な局面において、ユーザがメニューから「方程式ビューを表示」要素を選択することに応答して、P D E が表示され得る。ある局面において、モデルの各特性が、方程式に対する変更がユーザによってなされ得る対応するセッティングウィンドウ 7 7 0 とともに、対応する「方程式ビュー」を表示するということが考えられる。「方程式ビュー」は、物理インターフェイス特性ノード（たとえば要素 7 7 6）に対する子ノード（たとえば要素 7 7 4）として表わされ得る。ある局面において、「方程式ビュー」ノード（たとえば要素 7 7 4）についてのセッティングウィンドウ 7 7 0 に対する変更の後、物理インターフェイス特性のための対応するセッティングがロックされ得るということが考えられる。1つの局面において、ロックの表示は、モデルツリーのそのインターフェイスについて1つ以上の特性がロックされることを示すように物理インターフェイスアイコン（たとえば要素 7 7 6）上に配置され得る。また、当該特性は、対応する「方程式ビュー」ノード 7 7 4 についてのセッティングウィンドウにおいて、ユーザによってたとえば「すべてリセット」フィーチャ 7 7 8 または他のロック解除要素を選択することによりロック解除され得る。

10

【0063】

ここで図 8 を参照して、例示的な局面では、材料セッティングウィンドウ 8 7 9 がドメインの材料特性をセッティングするために示される。材料セッティングは、複合物理モデルに含まれる物理インターフェイスのうちのいくつかまたはすべてについての材料特性を含み得る。モデルは、ドメインリスト 8 8 0 において識別される異なるドメインについて選択される異なる材料を含み得るということが考えられる。材料特性はユーザによって規定され得るか、または、予め規定された材料ライブラリから得られ得る。材料セッティングウィンドウの1つの局面では、材料コンテンツ 8 8 2 のリストは、複合物理モデルにおける物理インターフェイスを考慮して、選択された材料について、選択されたドメインにおいて、材料特性のステータスを表示し得る。たとえば、例示的なジュール加熱プロセスの文脈において、材料コンテンツリストは、アイコンを使用して、ジュール加熱を伴う複合物理プロセスに関連付けられる特性と、複合物理インターフェイスにおいて記述された特性とをラベル付し得る。例示的な材料特性は、たとえば、熱容量、熱伝導率、電気伝導率、比誘電率および密度を含み得る。ジュール加熱を記述するための材料特性は、材料セッティングウィンドウ 8 7 9 を介して規定され得る。任意の必要な材料特性は、アイコン 8 4 または他の表示（たとえばチェックマーク）によりラベル付けまたは別の態様で識別され得る。必要な材料特性が規定されない場合、材料コンテンツ 8 8 2 のリストは、対応する材料特性の行を（たとえば赤い停止サインのアイコンを使用して）ハイライトすることによって、条件を識別し得る。

20

30

【0064】

ユーザによって規定される材料および材料特性は、保存され得、その後、別個または異なるモデルにおける使用のために、ユーザが規定した材料ライブラリからアクセスされ得るということが考えられる。この局面は、ユーザが特定の用途のための材料ライブラリを作成することを可能にすることによって融通性を提供し、さらに、複合物理モデリングシステムとの使用のためにシステムディベロッパが材料ライブラリを作成することを可能にし得る。

40

【0065】

モデリングシステムにおける材料および材料特性は、ノードを介してモデルツリーにおいて表わされ得るということが考えられる。これにより、材料および材料特性が、表示、名称変更、および／または（たとえばモデルツリーにおける対応するノードを右クリックまたは別の態様で選択することにより）ユーザによってアクセス可能な形態でノードに追加されることが可能になる。

【0066】

50

ここで図9を参照して、物理インターフェイス（たとえば伝熱インターフェイス）についての物理的特性境界条件（たとえば温度）について、境界条件セッティングウィンドウ989の例示的な局面が示される。セッティングウィンドウ989は、物理的特性が適用され得る形状的境界を識別するよう境界リスト990を含み得る。ユーザは、1つ以上のグラフィックスウィンドウにおいて形状的ドメインのグラフィック表示から境界を選択することによって、境界リストに1つ以上の境界を含み得るということが考えられる。境界の選択は、典型的に、コンピューティングシステムのために使用される選択デバイス（たとえばマウス、キーボード、他の選択デバイス）を介して行われ得る。さらに、ユーザはまた、複合物理モデルにおいてモデリングされるコンポーネントの境界の特定の部分を表わす境界の予め規定された選択肢から境界を選択し得るということが考えられる。当該特定の部分は、コンポーネントの境界全体またはコンポーネントの境界全体よりも小さいものを含み得る。

10

【0067】

形状的境界の物理的特性は、対応する境界について境界条件セッティングウィンドウ989において特定され得る。上記特性は、空間座標での記号式としてまたは時間に基づいて、数値で特定された値992として表わされ得る。さらに、特性は、物理量、および、本願明細書において別記されたシステムを使用して加えられた物理インターフェイスからの対応する空間微分として、表わされ得るということが考えられる。さらに、特性の値を決定するプロシージャまたはルーチンは、本願明細書において別記されたものと同様の態様で特定および／または命名され得るということが考えられる。

20

【0068】

モデリングシステムにおける境界条件セッティングは、ノードを介してモデルツリーにおいて表わされ得るということが考えられる。これにより、ユーザが、物理インターフェイス境界条件に境界特性を加えること、ノードの名称を変更すること、または、（たとえばモデルツリーにおいて対応するノードを右クリックまたは別の態様で選択することによって）ノードに関する特性を表示することが可能になり得る。

【0069】

ここで図10を参照して、別の「方程式ビュー」フィーチャ1000を介してPDE境界条件を修正することについて、GUI1009の例示的な局面が示される。物理インターフェイスによって規定された境界条件は、対応する物理インターフェイスについてのセッティングウィンドウにおいて規定され得なかった記述を導入するために、ユーザによって1002にて表示および修正され得る。一実施形態において、境界方程式は、ユーザがプレファレンスメニュー（図示せず）からたとえば「方程式ビューを表示」するアイテムを選択することによって、表示され得る。「方程式ビュー」フィーチャ（たとえば方程式ビューノード1004）を使用するPDE境界方程式に対する変更の後、その境界条件についての対応するセッティングがロックされ得るということが考えられる。境界条件のロックされた性質を識別するために、モデルツリーにおける境界条件特性についての境界条件ノード1006は、ロックのように見える表示を含み得る。境界条件は、ユーザが、対応する特性について、1008にてセッティングウィンドウにおいて「すべてをリセット」または何らかの他のロック解除フィーチャを選択することによって、ロック解除され得る。

30

40

【0070】

モデリングシステムのある局面において、PDEの結合系に関連付けられるさまざまな選択された物理インターフェイスのためのPDEおよび境界条件が、図13ー図15についての説明においてより詳細に記載されるモデルオブジェクトに格納されることが望ましくあり得るということが考えられる。モデルオブジェクトは、たとえば図7におけるGUI769を使用してPDEおよび境界条件が修正される場合、対応するモデルオブジェクトがこれにより更新され得るので、望ましくあり得る。たとえば、ドメインおよび境界についてそれぞれのセッティングウィンドウと、当該ドメインおよび境界についての物理的特性と、「方程式ビュー」において特定される可能な修正との使用を通じて、1つの例示

50

的な局面におけるモデリングおよびシミュレーションモジュール 2 2 2（たとえば図 2 参照）は、複合物理モデルに関連付けられるデータを含むモデルオブジェクトを作成、初期化、および修正し得る。さらに、P D E および関連付けられる境界条件のフィールドの結合系も同様に更新され得るということが考えられる。

【0 0 7 1】

ここで図 1 1 を参照して、別のタイプのセッティングウィンドウ 1 1 0 9 の例示的な局面が、1 つ以上の検討ステップを有する検討についての解答に関連して使用され得る検討ステップ（たとえば定常、時間依存、周波数）について示される。セッティングウィンドウ 1 1 0 9 は、任意の 1 つ以上の物理インターフェイスまたは結合 P D E 系からの物理量のいずれかのサブセットについて P D E を解くことに関連付けられ得る。セッティングウィンドウ 1 1 0 9 についての G U I は、複合物理モデルについて選択される 1 つ以上の物理インターフェイスをリスティングする物理インターフェイス表示領域 1 1 1 0 を含む。セッティングウィンドウ 1 1 0 9 はさらに、異なるメッシュ 1 1 1 2 と、異なる検討ステップについての異なる離散化 1 1 1 4 および公差との選択を可能にするように構成され得る。対応する検討ステップセッティングと共に、モデルのための特定の物理インターフェイスが選択され得るということが考えられる。その後、対応する P D E が、異なる検討ステップにおいて一度に一つ解かれ得るか、または、対応する P D E が、各検討ステップにおいて P D E の結合系として、いくつかの物理インターフェイスについて解かれ得る。

【0 0 7 2】

ここで図 1 2 を参照して、検討ノード（たとえば「検討 1」1 2 2 0）と、いくつかの子ノード（たとえば「ステップ 1：定常」1 2 2 2，「ソルバー構成」）とを含むモデルツリー 1 2 1 9 の例示的な局面が示される。この例示的な局面における子ノードは、検討ステップ（たとえば「ステップ 1：定常」1 2 2 2，「ステップ 2：時間依存」）と、ソルバーノード（たとえば「ソルバー 1」1 2 2 4）とを含む。親ノード（たとえば一次ノード）およびその子ノード（たとえば二次ノード，サブノード）は、モデルツリーにおけるブランチ（たとえば検討ブランチ 1 2 1 9）と称され得る。検討ブランチは、たとえば、P D E 定式化（たとえば、「方程式をコンパイル：定常」1 2 2 6 a，「方程式をコンパイル：時間依存 2」1 2 2 6 b）と、異なる検討（たとえば定常および時間依存的の解析）についてのソルバーセッティング（たとえば「定常ソルバー 1」1 2 2 8 a，「時間依存ソルバー 1」1 2 2 8 b）とを含み得る。ユーザが、検討ステップの各々において解かれるモデル物理インターフェイスのサブセットを選択するか、または、すべての検討ステップにおいてすべての物理インターフェイスについて解くよう選択し得るということが考えられる。さらに、ユーザはまた、異なる空間次元に記述されるモデルを示す対応する物理インターフェイスを有するいくつかのモデルノードを含み得、検討ステップの各々における物理インターフェイスのサブセットまたはすべての検討ステップにおけるすべての物理インターフェイスを解くということが考えられる。各検討ステップにおける物理インターフェイスおよび検討ステップについてのセッティングの選択も、モデルオブジェクトに含まれ得る。

【0 0 7 3】

例示的なモデルツリー 1 2 1 9 のソルバーブランチ（たとえばソルバー構成）は、検討ブランチ（たとえば検討 1）に対する子ノードであり、さらにソルバー（たとえば「ソルバー 1」）および／または従属変数ノード（たとえば「従属変数 1」）のような自身の子ノードを含み得る。これらの子ノードはさらに、「m o d 1 __ V」1 2 2 7 a および「m o d 1 __ T」1 2 2 7 b といった付加的または自身の子ノードを有し得る。従属変数ノードはユーザがすべての検討ステップにおいてより精密な解の選択をすることが可能になるように構成され得るので、ソルバーは、物理インターフェイス内において個々の変数について解くまたは解かないようにセットされ得る。ソルバーステップおよびソルバーステップについてのセッティングにおける従属変数の選択もモデルオブジェクトに反映されることが考えられる。

【0 0 7 4】

図3-図12において提示されるモデリングシステムの例示的な局面は、単に例であり、単に本願明細書において記載されたかまたは図において示されるプロセスまたは現象ではないより広い物理プロセスおよび物理的現象に適用されることが理解される。たとえば、多くの異なる物理インターフェイスが、図4に示される伝熱について選択された物理を越えて評価され得るということが理解されるであろう。また別の例として、複数の方程式ビューが図7に示され得るか、または、多くの異なる材料特性が図8において選択され得るということが理解されるであろう。示された局面は単に、複合物理モデリングシステムによって行なわれ得るより広い動作の例である。更に、示されたインターフェイスは、複合物理モデリングシステムにおいて使用され得る1つのタイプのインターフェイスを示す。他のタイプのグラフィカルインターフェイス、ユーザインターフェイス、または代替的な入力タイプインターフェイスが考えられる。

10

【0075】

ここで図13-図15を参照して、単一結合形のPDEの系を表わすPDEの1つ以上の系を自動的に特定し、PDEの系について解くための動作を含む方法について、非限定的な例示的なフローチャート1329, 1439, 1549が示される。本開示について記載されるさまざまな局面は、オブジェクト指向プログラミング言語（たとえばJava（登録商標）、C++、C#）を使用して実現され得、オブジェクトは、インタラクションを伴う、データフィールドおよびメソッドを含むあるタイプのデータ構造である。たとえば、モデルにおけるオブジェクトは、モデルオブジェクトについてのメソッド呼出しによって作成、修正、およびアクセスされ得る。モデルオブジェクトは、モデルについてのアルゴリズムおよびデータ構造を含み得、さらに当該モデルを表わすよう使用され得る。モデルオブジェクトはさらに、モデルについて形状、メッシュおよび解を作成するよう、動作のシーケンスをセットアップおよび実行するメソッドを含み得る。

20

【0076】

さらに、モデルオブジェクトのメソッドは、メソッド呼出しがモデルツリーにおいてノードによって表わされる動作に関連付けられ得るように、ツリーのような態様で構造化され得るということが考えられる。そのようなツリーのような構造またはモデルツリータイプの構造を用いて動作することによって、（たとえば親ノードとして表わされる）トップレベルのメソッドは、（たとえば子ノードによって表わされるか別の態様で表わされる）さらに別のメソッドをサポートする参照を返し得る。モデルオブジェクト内のあるレベルでは、メソッドは、モデルオブジェクトにデータを追加すること、計算を行なうこと、またはデータを返すことといったある動作を行なう。形状ノード（たとえば図29参照）の例示的な局面において、モデルオブジェクトは、形状ノードに対する二次ノード（たとえば子ノード）によって表わされるモデルの形状に関連付けられる異なる動作を有し得る。

30

【0077】

ここで図13を参照して、ステップ1330では、モデリングシステムユーザによって、直接的（たとえば実際の選択）または間接的（たとえば予め規定されたフィーチャに関連付けられるステップを通じて）に、空間次元が選択される。空間次元の選択は、以前に図3に記載されたウィザードウィンドウを使用してまたは別のタイプのインターフェイスを通じて、行われることが望ましくあり得る。空間次元の選択は、メソッド呼出しシンタックスである`model.modelNode().create()`を有するモデルアイテム、および／または、メソッド呼出しシンタックスである`model.geom().create()`を使用して空間次元を特定する形状アイテムを用いるモデルオブジェクトの自動更新を含み得る。

40

【0078】

次にステップ1331では、物理インターフェイスの選択が行なわれ得る。選択は、たとえば、図4について記載されたウィザードウィンドウを使用して行われ得る。物理インターフェイスの選択は、モデルオブジェクトを更新することと、`model.physics().create()`であるモデルオブジェクトに対応する物理アイテムを追加することとを含み得る。次に、ステップ1332では、検討のタイプが選択され得る。たと

50

えば、以前に図5に記載されたウィザードウィンドウを使用して検討の選択が行われ得る。選択された検討は、方程式定式化およびソルバーセッティングを自動的に生成するよう後で使用され得るということが考えられる。さらに、モデルオブジェクトは、対応する検討アイテムである `model.study().create()` で更新され得るということが考えられる。ある局面において、作成されたモデルオブジェクトアイテムのうちのいくつかまたはすべては、ノードによってモデルツリーにおいて表わされ得る子アイテムを備え得る。ノードは、モデルウィザードにおいておよび/または上に記載されたセッティングウィンドウにおいて特定された動作を記述し得る。

【0079】

ステップ1333aでは、物理インターフェイスについてのセッティングが選択されているかどうか決定がなされる。当該論理決定が真である場合、方法はステップ1333bに進み、ステップ1333bでは、モデルが加えられるべきかどうか別の決定がなされる。別のモデルが、モデリングシステムによって既に受け取られているコンポーネントおよび/またはプロセスに加えられるべきである（すなわち真）場合、方法はステップ1330に戻り、当該付加的なモデルに関連付けられる入力を受け取る。次いで、既に利用可能なモデルとは異なるまたは同じ空間次元を有するモデルアイテムを含む新しいモデルアイテムである `model.modelNode().create()` が加えられ得る。これは、複合物理モデルにおける複数のプロセスのシミュレーションを可能にする。付加的なモデルが加えるべきではない場合（すなわち偽）、方法はステップ1440に進み得る。ステップ1333aにおける論理決定が偽の場合、方法はステップ1334に進み、ステップ1334では、各物理インターフェイスについて、割り当てられた形状が点である0次元の物理インターフェイスを除いて、形状が特定される。形状表示は、作成されるか、またはそうでなければ形状ファイル（たとえばCADシステムを使用して作成されたファイル）からインポートされ得るということが考えられる。さらに、形状についてのモデルオブジェクトは、形状表示を含むよう更新され得るということが考えられる。

【0080】

ステップ1335では、材料および対応する材料特性の特定がなされる。たとえば以前に図8に記載されるセッティングウィンドウを使用して材料および材料特性の選択が行なわれ得るということが考えられる。さらに、モデルオブジェクトは、対応する材料アイテムである `model.material().create()` で更新され得るということが考えられる。次にステップ1336では、異なるドメインにおける物理的特性であって、異なる物理インターフェイスについての物理的特性の特定が行われ得る。ドメインセッティングの特定は、たとえば以前に図6において記載されたセッティングウィンドウを使用して行なわれ得るということが考えられる。ステップ1337では、境界での物理的特性およびインタラクションは、異なる物理インターフェイスについて特定され得る。境界条件の特定は、たとえば以前に図9に記載されたセッティングウィンドウを使用して行なわれ得るということが考えられる。さらに、モデルオブジェクトは、`model.physics().feature()` というタイプのモデルオブジェクトアイテムを使用して、ドメインセッティングおよび境界条件の両方について更新され得るということが考えられる。

【0081】

ステップ1338aでは、物理インターフェイスについてのPDEのうちのいずれかが修正されるべきであるかどうか決定がなされる。当該論理決定が真の場合、方法はステップ1338bに進み、ステップ1338bでは、ドメインの方程式および/または境界条件を含む、物理インターフェイスのうちのいくつかまたはすべてについての予め規定されたPDEが変更され得る。PDE修正ステップにおける予め規定された物理インターフェイス方程式の特定は、たとえば、以前に図7および/または図10に記載されたセッティングウィンドウを使用して行なわれ得るということが考えられる。ステップ1338bはさらに、モデルオブジェクトを更新することを含み得る。論理決定が偽の場合、または、PDE修正ステップが行なわれた後、当該方法はステップ1333aに戻り得る。

【0082】

すべての物理インターフェイスの特定が完了し、かつ、モデリングされるコンポーネントおよび／またはプロセスについてさらにモデルが追加されない場合、当該方法は図14およびステップ1440に進み、メッシュが特定され得る（たとえば図11参照）。メッシュの特定は、メッシュアイテムである`model.mesh().create()`でモデルオブジェクトを更新することを含み得るということが考えられる。次にステップ1441では、所望の検討パラメータがすべてモデルについて含まれているかどうか決定がなされる。論理決定が真の場合、方法はステップ1550に進む。論理決定が偽の場合、当該方法は、検討を追加、および／または、検討ステップを追加するためのステップに進む。たとえば、ステップ1442aでは、新しい検討が加えられるべきであるかどうか決定がなされる。論理決定が真の場合、当該方法はステップ1442bに進み、付加的な検討の選択が可能になる。付加的な検討は、検討アイテムである`model.study().create()`に従って加えられ得るということが考えられる。付加的な検討の選択の後、または、ステップ1442aにおける論理決定が偽の場合、方法はステップ1443aに進み得、ステップ1443aでは、検討ステップが加えられるべきであるかどうか決定がなされる。論理決定が真の場合、当該方法は進み、ステップ1443bにて、検討ステップがモデルについて加えられることを可能にする。ひとたび検討ステップが選択されるか、または、ステップ1443aの論理決定が偽の場合、方法はステップ1444および1445に進み、検討ステップにおける物理インターフェイスが検討ステップセッティングと共に特定される。検討セッティングは、たとえば図11について記載されるセッティングウィンドウを使用して特定され得るということが考えられる。さらに、検討セッティングは、`model.study().feature().set().`のタイプの1つまたはいくつかのアイテムに従ってモデルオブジェクトを更新し得るということが考えられる。検討セッティングの完了の後、当該方法はステップ1550に進む。

【0083】

ここで図15を参照して、ステップ1550ではソルバーシーケンスが生成され、ソルバーが完了していると決定されるかどうか依存してステップ1551での決定に基づいて、ステップ1552ではソルバーシーケンスが編集され得る。ソルバーシーケンスは、モデルオブジェクトに関連付けられる検討に基づいて、アイテムである`model.sol().create()`を作成することによりモデルオブジェクトを更新し得るということが考えられる。さらに、アイテムが`model.sol().feature().create()`というモデルオブジェクトアイテムに従って加えられた状態で、ソルバーシーケンスが編集され得るということが考えられる。その後、ステップ153では、上記方法はPDEを解き、モデルについての解を生成し得る。解答ステップは、`model.sol().runAll()`というモデルアイテムによって更新され得るということが考えられる。

【0084】

図13ー図15において記載されたものは単に、異なる空間次元において1つ以上の物理インターフェイスおよび1つ以上の形状表示（たとえばコンポーネントまたはプロセスを表わすモデル）に関連付けられる1つ以上セットのPDEを自動的に形成する方法の非限定的な例示的な局面である。当該方法のある局面において、PDEは、PDEの単一の結合系へと組み合わせられ得るということが考えられる。有限要素ソルバーのような数値ソルバーが、たとえばモデリングおよびシミュレーションモジュール（たとえば222）に含まれ得、PDEの系を解くよう使用され得る。たとえば有限要素ソルバーは、単一の物理インターフェイスに対応するPDEの単一系列を解き得、または、いくつかの物理インターフェイスおよびいくつかの形状表示（たとえばモデルノードによって表わされる）に対応するPDEの結合系について解き得る。

【0085】

ここで図16を参照して、アプリケーションデータ構造を作成または形成するための方法のいくつかの局面についての方法ステップを含むフローチャートが示される。当該方法

は、本願明細書において別記されるシステムおよび装置の任意の1つ上で実現され得る。示される方法ステップは、アプリケーションビルダーモジュールにおけるユーザインターフェイスによってユーザに利用可能であり得る。本開示のいくつかの局面において、記載された方法によって作り出されるまたは作成されるアプリケーションデータ構造は、本願明細書において別記されるシステムのような複合物理モデリングシステムにロードされて、複合物理モデルにおいて選択されたセッティングを制御するための対応するアプリケーションモデルツリーを有するカスタマイズされたアプリケーションモデルを生成し得る。

【0086】

アプリケーションデータ構造を作成または形成するための方法ステップは、複合物理モデル1610aを作成または選択し、対応する複合物理モデルデータ構造1610bを当該方法に関連付けられるシステム上に抽出またはロードすることにより開始され得る。いくつかの局面において、複合物理モデルデータ構造は、初期のアプリケーションデータ構造1610dにおいて、埋込モデルとして1610cにて埋め込まれ得るということが考えられる。さらに、いくつかの局面において、アプリケーションファイルとしての複合物理モデルのメモリデバイスへの保存または格納により、対応する埋込モデルを有する初期のアプリケーションデータ構造が作成され得るということが考えられる。

【0087】

次にステップ1620では、アプリケーションフィーチャがアプリケーションデータ構造に加えられ得る。アプリケーションフィーチャは、アプリケーションツリーにおいてアプリケーションノードによって表わされ得る。アプリケーションフィーチャは、結果得られるアプリケーションデータ構造から作成されるアプリケーションモデルツリーにアプリケーションモデルノードを加えるよう使用され得る。アプリケーションモデルツリーにおけるアプリケーションモデルノードは、複合物理モデルのようなモデルにおけるセッティングを参照するよう特定され得る。

【0088】

アプリケーションフィーチャは初期のアプリケーションデータ構造に適用され、カスタマイズされたアプリケーションモデルデータ構造を作成するために使用される。アプリケーションフィーチャは、タイプ、記述およびアイコンによって識別され得る。タイプ識別子は、アプリケーションデータ構造におけるアプリケーションフィーチャを参照するよう使用され得る一意の識別子であり、アプリケーションビルダーモジュールが動作しているシステムに関連付けられるGUIに表示され得るように、アプリケーションビルダーモジュールにおけるアプリケーションツリーにおけるフィーチャの隣りにさらに表示され得る。記述識別子は、結果得られるアプリケーションモデルツリーにおいてグラフィカルユーザインターフェイスに表示され得、アプリケーションモデルツリーにおけるノードが表わす動作をさらに示し得る。アイコンのグラフィックスを含む画像ファイルを指し得るアイコン識別子はさらに、アプリケーションデータ構造に関連付けられるアプリケーションがコンピュータシステム上で実行される際に示されるアプリケーションモデルツリーにおいてアイコングラフィックスを表示し得る。

【0089】

いくつかの局面において、アプリケーションフィーチャは、制限およびプレファレンスにより規定され得、その後、アプリケーションモデルツリーにおける対応するアプリケーションモデルノードに適用され得る。上記制限は、アプリケーションモデルノードが単に別のノードの後に提示され得るように、たとえばこのようなノードが前のノードによって表わされる動作に依存する際に提示され得るように、規定され得る。いくつかの局面において、プレファレンスは、アプリケーションモデルノードがアプリケーションモデルツリーにおいてデフォルトで示されるように、または、アプリケーションモデルノードがアプリケーションモデルツリーにおいてシングルトンノードとして存在し得るように、規定され得る。局面において、このようなシングルトンノードは、たとえば初期値または条件のようなセッティングを規定するよう、アプリケーションモデルツリーに一回のみ加えられ得る。

【0090】

次にステップ1630では、入力宣言が、アプリケーションデータ構造に加えられるアプリケーションフィーチャに加えられる。入力宣言は、新しいデータフィールドを宣言するために使用され、各データフィールドは一意の識別子、名称、随意の記述またはその組合せを有し得る。いくつかのタイプの入力宣言が考えられる。たとえば、ストリングデータフィールドはストリング値を宣言するよう適用され得、ストリングアレイデータフィールドは、任意長のストリングのアレイを宣言するよう適用され得、または、ダブルストリングアレイデータフィールドは外部および内部レベルについて任意長を有するストリングのダブルアレイ（たとえばアレイ要素もアレイであるアレイ）を宣言するよう適用され得る。別の例として、バイナリデータフィールドが、バイナリ形式（たとえばシリアライゼーション）を使用してより効率的に任意のタイプのデータを格納し得るフィールドを宣言するよう適用され得る。多くの浮動小数点の数を格納するデータフィールドは、バイナリフィールドとして格納することが望ましくあり得るフィールドの例であるが、たとえばストリングのアレイを用いて別の態様でそのようなフィールドを表わすことは可能である。さらに、埋込モデル（たとえばアプリケーションデータ構造に埋め込まれたモデル）におけるデータフィールドのいずれも入力宣言として使用され得ることが考えられる。このようなデータフィールドは、ひとたび宣言されると、作成または形成されたアプリケーションデータ構造に基づいてアプリケーションのユーザによってアクセスされ得る埋込モデルにおけるパラメータであり得る。

10

【0091】

20

次にステップ1640において、入力フォームおよびフォームの集合がアプリケーションデータ構造に加えられる。いくつかの局面において、入力フォームは、アプリケーションが実行される際に、異なるユーザ動作を監視またはモニターするウィジェットまたはウィジェットの集合を表わすということが考えられる。ウィジェットは、アプリケーションと相互に作用するよう情報を表示するかもしくはユーザについての特定の態様を提供するグラフィカルユーザインターフェイスの要素を含み得るか、または、ウィジェットはまた、GUIの特定の要素がどのように見えるか、当該要素がどのように振る舞うか、および、当該要素がどのようにユーザのアクションに応答して相互作用するかを記述する短いプロセスであり得る。入力フォームは、アプリケーションフィーチャに関連付けられるウィンドウまたはメニューに加えられる。アプリケーションビルダーモジュールは、たとえばセッティングウィンドウを作成するために適用され得る予め規定されたテンプレートフォーム、フォームの集合およびウィジェットの集合を含み得るということが考えられる。

30

【0092】

ここで、入力フォームのいくつかの例示的な局面が記載される。

テキスト入力フォームは、典型的にはテキストボックスであるが常にテキストボックスであるわけではない、いくつかのストリングデータの値にリンクするテキストフィールドを含み得る。いくつかの局面において、リンクは、受け取られたテキスト入力またはコンボボックスから受け取られた入力といった何らかの受け取られた入力に基づき得るストリングデータの値をテキストフィールドに割り当てることを含み得る。図25はさらに、テキスト入力フォームにおいて受け取られた入力埋込モデルにおいて内部データフィールドに関連付けられ得る（たとえばアクチュエータ長さについての例示的なパラメータL）リンクの局面を例示する。図34は、コンボボックス（たとえば例示的なインペラタイプ3426）がデータフィールド（たとえば例示的なインペラタイプフィールド3405）の値をセットするリンクの別の局面を例示する。コンボボックス入力フォームのためのセッティングは、いくつかの局面において、テキスト入力フォーム（たとえば図25）についてのセッティングと同様であると考えられる。

40

【0093】

アプリケーションフィーチャにおけるストリングデータフィールドオブジェクトのうちのいずれかを選択することを除いて、埋込モデルにおけるストリングデータ値も選択され

50

得る。このようなストリングデータ値の例がモデルパラメータを含む。コンボボックスフォームは、たとえばストリングデータフィールドといったいくつかのストリングデータの値を含み得る選択肢のリストを表示するために使用され得る。当該セッティングは、テキスト入力のセッティングと同様であり得る。チェックボックスフォームは、アプリケーションが実行される際に、ユーザがたとえばオンまたはオフといった2つの選択肢同士の間で選択することを可能にするために適用され得る。ボタンフォームは、アプリケーションにおいてクリックまたは別の態様で選択されると、アクションを行なうようウィジェットの集合において使用され得る。メニューアイテムフォームは、子であるメニューについてのメニューアイテムを規定し得る。親は、メニューまたはアプリケーションフィーチャであり得る。親としてアプリケーションフィーチャを有するメニューアイテムフォームは、アプリケーションが実行される際に、アプリケーションフィーチャについてコンテキストメニューに含まれ得る。テーブル入力フォームは、ストリングアレイデータフィールド宣言の値に対する編集を提供し得、通常、テーブルの1列につき1フィールド参照である。

【0094】

フォームの集合は、アプリケーションのユーザインターフェイスのための所望のレイアウトを達成するために、メンバーフォームの集合をグループ化するように適用され得る。メンバーフォームは、入力フォームまたは出力フォームであり得（以下参照）、さらにメンバーとしてウィジェットを含み得る。フォームの集合におけるメンバーは、入力フォームおよび出力フォームへの参照によって、または、子（たとえばモデルツリーの局面における子ノード）としてフォームの集合に直接的に入力フォームおよび出力フォームを加えることによって、加えられ得る。

【0095】

いくつかのタイプのフォームの集合は、アプリケーションビルダーモジュールにおいて利用可能であり得るということが考えられる。セクションパネルは、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションが実行される場合、アプリケーションフィーチャに関連付けられるフォームウィンドウの内部に示され得る。このようなセクションパネルは、たとえばバーの下に配置される記述およびメンバーフォームを示す見出しバーを含み得る。フォームウィンドウは、少なくとも1つのセクションパネルを含み得、アプリケーションフィーチャは自動的に1つのセクションパネルの子を取得し得るということがさらに考えられる。

【0096】

アプリケーションビルダーモジュールにおいて利用可能な別のタイプのフォーム集合はメニューを含み得る。メニューは、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションが実行されると、ツールバーにおいてアクセスされ得るか、または、アプリケーションノードについてのコンテキストメニューとしてアクセスされ得る。メニューは、子フィーチャとしての少なくとも1つのメニューアイテムまたは子フィーチャとしての少なくとも別のメニューを含み得る。メニューは、アプリケーションビルダーモジュールにおいてその記述について1つ以上のセッティングを含み得る。

【0097】

フォームのグループは、アプリケーションビルダーモジュールにおいて利用可能なさらに別のタイプのフォームの集合であり得る。フォームのグループは、1つの新しいフォームへと他のいくつかのフォームを構成するように適用され得る。1つのこのような例は、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションが実行される場合にいくつかのフォームがセッティングウィンドウにおいて互いの上に示される場合を含む。

【0098】

カードスタックは、さらに別のタイプのフォームの集合であり得る。このようなフォームの集合は、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションの実行中にシステムユーザによってなされた選択に依存して示される多くの予め規定されたフォームを含み得る。いくつかの局面において、カードスタックにおけるメンバーでもあるフォームの単一のメンバーのみが、このようなフォームの集合を含むアプリケーションが実

10

20

30

40

50

行される場合に、所定の時間でアクティブになることが可能になるということが考えられる。示されるカードスタックにおけるフォームのうちのどれかを制御することは、以下により詳細に記載されるアクティベーション条件を適用することにより実現され得る。

【0099】

フォームの集合の他の局面は、デスクトップウィンドウを含み得る。デスクトップウィンドウのフォームの集合は、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションが実行される場合に他のフォームが表示され得るコンピュータデスクトップにおけるフレームを規定し得る。フォームウィンドウは、特定および予め規定されたタイプのデスクトップウィンドウであり得る。フォームウィンドウは、他のフォームが列および行で示されるとともに位置決めされ得るフレームを規定し得る。フォームウィンドウはさらに、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションの実行中に、すべてのアプリケーションフィーチャに関連付けられるアプリケーションセッティングウィンドウについてのデフォルトウィンドウであり得る。キャンバスウィンドウは、さらに別のタイプの特定および予め規定されたデスクトップウィンドウであり、したがって、フォームの集合でもある。キャンバスウィンドウは、アプリケーションが実行されると、形状、メッシュおよびプロットのようなグラフィックスを表示するよう使用され得る。

10

【0100】

次にステップ1650において、アクティベーション条件が、ステップ1640において加えられた入力フォームまたはフォームの集合に加えられる。アクティベーション条件は、入力宣言の値をチェックする論理条件を特定するよう適用され得る。たとえば、入力フォームについて、アプリケーションの実行の間にフォームウィンドウにおいてフォームが有効または無効にされるかどうかを決定するよう、アクティベーション条件が適用され得る。無効にされたフォームは、ウィンドウから隠されるかまたは非アクティブ状態へとグレイアウトされ得る。

20

【0101】

次に、ステップ1660において、出力宣言はアプリケーションフィーチャに加えられる。出力宣言は、アプリケーションが実行される際にユーザによって変更され得ないデータフィールドを宣言するよう適用され得る。その代わりに、宣言されたデータフィールドは、アプリケーションデータ構造におけるアプリケーションまたは埋込モデルから値を読み出すために使用され得る。たとえば出力宣言は、アプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションが実行される際に、埋込モデルにおける評価からの結果を宣言するために使用され得る。

30

【0102】

次にステップ1670において、出力フォームまたはフォームの集合は、アプリケーションフィーチャに加えられる。出力フォームは、データを提示する埋込モデルにおいて出力宣言またはオブジェクトからのデータを表示する任意のウィジェットを表わし得る。埋込モデルにおけるプロットグループは、キャンバスウィンドウにおいて直接的に使用され得る出力フォームの例である。いくつかの局面において、出力フォームは、アプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションの実行中にアクションの結果を更新および表示するために、アクションステップ（以下参照）によって更新されるということが考えられる。

40

【0103】

複数の出力フォームが、アプリケーションデータ構造を生成するよう使用されるアプリケーションビルダーモジュールにおいて、規定することが望ましくあり得るということが考えられる。データ表示出力フォームは、出力宣言のために表示を特定するよう適用され得る。データ表示出力フォームはさらに、アプリケーションデータ構造に加えられる埋込モデルにおいて、全体評価への参照を含み得る。このような全体評価の値は、アプリケーションの実行の間にフォームがアクションによって実行される際に更新され得る。テーブルデータ表示出力フォームは、出力宣言からの多くの出力データを提示する望ましい態様であり得る。たとえば、テーブルの1列につき1つの出力参照を使用することが可能であ

50

り得る。さらにエクスポート出力フォームが、アプリケーションの実行の間にファイルに結果を保存するために、エクスポートダイアログを開くよう使用され得る。エクスポート出力フォームは、アプリケーションデータ構造に加えられる埋込モデルにおけるエクスポートオブジェクトを指し得、たとえばアニメーション、イメージおよびデータを含み得る。

【0104】

次に、ステップ1680において、アクティベーション条件は、出力フォームに加えられる得る。このようなアクティベーション条件は、出力フォームが表示されるべきかまたは表示されるべきでないかを決定するよう適用され得る。たとえば、アクティベーション条件は、アプリケーションの実行中に出力フォームがフォームウィンドウにおいて有効化または無効化されるかどうかを決定し得る。無効なフォームは、アプリケーションの実行の間に、ウィンドウから隠され得るか、または、ただグレイアウトされ得る。

10

【0105】

次に、ステップ1690において、アクションがアプリケーションフィーチャに加えられる得る。アクションは、動作のシーケンスについての定義を含み得、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションの実行中に入力フォームから実行され得る。たとえば、アクションまたはシーケンスの定義は、ボタンまたはアイコンの選択の受け取りに応答してまたは当該受け取りの後に、入力フォームから実行され得る。アクションはさらに、出力フォームの更新を含み得る。たとえばアクションは、埋込モデルにおいてプロットの更新を含み得、これにより次いで、たとえばキャンバスウィンドウを使用してアプリケーションにおけるグラフィックスウィンドウにおいて新しいプロットを生成する。

20

【0106】

次に、いくつかの局面において、ステップ1695が考えられる。ステップ1695において、ウィザードがアプリケーションデータ構造に加えられる得る。ウィザードは、一度に1つまたはさまざまな組合せでGUI上に表示され得るウィンドウのシーケンスを特定するよう適用され得る。ウィザードは、アプリケーションルートノードの直下に配置され得、作成されたアプリケーションデータ構造に基づいたアプリケーションの実行または実現中に新しいアプリケーションモデルが作成されるとスタートされ得る。いくつかの局面において、ウィザードは、アプリケーションフィーチャに対する子としてセットアップされ得、アプリケーションフィーチャの新しいインスタンスがアプリケーションの実行の間に作成されるとスタートされ得る。いくつかの局面において、ウィザードは、子ノードである少なくとも1つのウィザードステップを含むということが考えられる。そのような子ノードのウィザードステップは、ウィザードにおける各ステップについてウィンドウの特定を含み得る。たとえば、いくつかの局面において、各ウィザードステップは、セッティングウィンドウフォームにおいて規定され得る異なるウィンドウを含み得る。

30

【0107】

次に、当該方法は、付加的なアプリケーションフィーチャが決定または追加されるべきかどうかを決定するよう進む。そうでなければ、当該方法はステップ16100に進み、アプリケーションデータ構造が上記の方法ステップからの出力として生成される。

40

【0108】

いくつかの局面において、アプリケーションデータ構造は、アプリケーションが基づくモデルからの、埋込モデルとして複合物理モデルデータ構造と、上記の方法ステップによって生成されるノードを表わす階層とを含むということが考えられる。

【0109】

さらに、更新または修正されるアプリケーションデータ構造の展開ステップは、新しいまたは既存のライブラリにアプリケーションデータ構造を配置することを含み得るということが考えられる。ライブラリは、ファイルシステム上またはネットワークにおける実際のフォルダ構造を表わし得る。既存のライブラリのうちのいずれかは、アプリケーションデータ構造に基づいて複合物理モデルデータ構造を作成するよう構成または適合されるシ

50

システムによってアクセスされ得る。

【0110】

アプリケーションフィーチャを追加しアプリケーションデータ構造を生成するための上記の方法が物理システムのモデルに関連付けられるということが考えられる。入力宣言、フォームフィーチャ、アクティベーション条件およびアクションフィーチャを含むアプリケーションフィーチャは、アプリケーションフィーチャを含む修正または更新されるアプリケーションデータ構造を形成または生成する部分として追加、取得、受信、または送信されるデータとして表わされると考えられる。

【0111】

図17を参照して、図16に記載されるプロセスについてのアクションによって作成されるアプリケーションデータ構造のいくつかの局面におけるフィーチャ同士の間のインスタンスレベルの関係の統一モデリング言語 (unified modeling language (UML)) オブジェクトの図の例が示される。

【0112】

アプリケーションデータ構造は、少なくとも1つの埋込モデル1701および少なくとも1つのアプリケーションフィーチャ1702を含み得る。複数または1つ以上の埋込モデルおよびアプリケーションフィーチャも考えられる。アプリケーションフィーチャは、入力宣言1703の1つ以上（たとえば1…*）と、対応するアクティベーション条件1714によりさらに規定され得る入力フォーム1704の1つ以上とを含み得る。アプリケーションフィーチャはさらに、0から1～複数（たとえば0…*）までのいずれかの出力宣言1705と、さらに対応するアクティベーション条件1715を含み得る出力フォーム1706とを含み得る。1つ以上（たとえば0…*）のフォームの集合はさらにアプリケーションフィーチャ1702に含まれ得る。そのような集合は、入力フォームおよび/または出力フォームを含み得る。0から1つ以上（たとえば0…*）のアクション1708は、0から1つ以上（たとえば0…*）の対応するアクティベーション条件1716で規定され得るアプリケーションフィーチャに含まれ得る。いくつかの局面において、アプリケーションフィーチャのセッティングはさらに、ウィザードフィーチャ1712に含まれるウィザードステップ1713にリンクされ得る。さらに、アプリケーションフィーチャはまた、自身の対応する子フィーチャを有し得る子アプリケーションフィーチャ1709を含み得る。アプリケーションフィーチャはさらに、アプリケーションフィーチャ1702の子アプリケーションフィーチャ1709にリンクし得る対応するウィザードステップ1711を有するウィザードフィーチャ1710を含み得る。いくつかの局面において、リンクは、ウィザードにおいてなされたセッティングが、セッティングフォームを通じて、あるアクティベーション条件、テキスト入力における値、アクションの実行などをセットし得ることを含むことがということが理解され得る。いくつかの局面において、リンクは、ストリングデータの値を設定することによって行なわれ得る。たとえば、図34において、インペラタイプのための例示的なセッティングウィンドウは、インペラの例示的な選択がインペラタイプにリンクされ、インペラピッチ編集フィールドを示すかどうかを決定するウィザードステップに含まれ得る。

【0113】

ここで図18を参照して、複合物理モデルデータ構造を初期のアプリケーションデータ構造に加えるために図16におけるフィーチャ1600a-dのいくつかの局面に含まれ得る例示的なアプリケーションツリーが示される。アプリケーションツリーにおいてルートノード1802を右クリックまたは選択することで、コンテキストメニューが開かれるまたは表示され得、複合物理モデルデータ構造が初期のアプリケーションデータ構造に1803にて追加され得る。

【0114】

複合物理モデルデータ構造は、複合物理モデリングシステムから利用可能であり得るか、または、複合物理モデリングシステムのユーザによって作成および格納され得るまたは以前に作成および格納され得た複合物理モデル1804のライブラリをリスティングする

10

20

30

40

50

ダイアログボックスから選択され得る。その対応する複合物理モデルデータ構造を有する任意のそのような複合物理モデルは、静的および準静的な電磁界、時間高調波および動的な電界、音響、流量および化学反応、伝熱、構造力学、電気機械技術、プラズマ化学および物理学、流体構造の相互作用、熱応力および熱膨張、電気化学、ならびに他の結合された物理的現象およびプロセスを説明するデバイスおよびプロセスを記述し得る。本願明細書において記載されるシステムおよび方法のいくつかの局面において、例示的なアプリケーションフィーチャは、時間高調波電磁界（入力）についての周波数をセットし、シミュレーション（アクション）を実行し、埋込モデルに規定されるモデルを実行することにより S パラメータ（出力）を表示し得るということが考えられる。別の例は、音響シミュレーションの埋込モデルを実行することによって、基準圧力を更新するための入力を受け取り、シミュレーションを実行し、結果生じる波の伝播を表示するための例示的なアプリケーションフィーチャである。さらに別の例は、埋込モデルに規定されるタンクについて流量モデルから、入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、パイプ出口での平均流量を表示する例示的なアプリケーションフィーチャであり得る。さらに別の例は、埋込モデルに規定される電子デバイスのモデルのシミュレーション（アクション）を実行することにより、所与の入力ロード（入力）について、所与の入力値（入力）を下回る温度を維持するのに必要なヒートシンク（アクティベーション条件、出力）のサイズを決定する例示的なアプリケーションフィーチャであり得る。さらに別の例は、埋込モデルに規定されるプラズマリアクタモデルを実行することにより、ウェハの表面上での半導体材料の堆積厚さを計算するために、パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、これにより形状（アクション、アクティベーション条件）を更新し、シミュレーションを実行する例示的なアプリケーションフィーチャである。

【0115】

さらに別の例として、複合物理モデリングシステムのマイクロエレクトロメカニカルシステム（micro-electromechanical system（MEMS））モジュール 1806 におけるマイクロアクチュエータの例示的なモデルが選択され得るということが考えられる。ひとたび選択されると、複合物理モデルデータ構造は、アプリケーションツリーにおけるモデルノード 1805 として表わされ得、ここで図 16 を参照すると、ステップ 1610c および 1600d に従ってアプリケーションデータ構造に加えられる。

【0116】

ここで図 19 を参照して、アプリケーションツリーの例示的な局面は、アプリケーションデータ構造にアプリケーションフィーチャを加えるために図 16 からのステップ 1620 のいくつかの局面に従って示される。アプリケーションツリーにおいてルートノード 1903 を右クリックまたは別の態様で選択すると、コンテキストメニュー 1904 が開かれ得、アプリケーションフィーチャはアプリケーションデータ構造に加えられる。更に、いくつかの局面では、アプリケーションはさらに、新しいアプリケーションが作成される場合にデフォルトで存在するアプリケーションフィーチャノードを含み得る。アプリケーションフィーチャはアプリケーションツリーにおいてアプリケーションフィーチャノード 1905 として表わされ得る。アプリケーションフィーチャは、たとえばサーマルマイクロアクチュエータといった、複合物理モデルデータ構造によってさらに記載されるデバイスの例示的なモデルにおいてセッティングを表わすよう適用され得る。

【0117】

ここで図 20 を参照して、アプリケーションデータ構造を作成するための方法のいくつかの局面に従って、複合物理モデルにおいてサーマルマイクロアクチュエータのためのセッティングを表わす 1 つの例示的なアプリケーションフィーチャについて例示的なセッティングウィンドウ 2006 が示される。アプリケーションフィーチャのためのセッティングウィンドウは、タイプ 2007、記述 2008 およびアイコン編集フィールド 2009 を含み得る。さらに、セッティングウィンドウは、制限 2010 およびプレファレンス 2011 のためのセッティングウィンドウセクションを含み得る。プレファレンスセクションにおいて、「パーマネントノードとして追加」チェックボックス 2012 が選択され得

、当該チェックボックス 2012 は、選択されると、このノードがアプリケーションが使用される際にアプリケーションモデルツリーに常に示されるということを示唆する。シングルトンチェックボックス 2013 はさらに、アプリケーションが実行される際に、アプリケーションフィーチャがアプリケーションモデルツリーに単独でのみ存在し得るということを特定するよう使用され得る。

【0118】

ここで図 21 を参照して、例示的なアプリケーションツリーは、アプリケーションデータ構造に入力宣言を追加するために図 16 からのステップ 1630 のいくつかの局面に従って示される。アプリケーションツリーにおいてフィーチャノード 2102 を右クリックまたは別の態様で選択することにより、たとえば利用可能またはリストされるストリングデータフィールド 2104 または任意の他の入力宣言タイプといった入力宣言がアプリケーションデータ構造に追加され得るコンテキストメニュー 2103 が開かれ得る。このような入力宣言は、アプリケーションが実行される場合に埋込モデルにおいてセッティングを制御するように使用されるパラメータについての入力を受け取るよう使用され得るということが考えられる。

10

【0119】

ここで図 22 を参照して、例示的なアプリケーションツリーは、アプリケーションデータ構造にフォーム集合を加えることについて、図 16 からのステップ 1640 のいくつかの局面に従って示される。アプリケーションツリーにおいてフィーチャノード 2203 を右クリックまたは別の態様で選択すること（たとえばタッチスクリーン、リストのスクロール、上方でのホバリング (hovering over)）により、コンテキストメニュー 2204 が開かれ得、たとえばセクションパネル 2205 といったアプリケーションデータ構造に入力フォームまたはフォーム集合が加えられ得る。他の入力フォームおよびフォーム集合は、たとえばメニューのようなこのようなコンテキストメニューにおいて利用可能であり得る。セクションパネルはさらに、アプリケーションが作成されると、デフォルトで利用可能になり得る。セクションパネル、任意の他の入力フォーム、またはフォーム集合は、アプリケーションツリー 2206 においてノードとして表わされ得る。

20

【0120】

ここで図 23 を参照して、アプリケーションデータ構造を作成するための方法のいくつかの局面に従ったセクションパネルフォーム集合について例示的なセッティングウィンドウ 2307 が示される。この例示的な局面におけるセクションパネルフォームセッティングウィンドウは、セクションパネル 2308 のためのタイトルのみを必要とし得るが、付加的な子フィーチャがセクションパネルフォーム集合の内容を規定するよう適用され得ると考えられる。たとえば、セクションパネルは、埋込モデルにおいて規定される MEMS アクチュエータの長さについての入力を受け取るよう設計され得る。したがって、セクションパネルタイトルは、アクチュエータ長さ 2308 にセットされ得る。

30

【0121】

ここで図 24 を参照して、アプリケーションデータ構造にテキスト入力フォームを加えることについて、図 16 のステップ 1640 の別の例示的な代替例のいくつかの局面に従った例示的なアプリケーションツリーが示される。アプリケーションツリーにおけるセクションパネルノード 2409 または任意の他のフォーム集合ノードを右クリックまたは別の態様で選択することにより、子入力フォームがアプリケーションデータ構造におけるセクションパネルフォーム集合に加えられ得るコンテキストメニュー 2410 が開かれ得る。たとえば、セクションパネルは、アプリケーションが実行される際、埋込モデルにおいて、アクチュエータ長さについてのテキスト入力を受け取るためのテキスト入力フォーム 2411 を含み得る。テキスト入力フォームは、アプリケーションツリーにおいてノード 2412 として表わされ得る。

40

【0122】

ここで図 25 を参照して、例示的なセッティングウィンドウ 2513 は、アプリケーションデータ構造を作成するための方法のいくつかの局面に従ってテキスト入力フォームに

50

について示される。このようなセッティングウィンドウは、入力宣言において宣言されたデータまたは以前に埋込モデルにおいて宣言されたデータを指すデータフィールド参照 2 5 1 4 を含み得るということが考えられる。たとえば、テキスト入力、MEMS アクチュエータの長さを制御する埋込モデルに規定されるパラメータを指し得る。セッティングウィンドウはさらに、デフォルト値のようなセッティングが規定されることを可能にし得るデータフィールドセッティングセクション 2 5 1 5 を含み得る。このようなデフォルト値は、アプリケーションが実行されると、入力編集フィールドにおいて示され得る。いくつかの局面において、随意的ウィジェットセクション 2 5 1 6 は、テキストフィールドの設計についての既製のウィジェット集合を提供する。これらの随意的ウィジェットは、記述 2 5 1 7、記号 2 5 1 8、および単位 2 5 1 9 を含み得る。ウィジェットレイアウトプレビュー 2 5 2 0 は、アプリケーションが実行されるとテキストフィールドがどのように表示されるかを示し得る。

10

【0123】

ここで図 2 6 を参照して、例示的なアプリケーションツリーが、アプリケーションデータ構造にアクティベーション条件を加えるために、図 1 6 のステップ 1 6 5 0 のいくつかの局面に従って示される。アプリケーションツリーにおけるテキスト入力ノード 2 6 0 2 または任意の他の入力フォームノードを右クリックまたは別の態様で選択すると、アクティベーション条件 2 6 0 4 を加えるためにコンテキストメニュー 2 6 0 3 が開かれる。この例において、このような条件は、アプリケーションが実行される際に、入力パラメータの値を依存してテキスト入力フォームをアクティベートし得る。このような入力パラメータは、別の入力宣言および入力フォームから、または、埋込モデルにおけるパラメータへの参照により得られ得る。アクティベーション条件は、アプリケーションツリーにおいて入力フォームに対する子ノードとして表わされ得る。

20

【0124】

ここで図 2 7 を参照して、図 1 6 のステップ 1 6 6 0 および 1 6 7 0 のいくつかの局面に従って、アプリケーションデータ構造にセクションパネルおよびデータ表示出力フォームを加えることについて例示的なアプリケーションツリーが示される。出力宣言は、以下に記載されるように、埋込モデルに含まれ得、参照によって出力フォームにリンクされ得るということが考えられる。アプリケーションツリーにおいてアプリケーションフィーチャノード 2 7 0 2 を右クリックまたは別の態様で選択すると、出力フォームを含み得るセクションパネルのようなフォーム集合を加えるためのコンテキストメニューが開かれ得る。このようなセクションパネルは、アプリケーションツリー 2 7 0 3 においてノードとして表わされ得るということが考えられる。セクションパネルノード 2 7 0 3 を右クリックまたは別の態様で選択することにより、セクションパネルフォーム集合にデータ表示フォーム 2 7 0 5 のような出力フォームが加えられ得るコンテキストメニュー 2 7 0 4 が開かれ得る。アプリケーションが実行されると、埋込モデルにおける導出された値の値を表示するか、または、出力宣言において宣言された任意の他のデータを表示するようデータ表示フォームが使用され得る。データ表示出力フォームは、アプリケーションツリーにおいてセクションパネルフォーム集合ノード 2 7 0 6 に対して子ノードとして表わされ得る。さらに、いくつかの局面において、図 1 6 のステップ 1 6 8 0 について以前に記載されたアクティベーション条件のように、アクティベーション条件は出力フォームに加えられるとすることが考えられる。アクティベーション条件は、アクティベーション条件が入力にどのように加えられるかと同様に、図 2 6 からのアクティベーション条件 2 6 0 4 について記載されるように、出力フォームに加えられる。

30

40

【0125】

ここで図 2 8 を参照して、例示的なセッティングウィンドウ 2 8 0 7 は、アプリケーションデータ構造を作成するための方法のいくつかの局面に従ってデータ表示フォームについて示される。このようなセッティングウィンドウは、出力宣言において宣言されたデータまたは図 1 6 のステップ 1 6 5 0 にて埋込モデルにおいて既に規定されたデータを指す出力データフィールド参照 2 8 0 9 を含み得る。たとえば、データ表示フォームは、ME

50

M Sアクチュエータの合計の変位を表示する、埋込モデルにおいて規定された点評価 2 8 0 8を指し得る。随意のウィジェットセクション 2 8 1 0は、データ表示フォームの設計のために既製のウィジェット集合を提示し得る。随意のウィジェットは、記述 2 8 1 1および記号 2 8 1 2を含み得る。ウィジェットレイアウトプレビュー 2 8 1 3は、どのようにデータ表示フォームがアプリケーションの実行の間に表示され得るかを示し得る。

【0 1 2 6】

ここで図 2 9を参照して、いくつかの局面に従った例示的なアプリケーションツリーが、アプリケーションデータ構造にアクションを加えることについて、図 1 6のステップ 1 6 9 0に基づいて示される。アプリケーションツリーにおけるアプリケーションフィーチャノードを右クリックまたは別の態様で選択することにより、アクション 2 9 0 4を加えるためのコンテキストメニュー 2 9 0 3が開かれ得る。このようなアクションは、アプリケーションツリー 2 9 0 5においてノードとして表わされ得るということが考えられる。いくつかの局面において、アクションは、埋込モデルにおける動作のシーケンスの実行を指し得る。

10

【0 1 2 7】

ここで図 3 0を参照して、アクションフィーチャについての例示的なセッティングウィンドウ 3 0 0 6は、アプリケーションデータ構造を作成する方法のいくつかの局面に従って示される。このようなセッティングウィンドウは、埋込モデルにおいて例示的なモデルツリーの複製 3 0 0 7を含み得、アクションは、埋込モデルにおいて動作とリンクまたは関連付けられ得るということが考えられる。たとえば、アクションフィーチャは、アクチュエータについての形状を生成し、M E M Sアクチュエータの合計の変位について埋込モデルにおけるシミュレーションを実行する動作を生成する動作のシーケンス 3 0 0 8にリンクまたは関連付けられ得る。

20

【0 1 2 8】

ここで図 3 1を参照して、図 1 6の 1 6 4 0に対する代替的な例示的ないくつかの局面に従って、アプリケーションデータ構造にメニューフォームを加えるための例示的なアプリケーションツリーが示される。アプリケーションツリーにおいてアプリケーションフィーチャノード 3 1 2 1を右クリックまたは別の態様で選択することで、アプリケーションフィーチャにメニューフォーム 3 1 2 2を加えるためのコンテキストメニューが開かれ得る。メニューフォームは、アプリケーションの実行の間にアプリケーションフィーチャを選択する際に表示されるコンテキストメニューにおけるメニューアイテムとして含まれ得る。メニューフォームは、アプリケーションの実行の間にコンテキストメニューアイテムを選択する場合に実行され得るアクションにリンクされ得る。アクションは、埋込モデルにおける動作のシーケンスの実行を指し得、たとえば、図 3 0の例示的な形状シーケンス 3 0 0 8にリンクするアクションを指す。このようなアクションへのリンクは、メニューフォームセッティングウィンドウにおけるアクションを選択することによって、作成され得るということが考えられる。

30

【0 1 2 9】

本開示のいくつかの局面において、「リンクする」および「関連付ける」という用語は交換可能に使用され得、コンピュータモデリングにおいて理解されるであろうように一般に 2 つの要素またはフィーチャ同士の間の関連関係を指し得るということが考えられる。いくつかの局面において、たとえばアプリケーションがモデリングシステム上で実行される際に、リンクはさらに関連関係の例示であると理解され得る。

40

【0 1 3 0】

ここで図 3 2を参照して、ミキサーアプリケーションデータ構造を作成または形成するためのアプリケーションビルダーシステムまたはモジュールのいくつかの局面に従って、例示的なグラフィカルユーザインターフェイス 3 2 0 6が示される。例示的なアプリケーションビルダーツリーは、ミキサーの埋込複合物理モデル 3 2 0 7と、結果得られるミキサーアプリケーションのユーザインターフェイスを規定する 5 つの例示的なアプリケーションフィーチャとの表示を含む。ミキサーアプリケーションは、ミキサーの容器 3 2 1 4

50

を規定するためのアプリケーションフィーチャ、インペラ 3 2 1 5、液体のタイプ 3 2 1 6、ミキサーの動作 3 2 1 7、およびシミュレーションの結果 3 2 1 8を含み得る。

【0 1 3 1】

埋込複合物理モデルは、形状の定義、材料特性、物理、メッシュ、ソルバー、およびミキサーモデルのための結果を含み得る。埋込ミキサーモデルは、回転するインペラを含むモデリングされたミキサーについて、複合物理モデリングシステムにおける物理インターフェイスによって規定される運動量保存の法則と質量保存の法則とを使用して、流量の問題を解くよう適用され得る。さらに、複合物理モデルはまた、ミキサーに含まれる溶液における 1 つまたはいくつかの化学種について濃度場を解くよう規定および適用し得る。

【0 1 3 2】

ここで図 3 3 を参照して、アプリケーションデータ構造を作成するための方法において、例示的なアプリケーションフィーチャツリーが、ミキサーにおける容器形状を作成するための入力を受け取るよう使用され得る容器アプリケーションフィーチャ 3 3 1 9 についてのいくつかの局面に従って示される。アプリケーションツリーは、ミキサーアプリケーションについてのアプリケーションデータ構造への容器アプリケーションフィーチャの寄与を示し得る。容器フィーチャは、アプリケーションの実行の間に表示される対応するセッティングウィンドウを有するモデルツリーのノードを規定し得る。このセッティングウィンドウは、2 つのテキスト入力フォーム、すなわち、容器の高さ 3 3 2 4 のためのテキスト入力フォームと直径 3 3 2 5 のためのテキスト入力フォームとを含む容器特定セクションパネル 3 3 2 3 を含み得る。これらの入力フォームは、埋め込まれた複合物理モデルにおいて、アプリケーションの実行の間にユーザによって入力された入力に依存して容器形状をパラメータ化し、容器の高さおよび直径を変更するよう埋込複合物理モデルにおいて使用され得るパラメータを指し得る。

【0 1 3 3】

ここで図 3 4 を参照して、インペラアプリケーションフィーチャ 3 4 2 0 について、アプリケーションデータ構造を作成するいくつかの局面に従って、例示的なアプリケーションフィーチャツリーが示される。インペラは、たとえば 6 ブレードのラッシュトン (Rush ton)、3 ブレードピッチまたは 4 ブレードピッチのインペラといった異なるタイプのものであり得るということが考えられる。したがって、インペラフィーチャは、インペラタイプ入力宣言フィーチャ 3 4 0 5 によって宣言されるインペラタイプパラメータまたはストリングを含み得る。インペラタイプパラメータは、インペラタイプコンボボックス入力フォーム 3 4 2 6 からその値を取得し得る。コンボボックス入力フォームに対する子フィーチャであり得る有効な値フィーチャ 3 4 2 7 は、アプリケーションの実行の間にコンボボックス入力フォームから選択される値を示し得る。

【0 1 3 4】

いくつかの局面において、埋込モデルにおける形状シーケンスにおける i f ステートメントフィーチャへの入力としてインペラタイプ値が使用され得るということが考えられる。このような i f ステートメントは、インペラタイプのいずれがより良好な設計オプションを提供するか、したがって、インペラタイプのいずれが構築されるべきであるかまたはプロトタイプが作られるべきであるかを決定するよう適用され得る。さらに、各インペラタイプは、インペラおよび容器の入力フォームから、インペラ直径 3 4 2 8 と容器 3 4 2 9 の底からのインペラのクリアランスといったパラメータ入力を受け取り得る。これらの入力フォームのうちのいくつかはさらに、アクティベーション条件 3 4 0 2 を含み得る。たとえば、ピッチインペラを選択することにより、インペラ 3 4 3 0 についてピッチ角を入力するための編集フィールドを表示し得る。その後、アプリケーションの実行の間にユーザがピッチインペラを選択することによりアクティベーション条件がアクティベートされると、このテキスト入力フォームは表示され得る。

【0 1 3 5】

ここで図 3 5 を参照して、インペラアプリケーションフィーチャからの入力に基づいて形状サブルーチンによって実行され得る形状演算および選択の概略的な説明を有する例示

10

20

30

40

50

的な図が、アプリケーションデータ構造を作成するとともにアプリケーションを実行するためのいくつかの局面に従って示される。アプリケーションフィーチャにおいてアクションフィーチャを適用することによって、形状サブルーチンが形状シーケンスから呼び出され得、このような呼び出しは、埋込モデルにおいて形状ブランチのようなモデルツリーにおいてノードとして表わされ得る。形状サブルーチンは、たとえば、以前に記載された6ブレードラッシュトンインペラ3500、3ブレードピッチインペラ3501、または4ブレードピッチインペラ3502を含む、ifステートメントによって決定された対応するインペラタイプについて、パラメータ化された形状シーケンスを実行し得る。

【0136】

形状サブルーチンの出力は、埋込モデルにおいて規定された、インペラの形状と、シャフト表面3503、インペラ表面3504、およびインペラ3506に対応するドメインと容器ドメイン3507との間の表面3505に対応する選択のセットとであり得る。これらの選択の各セットは、アプリケーションの実行中に、埋込モデルにおいて物理についての境界条件をセットするよう使用され得る。たとえば、インペラ表面はより良好に実現され得、フローの方程式についての特定の境界条件がインペラの回転に起因する。さらに、インペラを囲むシリンダのインターフェイスは一例では、たとえばインペラの回転をシミュレートするアービトラリー・ラグランジュ・オイラー (arbitrary Lagrangian-Eulerian (ALE)) 法を用いるスライディングメッシュセッティングを含むことが必要とされ得る。

【0137】

ここで図36を参照して、導波路アプリケーションについての例示的なアプリケーションツリーがアプリケーションデータ構造を作成するためのいくつかの局面に従って示される。例示的な導波路は直線セクションおよび肘形状のセクションを含み得る。第1のアプリケーションフィーチャ、すなわち導波路全体フィーチャ3621は、導波路の断面の特定のためのフォーム集合およびアクションを含み得、周波数のような動作条件と、実数または虚数（複素数の場合）の値、db（デシベル）、および対応する出力フォームでのSパラメータ（散乱パラメータ (Scattering parameter)）といった出力仕様がアプリケーションの実行の間に表示される。直線セクションアプリケーションフィーチャ3622は、セクションの長さ3631を特定するためのフォーム集合およびアクションと、このようなセクション3614を構築するアクションとを含み得る。対応する肘形セクションフィーチャ3623は、湾曲の方向およびその半径3632を特定するためのフォーム集合およびアクションを含み得る。

【0138】

例示的な導波路アプリケーションについての直線セクションおよび肘セクションフィーチャは、作成セクションフィーチャ3613のような、アクションフィーチャが適用された状態でアプリケーションの実行中に、埋込モデルの複合物理モデルデータ構造において、対応する形状フィーチャを作成し得る。これに対応して、形状フィーチャが、ユーザがアプリケーションの実行の間に除去することを選ぶと、埋込モデルの形状シーケンスから除去され得る。さらに、オブジェクト選択フィーチャ3615を追加するような第2のアクションは、さらに以下に記載されるように、埋込モデルにおける既に規定された累積選択のセットに対する寄与として、追加された導波路セクションによって作成された選択を追加し得る。

【0139】

ここで図37を参照して、導波路形状を有する例示的なモデルツリーが示される。例示的なモデルツリーおよび形状は、アプリケーションデータ構造を解釈するいくつかの局面に従って複合物理モデリングシステムにおいて実行された形状サブルーチンを含む導波路アプリケーションによって作成された。導波路セクションを加えることにより、アプリケーションの実行中に、埋込モデルおよび複合物理モデルデータ構造に対応するモデルに形状フィーチャが加えられ得る。各セクションについての形状サブルーチンは、埋込モデルにおいて形状シーケンスから呼び出され得る。このような形状サブルーチンは、導波路3

711の断面についてのパラメータを導波路セッティング3708から受け取り得るとい
うことが考えられる。直線セクションサブルーチンは、直線セクションフィーチャ370
9から導波路の長さの入力を受け取り得る一方、肘部は、左／右セクションフィーチャ3
710から断面方向およびセクションの半径を受け取り得る。さらに、直線または肘形セ
クションサブルーチンのいずれかは、形状シーケンスにおいて前の形状サブルーチン呼出
しが存在するかどうかを明らかにするインデックスを受け取り得る。形状サブルーチンは
それぞれの導波路セクションについて開始位置を受け取り得、前のセクションがある場合
、前のセクションについての終了位置が次のセクションについての開始点として使用され
得る。

【0140】

各形状サブルーチンからの出力は、対応するセクションの形状と、導波路3713の壁
3712およびドメインについての選択のセットとであり得る。出力はさらに、導波路に
おける現在のセクションの数（第1のセクションであれば1、第2のセクションであれば
2など）と、次のセクションの開始位置として使用される導波路セクション3714の終
了位置とを明らかにするインデックスを含み得る。いくつかのセクションが存在する場合
、各形状サブルーチンは、ドメインおよび壁の選択にその寄与を加え得、これにより、各
導波路セクションからの寄与により累積選択を作成し得る。

【0141】

ここで図38を参照して、入力フォーム、出力フォームおよびフォーム集合を設計する
ためのアプリケーションビルダーシステムまたはモジュールにおけるグラフィカルユーザ
インターフェイス3833の例示的な局面が、アプリケーションデータ構造を作成するた
めのいくつかの局面に従って示される。例示的なグラフィカルユーザインターフェイス3
833は、入力フォーム、出力フォームのインタラクティブな描画および位置決めと、ラ
ベル3835a、3835b、テキストボックス3836a、3836b、コンボボッ
クス3837a、3837b、チェックボックス3838a、3838bならびに他のフォ
ームおよびウィジェットを含むフォーム集合3834a、3834bおよびウィジェット
集合のインタラクティブな設計とを可能にし得る。スナッピングも、当該ツールのユーザ
がフォームおよびウィジェットを位置決めするのを支援し得る。ツールバー3839も考
えられ、コンテキストメニューに対する代替物としてノードをツリーに対して示すとも
に追加するためのボタンおよび制御部を含み得る。

【0142】

たとえばテキストボックス3836aのようなフォームまたはウィジェットノードがア
プリケーションツリーにおいて選択されると、そのレイアウトは、対応するフォームまたは
ウィジェット集合においてインタラクティブに位置決めすることを可能にするグラフィッ
クスビルダーウィンドウに示され得る。付加的なレイアウトセクション3840も、ウィ
ジェットおよびフォームフィーチャのためのセッティングウィンドウにおいて表示され得
る。このレイアウトセクションにおいて、たとえば、フォームまたはウィジェットの位置
3841、幅3842および高さ3843といったレイアウト情報についての値がセット
され得る。これらの値は、グラフィックスビルダーウィンドウにおけるインタラクティブ
な変化により自動的に更新され得る。

【0143】

相対的な位置決めは、アプリケーションデータ構造を作成する際にフォームに使用され
得るといことが考えられる。たとえば、第1のフォームまたはウィジェットは、フォー
ム集合上に自由に配置され得る一方、他のフォームおよびウィジェットは典型的に、水平
および垂直スナッピングの支援によりこのフォームまたはウィジェットに対して配置され
る。更に、いくつかの局面において、垂直スナッピングおよび水平スナッピングは相互に
独立し得、各フォームまたはウィジェットは、いくつかの垂直および水平スナッピングラ
インをもたらし得る。すべてのフォームまたはウィジェットは、それらの左縁に沿った水
平のスナッピングラインをもたらし得る。さらに、ボタン、コンボボックスおよびテキ
ストボックスのような固定幅を有するフォームまたはウィジェットは、それらの右縁にも沿

10

20

30

40

50

った水平スナッピングラインをもたらし得る。

【0144】

グラフィックスビルダーウィンドウについてのプレファレンスとして特定され得る行間隔がさらに存在し得、行間隔は典型的にデフォルト値を有し得るということが考えられる。いくつかの局面において、デフォルトの間隔は約5ピクセルである。行間隔は、1つのフォームまたはウィジェットの底部から次のフォームまたはウィジェットの上部までどれだけの空のスペースが存在するべきかを特定し得る。また、行間隔は、既存のフォームまたはウィジェット直下の行上のフォームまたはウィジェットをどこに位置決めするかを決定するために使用され得る。この行間隔は、フォームまたはウィジェットの上および下の垂直のスナッピングラインをもたらし得、既存のウィジェットの上または下にフォームまたはウィジェットの新しい行を開始することが容易になる。

10

【0145】

アプリケーションビルダーシステムのユーザがウィジェットを移動およびサイズ変更すると（たとえばハンドラ3844をサイズ変更）、スナッピングは、ウィジェットの左縁を他のウィジェットの左縁に整列するよう試み得、または、当該ウィジェットの右縁を他のウィジェットの右縁に整列するよう試み得、同様に垂直方向においても整列を試み得る。ウィジェットを移動またはサイズ変更する間、垂直および／または水平のスナッピングラインは、スナッピングが発生する際、グラフィックスビルダーウィンドウにおいて描画され得る。スナッピングホットゾーンは、スナッピングラインの各方向において約6-7のピクセルであり得るので、スナッピングがオンでも、任意のスナッピングラインのホットゾーンの外部にフォームまたはウィジェットを位置決めすることによって、フォームまたはウィジェットを自由に配置することが可能である。

20

【0146】

アプリケーションツリーにおける選択とグラフィックスビルダーウィンドウにおける選択との間に2方向の同期が存在し得ることが考えられる。フォームまたはウィジェットノードがアプリケーションツリー3836aにおいて選択されると、対応するフォームまたはウィジェットはグラフィックスビルダーウィンドウ3836bにおいて選択され得、また、その逆もあり得る。グラフィックスビルダーウィンドウにおいて複数のフォームおよびウィジェットが選択され得るが1つのフォームまたはウィジェットについてセッティングの1つのセットだけが一度にセッティングウィンドウに表示されるので、幅および高さを変更するための制御がさらにツールバー上で利用可能になり得る。複数のフォームまたはウィジェットが選択されると、さらに、選択されたフォームまたはウィジェットの左、右、上部、底部または中心を整列する動作と、水平または垂直に等しい間隔でウィジェットを分散させる動作と、ウィジェットに等しい幅または高さを与える動作といった動作のためのツールバーボタンが存在し得る。グラフィックスビルダーウィンドウにおいてフォームまたはウィジェットをダブルクリックし、次いで単にフォームまたはウィジェット内に新しいテキストインラインを入力することにより、ラベル、チェックボックス、ボタンなどに表示されたテキストを変更することも考えられる。コピーアンドペーストも、別のフォーム集合におけるフォームおよびウィジェットの構成を容易に再使用することが可能なように利用可能であり得る。

30

40

【0147】

グラフィックスビルダーウィンドウはさらに、自動的な行および列の作成を有し得る。たとえば、フォームまたはウィジェットの各一意な左のボーダーにて、新しい列が開始し得、各一意な上部のボーダーにて、新しい行が開始し得る。フォームおよびウィジェットを描画する際に使用されるスナッピングにより、作成される必要のある行および列はかなり少ない。さらに、フォームまたはウィジェットの幅および高さに基づいて、いくつかの行および列にまたがることが可能になり得る。列においていくつかのフォームまたはウィジェットが、列において最大の幅を有するフォームまたはウィジェットと同じ幅を有する場合、これらのフォームおよびウィジェットは、列を充填するようセットされ得る。これは、直線の右縁を有する列において、いくつかのテキストボックスおよびコンボボックス

50

を得るのに有用であり得る。自動的に作成された行および列は、さらにグラフィックスビルダーウィンドウにおいて、ある選択モードを入力することにより選択され得る個々の要素であり得る。その後、選択された行は、他の行の上および下にインタラクティブに移動され得る。選択された列について、その後、アプリケーションビルダーのユーザは、固定幅を特定し得るか、または、幅がサイズ変更される場合、幅が上部レベルのフォームの幅に適合するべきであることを特定し得る。さらに、容易に新しい行のために空間を空けるか、または、行におけるフォームまたはウィジェットをすべて削除し、かつ、これによりレイアウトをコンパクトにするよう、行挿入および行削除のようなツールが存在し得る。

【0148】

フォーム集合は、多くのフォームおよびウィジェットを含み得、新しいフォームおよびウィジェットがフォーム集合に加えられるので、グリッドレイアウトはかなり複雑になり得る。このような場合、個々のレイアウト管理により、フォーム集合をいくつかのフォーム集合に分割することが望ましくあり得、次いで、子フォーム集合としてオリジナルフォームにこれらを配置することが望ましくあり得る。そのような場合、長方形を使用して、フォーム集合においてフォームおよびウィジェットの組を囲み、次いで、抽出ツールボタン3845を使用して、それらのフォームおよびウィジェットが自身のフォーム集合に抽出されるべきであることを特定することが可能であり得る。

【0149】

ここで図39を参照して、複合物理モデリングシステムにおいてアプリケーションモデルツリー、コンテキストメニュー、およびセッティングウィンドウを生成および維持するためにアプリケーションデータ構造を解釈するいくつかの局面に従った方法の例示的なフローチャートが示される。当該解釈方法はさらに、複合物理モデリングシステムのユーザによって特定されたセッティングに基づいてアプリケーションモデルデータ構造を生成するよう適用され得る。ステップ3910aでは、利用可能なアプリケーションデータ構造3910bのセットからアプリケーションのリストが決定および表示される。次に、ステップ3920aでは、ユーザは、表示されたメニューリストからアプリケーションを選択し得、当該アプリケーションは、その後、アプリケーションモデルデータ構造3920bにアプリケーションモデルを加える。

【0150】

アプリケーションモデルフィーチャを加える決定がなされた後、図39におけるプロセスはステップ3930aに進み、ステップ3930aにおいて、アプリケーションモデルフィーチャを含む対応するコンテキストメニューを有するアプリケーションモデルツリーが、アプリケーションデータ構造3930bにおいて利用可能なアプリケーションフィーチャの定義に基づいて決定および表示され得る(1500a)。次に、ステップ3940aでは、ユーザによってアプリケーションモデルフィーチャが選択され得る。この選択は、後の方法ステップにおいて使用されるべきアプリケーションモデルフィーチャを決定し、アプリケーションモデルデータ構造3940bにアプリケーションモデルフィーチャを加える。次にステップ3950aでは、アプリケーションモデルフィーチャのためのセッティングウィンドウは、アプリケーションデータ構造3950bにおいて利用可能であるアプリケーションフィーチャにユーザ入力の定義を使用して決定および表示され得る。次いで、ステップ3960aでは、ユーザは、アプリケーションモデルフィーチャについて、セッティングウィンドウにおいてセッティングを編集し得る。デフォルトセッティングおよび変更されたセッティングは次いで、アプリケーションモデルデータ構造3960bに格納される。次いで、これ以上のアプリケーションモデルフィーチャが追加されない場合、アプリケーションモデルデータ構造はステップ3980において完成される。

【0151】

ここで図40を参照して、アプリケーションのメニューを表示するための例示的な選択ウィンドウ4000は、アプリケーションデータ構造を解釈するためのいくつかの局面に従って示される。サマルアクチュエータアプリケーション4009のようなアプリケーションを選択することにより、アプリケーションモデルデータ構造の第1のバージョンが

10

20

30

40

50

作成される。アプリケーションモデルデータ構造が、アプリケーションユーザインターフェイスを通じてアプリケーションのユーザによって編集され得る。

【0152】

異なるアプリケーションは、広範囲のフィールドに亘ってモデリングおよびシミュレーションをカバーし得る。アプリケーションは、特定のタイプの電動モータ4001、燃料電池スタック4002、ラウドスピーカー4003、導波路4004、精薬品および食品産業のためのミキサー4005、マルチチューブ熱交換器4006、プラズマリアクタ4007および加圧パイプシステム4008のモデリングおよびシミュレーションをカバーし得るが、これは、プロセスを適用および本願明細書において開示されるシステムを使用することによってアプリケーションデータ構造およびアプリケーションモデル構造が形成または作成され得る多くの例のうちのいくつかを例示しただけである。

10

【0153】

ここで図41を参照して、アプリケーションデータ構造を解釈するいくつかの局面に従って、対応するコンテキストメニュー4120を有するサーマルアクチュエータアプリケーションにおけるサーマルアクチュエータフィーチャ4110のようなアプリケーションモデルフィーチャの表示メニューを含む例示的なアプリケーションモデルツリーウィンドウ4100が示される。サーマルアクチュエータフィーチャ4110を選択することにより、その長さ4140のような、アプリケーションのユーザがサーマルアクチュエータについてのセッティングを編集し得るセッティングウィンドウ4130が表示され得る。サーマルアクチュエータフィーチャについてコンテキストメニュー4120におけるシミュレーション実行オプション4150を選択することにより、最終アプリケーションモデルデータ構造が作成され、複合物理モデリングシステムにおける最終モデルデータ構造が解釈され、シミュレーションが実行され得る。アプリケーションモデルデータ構造は、シミュレーション結果を生成するよう複合物理モデリングシステムにおいて解釈され得るということが考えられる。シミュレーション結果は出力フォームにおいて表示され得る。たとえば、サーマルアクチュエータの変位の結果4160が、セッティングウィンドウ4130において表示され得る。

20

【0154】

ここで図42を参照して、図39における方法ステップによって作成されるアプリケーションモデルデータ構造のいくつかの局面に従って、フィーチャ同士の間のインスタンスレベルの関係の例示的な統一モデリング言語（UML）オブジェクトの図が示される。アプリケーションモデルデータ構造4201は、アプリケーションデータ構造4211への参照とともに、アプリケーションが基づく全複合物理モデルデータ構造を含み得る。さらに、アプリケーションモデルデータ構造はさらに、ユーザ4203によって加えられたアプリケーションモデルフィーチャを表わす階層を含み得る。各ノードは、アプリケーションデータ構造4204においてアプリケーションフィーチャへの参照を含み得る。アプリケーションモデルフィーチャは、アプリケーションデータ構造4206によって許可される場合、子4205として他のアプリケーションモデルフィーチャを含み得る。

30

【0155】

ここで図43を参照して、いくつかの局面に従って、アプリケーションモデルデータ構造を解釈し、モデルオブジェクトを含む複合物理モデルデータ構造を生成するための方法の例示的なフローチャートが示される。示された方法は、複合物理モデリングシステムにおける方程式を離散化し解く前のステップについてである。ステップ4310aでは、アプリケーションモデルがアプリケーションモデルデータ構造4310bから決定され得る。次にステップ4320bでは、アプリケーションモデルデータ構造4320bはインタプリタにロードされる。次いで、ステップ4330では、アプリケーションモデルデータ構造からの実行シーケンスが処理される。ステップ4301および4302では、実行シーケンスは処理および実行され得る。さらに、子の実行シーケンスもステップ4303にて処理され得る。すべての実行シーケンスが処理された場合、ステップ4340にて、複合物理モデルデータ構造が生成され得る。

40

50

【0156】

いくつかの局面において、アプリケーションデータ構造を生成するための装置は、1つ以上のプロセッサ、1つ以上のユーザ入力デバイス、表示デバイスおよび1つ以上のメモリデバイスを含む物理的なコンピューティングシステムを含む。1つ以上のメモリデバイスの少なくとも1つは、アプリケーションデータ構造の生成のための実行可能命令を含む。実行可能命令によって、1つ以上のプロセッサの少なくとも1つが、実行時に、アプリケーションデータ構造に物理システムについての複合物理モデルデータ構造を埋め込む動作を行う。埋め込まれた複合物理モデルデータ構造は、物理システムについて少なくとも1つのモデルリング動作を含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャが、上記1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介して、アプリケーションデータ構造に追加されるよう決定される。1つ以上のアプリケーションフィーチャは、物理システムのモデルに関連付けられる。物理システムのモデルについての1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つのための少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータが、1つ以上の入力デバイスの少なくとも1つを介して追加される。物理システムのモデルについて1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つのための少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータが、1つ以上の入力デバイスの少なくとも1つを介して追加される。少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータは、物理システムをモデリングするための動作のシーケンスを規定するよう、物理システムについて上記少なくとも1つのモデリング動作に関連付けられる。アプリケーションデータ構造が更新される。更新されたアプリケーションデータ構造は、追加された第1のデータと、追加された第2のデータと、関連付け規定する動作のシーケンスとを含む。更新されたアプリケーションデータ構造は、1つ以上のメモリデバイスの少なくとも1つの上に格納される。

10

20

【0157】

いくつかの局面において、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスを有するコンピュータシステムにおいて実行される方法は、物理システムをモデリングするよう修正されたアプリケーションデータ構造を生成するように構成される。上記方法は、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスを介して、1つ以上のメモリデバイスに格納されるアプリケーションデータ構造に複合物理モデルデータ構造を埋め込む動作を含む。上記埋め込まれた複合物理モデルデータ構造は、モデリングされた物理システムについて少なくとも1つの複合物理モデリング動作を含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャが、アプリケーションデータ構造に追加するよう、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスの少なくとも1つを介して決定される。1つ以上のアプリケーションフィーチャは、物理システムに関連付けられる。上記1つ以上の決定されたアプリケーションフィーチャを表わすアプリケーションデータが、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスの少なくとも1つを介して得られる。アプリケーションデータは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータと、物理システムをモデリングするための少なくとも1つのアクションフィーチャを表わすアクションデータとを含む。修正されたアプリケーションデータ構造は、取得されたアプリケーションデータを含むよう形成される。修正されたアプリケーションデータ構造は、1つ以上のメモリデバイスの少なくとも1つの上に格納される。少なくとも1つのアクションフィーチャを表わすアクションデータは、埋め込まれた複合物理モデルデータ構造において規定される物理システムについて、上記少なくとも1つのモデリング動作に関連付けられる。アクションデータと少なくとも1つのモデリング動作との間の関連付けは、上記物理システムをモデリングするための動作のシーケンスを規定する。

30

40

【0158】

アプリケーションデータ構造を生成するための装置と、上記の物理システムをモデリングするために修正されたアプリケーションデータ構造を生成するための方法とは、いくつかの局面において、以下の特徴の1つ以上をさらに含み得ることが考えられる。1つ以上のアプリケーションフィーチャを決定することは、アプリケーションフィーチャを

50

表示するグラフィカルユーザインターフェイスに関連付けられる1つ以上の入力デバイスを介して受け取られた1つ以上のアプリケーションフィーチャの選択を含み得る。アプリケーションデータの取得は、アプリケーションフィーチャについてフォームフィーチャおよびアクションフィーチャを含むオプションを表示するグラフィカルユーザインターフェイスに関連付けられる1つ以上の入力デバイスを介してアプリケーションデータが受け取られることを含み得る。規定された動作のシーケンスは、物理システムについて形状を生成するように構成され得る。修正または更新されたアプリケーションデータ構造の形成は、埋め込まれた複合物理モデルデータ構造をさらに含み得る。当該装置および方法は、複合物理モデリングシステムにおいて、受け取られて実行されるように構成される入力データ構造として、修正または更新されるアプリケーション構造を出力することをさらに含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすアプリケーションデータは、モデリングされた物理システムについて入力宣言を規定する宣言データをさらに含み得、当該宣言データは、複合物理データ構造において埋め込まれるモデルの物理システムの物理コンポーネントについて、セッティングを制御するパラメータの入力を含む。

【0159】

さらに、アプリケーションデータ構造を生成するための装置と、上記の物理システムをモデリングするよう修正されたアプリケーションデータ構造を生成する方法とはさらに、いくつかの局面において以下の付加的特徴の1つ以上を含み得るということが考えられる。少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータは、入力宣言についてパラメータの入力を収集するための入力フォームを規定するデータを含み得る。少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータはさらに、パラメータの入力を収集するためのアクティベーション条件を規定する付加的なデータを含み得る。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすアプリケーションデータは、複合物理データ構造において埋め込まれたモデルのシミュレーションの実施の後、表示されるべき結果を宣言するための出力宣言を規定するデータを含み得る。少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータは、出力宣言において宣言された結果を表示するために出力フォームを規定するデータを含み得る。少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータはさらに、出力フォームを出力するためのアクティベーション条件を規定する付加的なデータを含み得る。上記装置および方法はさらに、アプリケーションツリーにおいて修正または更新されるアプリケーションデータ構造を表わす動作を含み得る。

【0160】

いくつかの局面において、システムは修正されたアプリケーションデータ構造を生成する。システムは、1つ以上の物理メモリデバイスと、1つ以上の表示デバイスと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、1つ以上の物理メモリデバイスの少なくとも1つに格納された命令を実行するように構成される1つ以上のプロセッサとを含む。当該命令によって、1つ以上のプロセッサの少なくとも1つが、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスを介して、1つ以上のメモリデバイスに格納されるアプリケーションデータ構造に複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む動作を行う。埋め込まれた複合物理モデルデータ構造は、モデリングされる物理システムについて、少なくとも1つの複合物理モデリング動作を含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャが、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスの少なくとも1つを介して、アプリケーションデータ構造に追加するよう決定される。1つ以上のアプリケーションフィーチャは物理システムに関連付けられる。1つ以上の決定されたアプリケーションフィーチャを表わすアプリケーションデータが、1つ以上の物理的なコンピューティングデバイスの少なくとも1つを介して取得される。アプリケーションデータは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わすフォームデータと、物理システムをモデリングするための少なくとも1つのアクションフィーチャを表わすアクションデータとを含む。修正されたアプリケーションデータ構造は、取得されたアプリケーションデータを含むよう形成される。修正されたアプリケーションデータ構造は、1つ以上のメモリデバイスの少なくとも1つの上に格納される。少なくとも1つのアクションフィーチャを表わすアクションデータは、埋込複合物理モデルデータ構

造において規定される物理システムについて、上記少なくとも1つのモデリング動作に関連付けられる。アクションデータと少なくとも1つのモデリング動作との間の関連付けは、上記物理システムをモデリングするための動作のシーケンスを規定する。

【0161】

上記の修正されたアプリケーションデータ構造を生成するためのシステムは、いくつかの局面において、以下の特徴の1つ以上を含み得ることが考えられる。アプリケーションデータの取得は、アプリケーションフィーチャについてオプションを表示するグラフィカルユーザインターフェイスに関連付けられる1つ以上の入力デバイスを介してアプリケーションデータが受け取られることを含み得る。当該オプションは、フォームフィーチャおよびアクションフィーチャを含み得る。規定された動作のシーケンスは、物理システムについて形状を生成するように構成され得る。システムはさらに、複合物理モデリングシステムにおいて受け取られ実行されるように構成される入力データ構造として、修正されたアプリケーション構造を出力する動作を行なうことを含み得る。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすアプリケーションデータは、モデリングされた物理システムについて入力宣言を規定する宣言データをさらに含み得、当該宣言データは、複合物理データ構造において埋め込まれるモデルの物理システムの物理コンポーネントについて、セッティングを制御するパラメータの入力を含む。

【0162】

いくつかの局面において、コンピュータシステムにおいて実行される方法は、物理システムをモデリングするようアプリケーションモデルデータ構造を生成するように構成される1つ以上のプロセッサを含む。当該方法は、1つ以上のプロセッサを介して、1つ以上の物理システムをモデリングするための複数のアプリケーションを決定する動作を含む。1つ以上のアプリケーションデータ構造において格納されたアプリケーションデータによって、複数のアプリケーションが規定される。複数のアプリケーションのリストは、1つ以上のグラフィカルユーザインターフェイスに表示される。複数のアプリケーションの少なくとも1つの選択を示す第1の入力が受け取られる。複数のアプリケーションの少なくとも1つの選択について、1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介して、1つ以上のアプリケーションフィーチャが決定される。1つ以上のアプリケーションフィーチャは、1つ以上のアプリケーションデータ構造の少なくとも1つにおいて規定および抽出されるアプリケーションデータとして表わされる。決定されるアプリケーションフィーチャは、1つ以上のグラフィカルユーザインターフェイスの少なくとも1つに表示される。アプリケーションフィーチャの少なくとも1つの選択を示す第2の入力が受け取られる。アプリケーションフィーチャの少なくとも1つの選択のための1つ以上のセッティングは、1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介して決定される。1つ以上のセッティングは、1つ以上の物理システムのモデリングのためのパラメータに関連付けられる。1つ以上のセッティングの少なくとも1つを含む編集フィールドは、1つ以上のグラフィカルユーザインターフェイスの少なくとも1つを介して表示される。編集フィールドの少なくとも1つが選択される。少なくとも1つの選択された編集フィールドに含まれる上記1つ以上のセッティングへの編集は1つ以上のユーザ入力デバイスを介して受け取られる。上記1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介して、1つ以上のアプリケーションデータ構造から抽出される少なくとも1つ以上のアプリケーションフィーチャに対する少なくとも1つ以上のセッティングへの受け取られた編集を含むアプリケーションモデルデータ構造が生成される。

【0163】

上記の物理システムをモデリングするためにアプリケーションモデルデータ構造を生成するための方法は、いくつかの局面において、以下の特徴の1つ以上をさらに含み得ることが考えられる。上記方法は、上記1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介して、生成されたアプリケーションモデルデータ構造において規定されるアクションのシーケンスを決定する動作と、上記1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを介してアクションのシーケンスを実行する動作とをさらに含み得る。上記方法はさらに、形状シーケンス

を実行するアクションの部分として、形状サブルーチンを呼び出す動作を含み得る。

【0164】

アプリケーションデータ構造、修正されたアプリケーションデータ構造、もしくはアプリケーションモデルデータ構造を生成するための方法、または、上に記載されるアプリケーションデータ構造を修正するためのシステムは、さらに以下の例示的なフィーチャの1つ以上を含み得るということが考えられる。すなわち、(i) 時間高調波電磁界(入力)についての周波数をセットし、シミュレーション(アクション)を実行し、埋込モデルに規定されるモデルを実行することによりSパラメータ(出力)を表示するためのアプリケーションフィーチャおよびアプリケーションデータと、(ii) 基準圧力を更新するための入力を受け取り、シミュレーションを実行し、音響シミュレーションの埋込モデルを実行することにより生じる波の伝播を表示するためのアプリケーションフィーチャおよびアプリケーションデータと、(iii) 入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、埋込モデルに規定されるタンクについての流量モデルからのパイプ出口での平均流量を表示するためのアプリケーションフィーチャおよびアプリケーションデータと、(iv) 埋込モデルに規定される電子デバイスのモデルのシミュレーション(アクション)を実行することにより、所与の入力ロード(入力)について、所与の入力値(入力)を下回る温度を維持するためにヒートシンクのサイズ(アクティベーション条件、出力)を決定するアプリケーションフィーチャおよびアプリケーションデータと、(v) パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、形状(アクション、アクティベーション条件)を更新し、ウェハの表面上の半導体材料の堆積厚さを決定するために、埋込モデルに規定されるプラズマリアクタモデルを実行することによりシミュレーションを実行するためのアプリケーションフィーチャおよびアプリケーションデータとのうち1つ以上を含み得るということが考えられる。

【0165】

本開示のある局面は、個々または集合的に、本願明細書において開示、参照または別の態様で示されるステップ、動作または特徴のうちの任意の2つ以上の任意または全ての組合せに基づいた方法、システムまたは装置を考慮している。

【0166】

アプリケーションデータ構造の生成のための例示的な局面と、アプリケーションモデルデータ構造の生成のための例示的な局面と、アプリケーションモデルデータ構造の解釈のための例示的な局面と、図16-図43において提示された複合物理モデルデータ構造の生成のための例示的な局面とは単に例であり、より詳細に記載または図に示された適用現象だけではなく、より広い用途および物理的現象に適用されるということが理解される。たとえば、多くの異なるアプリケーションデータ構造は本開示を使用して生成され得るということが理解されるであろう。示された局面は単に、アプリケーションビルダーシステムまたはモジュールおよび複合物理モデリングシステムによって行なわれ得るより広い動作の例である。更に、示されたインターフェイスは、アプリケーションビルダーモジュールおよび複合物理モデリングシステムにおいて使用され得る少数のインターフェイスを表す。他のタイプのグラフィカルインターフェイス、ユーザインターフェイス、または代替的な入力タイプインターフェイスが考えられる。

【0167】

上記の概念はさらに、代替例A~ABにおいて以下に詳述されるさまざまな代替例を介して記載され、さまざまな組合せおよびこれらの代替例のサブコンビネーションを含み得る。

【0168】

代替例A

本開示の1つの局面に従うと、システムは、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するよう適合される。当該システムは、1つ以上のプロセッサと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1つ以上のメモリデバイスとを含む。1つ以上のプロセッサは、使用の間に、所定のまた

は選択された複合物理モデルデータ構造をアプリケーションデータ構造に埋め込むよう適合される。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。その後、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される。

10

【0169】

20

代替例B

本開示の1つの局面に従うと、システムは、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するよう適合される。当該システムは、1つ以上のプロセッサと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1つ以上のメモリデバイスとを含む。1つ以上のプロセッサは、使用の間に、所定のまたは選択された複合物理モデルデータ構造をアプリケーションデータ構造に埋め込むよう適合される。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、実行の際、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するようアプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。実行される際のカスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングを提供する。

30

40

【0170】

代替例C

本開示の1つの局面に従うと、システムは、物理システムをモデリングするためのアプリケーションデータ構造を生成するよう適合される。当該システムは、1つ以上のプロセッサと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1つ以上のメモリデ

50

バイスとを含む。1つ以上のプロセッサは、使用の間に、所定のまたは選択された複合物理モデルデータ構造をアプリケーションデータ構造に埋め込むよう適合される。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供動作を含む。その後、アプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、少なくとも1つのフォームフィーチャとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される。

10

20

【0171】

代替例 D

代替例 A または B のいずれか 1 つに従ったシステムは、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が少なくとも1つのフォームフィーチャを使用して生成されることを含み得る。

【0172】

代替例 E

代替例 A ～ D のいずれか 1 つに従ったシステムは、アプリケーションデータ構造（たとえばカスタマイズされたアプリケーションデータ構造）を実行し、出力データを提示および／またはユーザから少なくとも1つのフォームフィーチャに従った入力データを受け取り、少なくとも1つの生成された形状を使用して少なくとも1つのモデリング動作を実行することにより、当該システムがさらに、1つ以上の物理的なシステムをモデリングまたはシミュレートするよう適合されることを含み得る。

30

【0173】

代替例 F

代替例 A ～ E のいずれか 1 つに従ったシステムは、(i) グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択された複合物理モデルデータ構造を提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上の複合物理モデルデータ構造を表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることと、(ii) グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択されたアプリケーションフィーチャを提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることと、(iii) ユーザに選択された少なくとも1つのアプリケーションフィーチャについて、1つ以上の予め選択されたフォームフィーチャおよび／または1つ以上のアクションフィーチャをグラフィカルユーザインターフェイスを介して提示し、ユーザが選択し随意にユーザが修正した1つ以上のフォームフィーチャおよび／またはアクションフィーチャを表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることとのうちの1つ以上に従ったアプリケーションデータ構造を修正または更新するようさらに適合され得る。

40

【0174】

代替例 G

50

代替例 A～F のいずれか 1 つに従ったシステムは、(i) 入力宣言の 1 つ以上と、(i i) 1 つ以上のアクティベーション条件と、(i i i) 1 つ以上の出力宣言と、(i v) 表示および入力の収集を制御する 1 つ以上の入力フォームと、(v) 出力宣言において宣言された結果の表示を制御する 1 つ以上の出力フォームとのうちの 1 つ以上を表わすデータをさらに含む 1 つ以上のアプリケーションフィーチャを含み得、各入力宣言は物理システムの 1 つ以上のモデルの少なくとも 1 つの物理コンポーネントについてのセッティングを制御するパラメータの入力を制御し、各アクティベーション条件は入力宣言の値をチェックする 1 つ以上の論理条件を特定し、各出力宣言は、物理システムの 1 つ以上のモデルのシミュレーションの後、表示されるべき結果を特定する。

【0175】

10

代替例 H

代替例 A～G のいずれか 1 つに従ったシステムは、フォームフィーチャを含むアプリケーションフィーチャが実行されると、動作のシーケンスを修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする少なくとも 1 つのフォームフィーチャを含み得る。

【0176】

代替例 I

代替例 A～H のいずれか 1 つに従ったシステムは、フォームフィーチャを含むアプリケーションフィーチャが実行されると、少なくとも 1 つの形状および／または少なくとも 1 つのモデリング動作を修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする少なくとも 1 つのフォームフィーチャを含み得る。

20

【0177】

代替例 J

代替例 A～I のいずれか 1 つに従ったシステムは、少なくとも 1 つの形状の形状が各々、0 次元、1 次元、2 次元、または 3 次元であり得ることを含み得る。代替例 A～I のいずれか 1 つに従ったシステムはさらに、少なくとも 1 つの形状の形状が各々、0 次元、2 次元、または 3 次元のいずれか 1 つであり得ることを含み得る。

【0178】

代替例 K

代替例 A～J のいずれか 1 つに従ったシステムは、結合系または表示を解くための 1 つ以上の偏微分方程式を含む少なくとも 1 つのモデリング動作を含み得る。

30

【0179】

代替例 L

代替例 A～K のいずれか 1 つに従ったシステムは、(i) アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、時間高調波電磁界について周波数をセットし、シミュレーションを実行し、S パラメータを表示するためのアクションフィーチャとを含むこと、(i i) 埋込複合物理モデルデータ構造が音響シミュレーションについてのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、基準圧力を更新し、シミュレーションを実行し、生じる波の伝播を表示するための入力を受け取るためのアクションフィーチャとを含むこと、(i i i) 埋込複合物理モデルデータ構造がタンクにおける流量シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャは、入力宣言と、出力宣言と、入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、パイプ出口での平均流量を表示するためのアクションフィーチャとを含むこと、(i v) 埋込複合物理モデルデータ構造が電子デバイスのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、ヒートシンクのサイズを決定するとともに所与の入力ロードで所与の入力値を下回る温度を維持するためのアクションフィーチャとを含むこと、および／または、(v) アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、形状を更新し、ウェハの表面上の半導体材料の堆積厚さを決定するためのシミュレーションを実行するためのアクションフィー

40

50

チャとを含むことを含み得る。

【0180】

代替例M

代替例A～Lのいずれか1つに従ったシステムは、アプリケーションデータ構造が、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する際に使用される初期アプリケーションデータ構造であることを含み得る。初期アプリケーションデータ構造は、少なくとも1つの以前に埋め込まれたアプリケーションフィーチャおよび／または少なくとも1つの以前に埋め込まれた複合物理モデルデータ構造を含む。

【0181】

代替例N

本開示の別の局面に従うと、方法は、物理システムをモデリングするためのアプリケーションデータ構造を生成する。上記方法は、アプリケーションデータ構造において所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。アプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、少なくとも1つのフォームフィーチャとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される。

【0182】

代替例O

本開示の別の局面に従うと、方法は、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する。上記方法は、アプリケーションデータ構造において所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。その後、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が、埋込および追加動作から生成される。実行される

際、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングを提供する。

【0183】

代替例P

本開示の別の局面に従うと、方法は、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する。上記方法は、1つ以上のプロセッサによって、アプリケーションデータ構造に所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、1つ以上のプロセッサの少なくとも1つおよび／または1つ以上の入力デバイスによって、アプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。1つ以上のプロセッサの少なくとも1つを使用して、アプリケーションデータ構造が生成され、実行されると、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングが提供される。

【0184】

代替例Q

本開示の別の局面に従うと、方法は、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する。上記方法は、アプリケーションデータ構造において所定または選択された複合物理モデルデータ構造を埋め込むことを含む。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルの表示を含む。物理システムの各モデルは、物理的現象および／または物理プロセスを表わす。複合物理モデルデータ構造は、物理システムの1つ以上のモデルをどのようにモデリングまたはシミュレートするかを決定する少なくとも1つのモデリング動作を表わすデータを含む。1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータは、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成するようアプリケーションデータ構造に加えられる。各アプリケーションフィーチャは、少なくとも1つのフォームフィーチャを表わす第1のデータ、および／または、少なくとも1つのアクションフィーチャを表わす第2のデータの1つ以上を含む。フォームフィーチャは、入力データおよび／もしくは出力データならびに／または入力データおよび／もしくは出力データの提示フォーマットを特定するデータを含む。アクションフィーチャは、アプリケーションデータ構造を実行すると、行なわれるべき動作のシーケンスを特定するデータを含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、少なくとも1つのモデリング動作を含む。行なわれるべき動作のシーケンスの少なくとも1つは、物理システムの1つ以上のモデルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状を生成するためのデータを提供する動作を含む。実行される際のカスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、少なくとも1つのモデリング動作と、物理システムの1つ以上のモ

デルの少なくとも一部の少なくとも1つの形状と、1つ以上のアプリケーションフィーチャの少なくとも1つとを用いて、物理システムのカスタマイズされたモデリングを提供する。

【0185】

代替例R

代替例O～Qのいずれか1つに従った方法は、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が少なくとも1つのフォームフィーチャを使用して生成されることを含み得る。

【0186】

代替例S

代替例N～Rのいずれか1つに従った方法は、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を実行し、出力データを提示および／またはユーザから少なくとも1つのフォームフィーチャに従って入力データを受け取り、少なくとも1つの生成された形状を使用して少なくとも1つのモデリング動作を実行することにより、1つ以上の物理的なシステムをモデリングまたはシミュレートすることを含み得る。

10

【0187】

代替例T

代替例N～Sのいずれか1つに従った方法は、(i) グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択された複合物理モデルデータ構造を提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上の複合物理モデルデータ構造を表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることと、(ii) グラフィカルユーザインターフェイスを介してユーザに1つ以上の予め選択されたアプリケーションフィーチャを提示し、ユーザが選択しおよび随意にはユーザが修正した1つ以上のアプリケーションフィーチャを表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることと、(iii) ユーザに選択された少なくとも1つのアプリケーションフィーチャについて、1つ以上の予め選択されたフォームフィーチャおよび／または1つ以上のアクションフィーチャをグラフィカルユーザインターフェイスを介して提示し、ユーザが選択し随意にユーザが修正した1つ以上のフォームフィーチャおよび／またはアクションフィーチャを表わすデータをアプリケーションデータ構造に加えることとのうちの1つ以上に従ってアプリケーションデータ構造を修正または更新するようさらに適合され得る。

20

【0188】

代替例U

代替例N～Tのいずれか1つに従った方法は、フォームフィーチャを含むアプリケーションフィーチャが実行されると、動作のシーケンスを修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする少なくとも1つのフォームフィーチャを含み得る。

30

【0189】

代替例V

代替例N～Uのいずれか1つに従った方法は、フォームフィーチャを含むアプリケーションフィーチャが実行されると、少なくとも1つの形状および／または少なくとも1つのモデリング動作を修正および／または予め選択するようユーザから入力を受け取ることを可能にする少なくとも1つのフォームフィーチャを含み得る。

40

【0190】

代替例W

代替例N～Vのいずれか1つに従った方法は、少なくとも1つの形状の形状が各々、0次元、1次元、2次元、または3次元であり得ることを含み得る。代替例N～Vのいずれか1つに従った方法はさらに、少なくとも1つの形状の形状が各々、0次元、2次元、または3次元の1つであり得ることを含み得る。

【0191】

代替例X

代替例N～Wのいずれか1つに従った方法は、結合系または表示を解くことについて、

50

1つ以上の偏微分方程式を含む少なくとも1つのモデリング動作を含み得る。

【0192】

代替例Y

代替例N～Xのいずれか1つに従った方法は、(i)アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、時間高調波電磁界について周波数をセットし、シミュレーションを実行し、Sパラメータを表示するためのアクションフィーチャとを含むこと、(ii)埋込複合物理モデルデータ構造が音響シミュレーションについてのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、基準圧力を更新し、シミュレーションを実行し、生じる波の伝播を表示するための入力を受け取るためのアクションフィーチャとを含むこと、(iii)埋込複合物理モデルデータ構造がタンクにおける流量シミュレーションのためのものであり、アプリケーションフィーチャは、入力宣言と、出力宣言と、入口流量を受け取り、流量シミュレーションを実行し、パイプ出口での平均流量を表示するためのアクションフィーチャとを含むこと、(iv)埋込複合物理モデルデータ構造が電子デバイスのためのものであり、アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、ヒートシンクのサイズを決定するとともに所与の入力ロードで所与の入力値を下回る温度を維持するためのアクションフィーチャとを含むこと、および／または、(v)アプリケーションフィーチャが、入力宣言と、出力宣言と、フォームフィーチャと、アクティベーション条件と、パラメータ化されたプラズマリアクタの値を受け取り、形状を更新し、ウェハの表面上の半導体材料の堆積厚さを決定するためのシミュレーションを実行するためのアクションフィーチャとを含むことを含み得る。

10

20

【0193】

代替例Z

代替例N～Yのいずれか1つに従った方法は、アプリケーションデータ構造は、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造を生成する際に使用される初期アプリケーションデータ構造であることを含み得る。初期アプリケーションデータ構造は、少なくとも1つの以前に埋め込まれたアプリケーションフィーチャおよび／または少なくとも1つの以前に埋め込まれた複合物理モデルデータ構造を含む。

【0194】

代替例AA

代替例A～Mのいずれか1つに従ったシステム、代替例N～Zのいずれか1つに従った方法、または、代替例A～Mのいずれか1つに従ったシステムにおけるユーザもしくは別のシステムにおけるユーザによる、生成および／または修正された物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造の使用は、1つ以上のプロセッサと、1つ以上のユーザ入力デバイスと、随意に表示デバイスと、1つ以上のメモリデバイスとを含み得る。

30

【0195】

代替例AB

物理的な媒体上に格納または1つ以上のプロセッサおよび1つ以上のメモリデバイスを含むシステムに格納された、物理システムをモデリングするためのカスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、代替例A～Mのいずれか1つに従ったシステムおよび／または代替例N～Zのいずれか1つに従った方法によって、カスタマイズされたアプリケーションデータ構造が生成および／または修正されることを含み得る。

40

【0196】

さらに、代替例A～ABの1つ以上によって記載されるアプリケーションデータ構造を含むアプリケーションデータ構造は、格納および抽出され得る以前に作成されたカスタマイズされたアプリケーションデータ構造を含み得るということが考えられる。たとえば、以前にカスタマイズされたアプリケーションデータ構造は、抽出されてメモリに埋め込まれ得、メモリにおいて、当該アプリケーションデータ構造はさらにカスタマイズまたは修正され、これにより、異なるアプリケーションフィーチャおよび／または複合物理モデル

50

データ構造を有する更新および／または訂正されたアプリケーションデータ構造を作成する。

【0197】

上に記載された局面およびその明白な変形例の各々は、添付の請求の範囲に記載される特許請求される発明の精神および範囲以内にあるものとして考えられる。

【0198】

請求の範囲において、括弧の間に配置される如何なる引用符号も請求の範囲を限定するものとして構成されない。「含む」という文言は、請求項においてリストされたもの以外の要素またはステップの存在を除外しない。要素の前に存在する「a」または「an」という文言は、複数のこのような要素の存在を除外しない。

【0199】

ある方策が相互に異なる従属請求項において記載されるという単なる事実は、これらの方策の組合せが有利に使用され得ないということを示さない。

10

【図1】

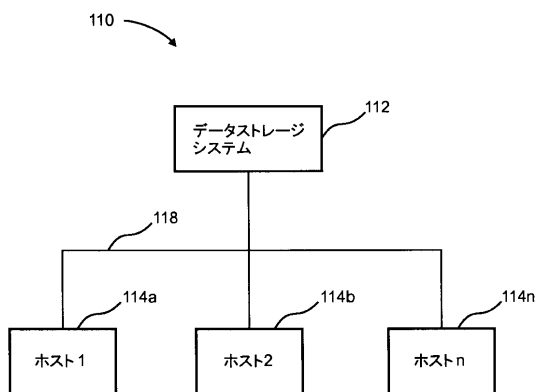


Figure 1

【図2】

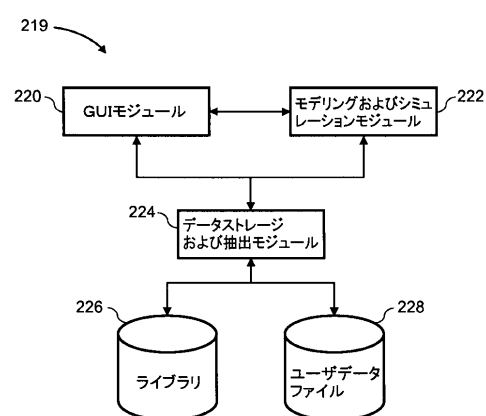


Figure 2

【図 3】

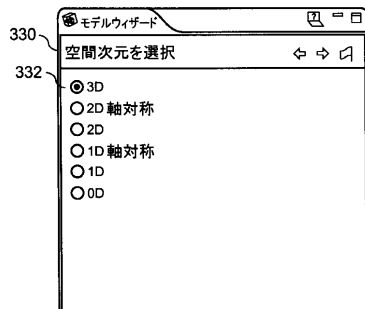


Figure 3

【図 4】

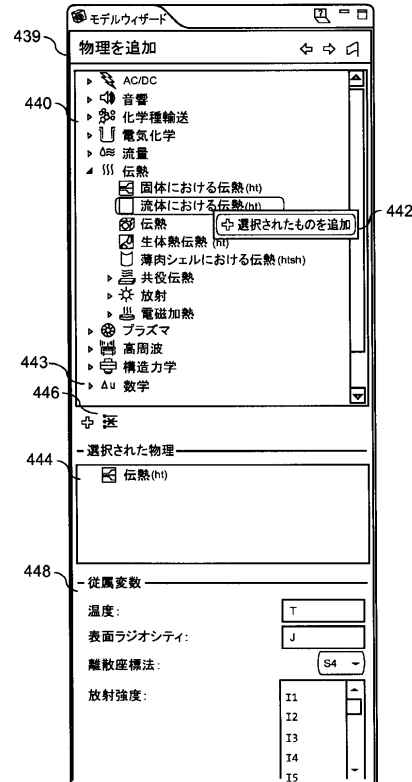


Figure 4

【図 5】

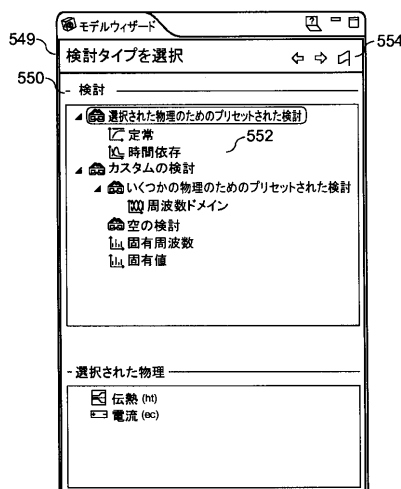


Figure 5

【図 6】

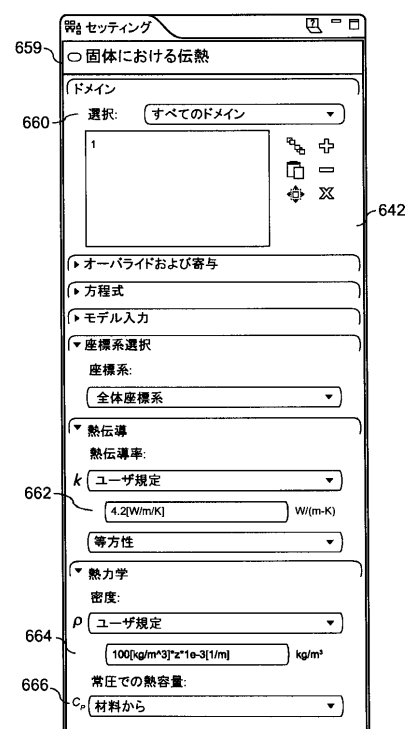


Figure 6

【図 7】

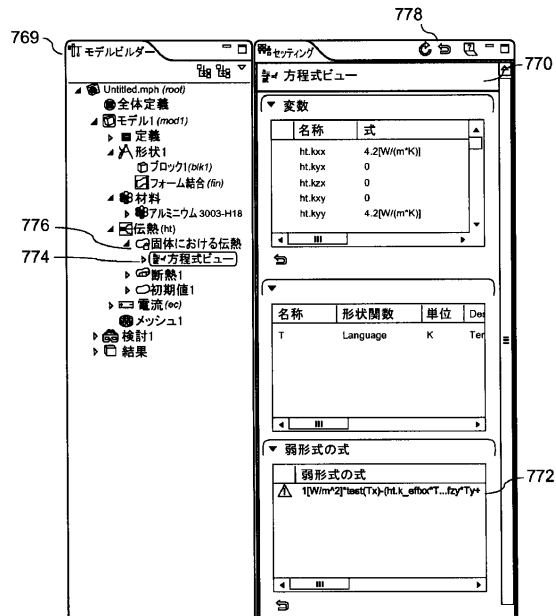


Figure 7

【図 8】

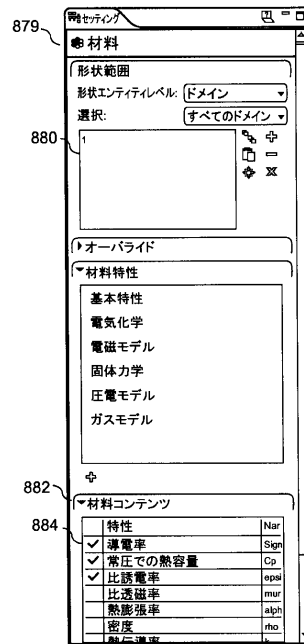


Figure 8

【図 9】

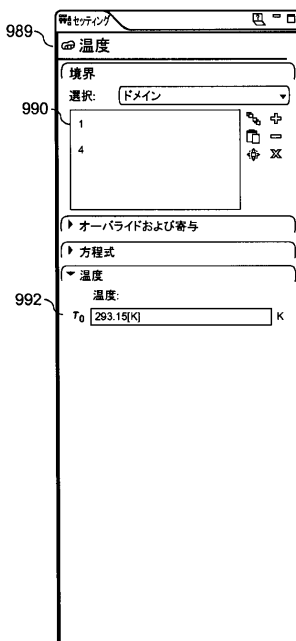


Figure 9

【図 10】

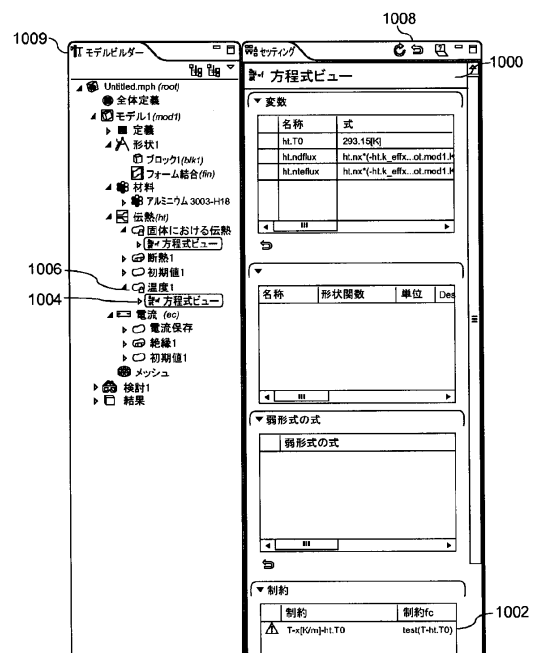


Figure 10

【図 1 1】

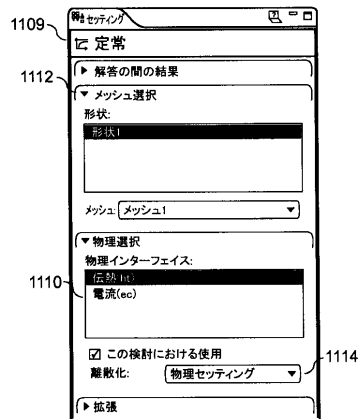


Figure 11

【図 1 2】

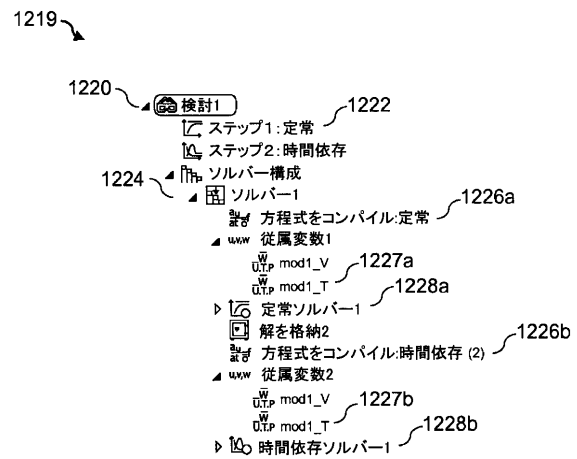


Figure 12

【図 1 3】

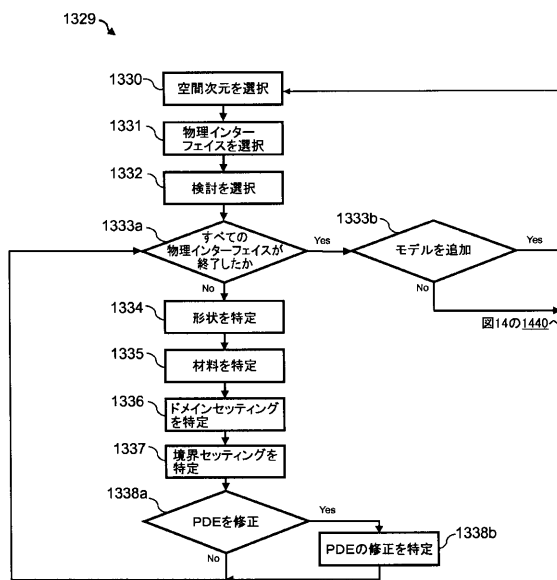


Figure 13

【図 1 4】

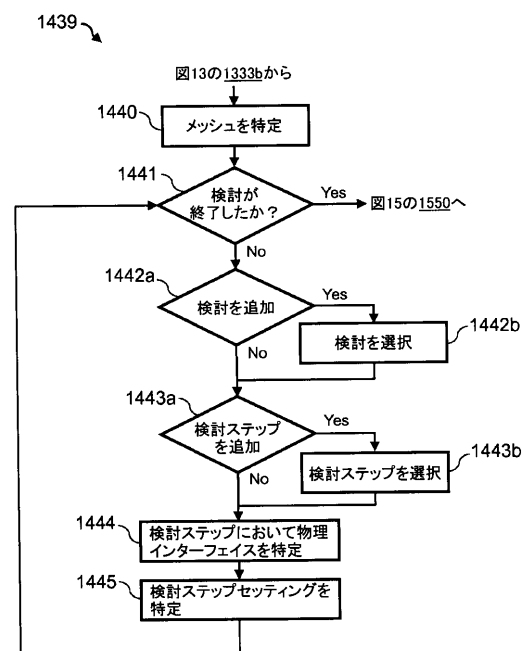


Figure 14

【図 15】

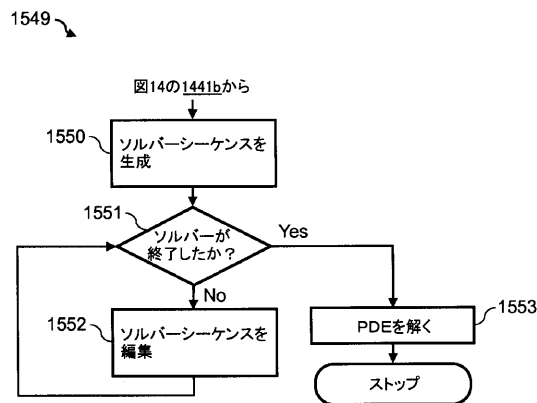


Figure 15

【図 16】

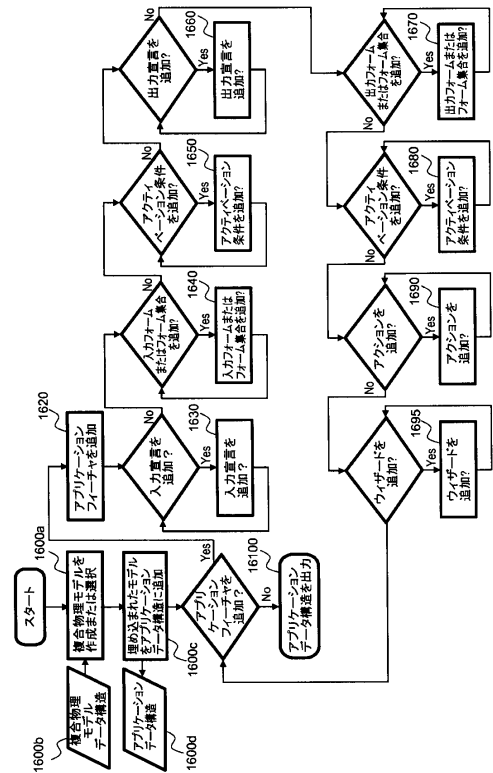


Fig 16

【図 17】

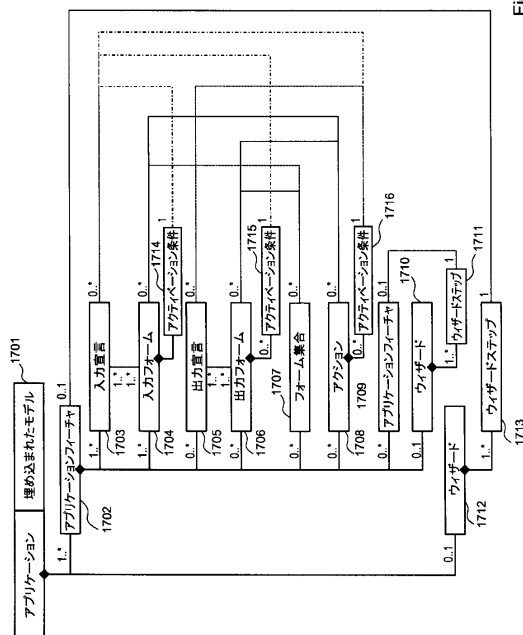


Fig 17

【图 18】

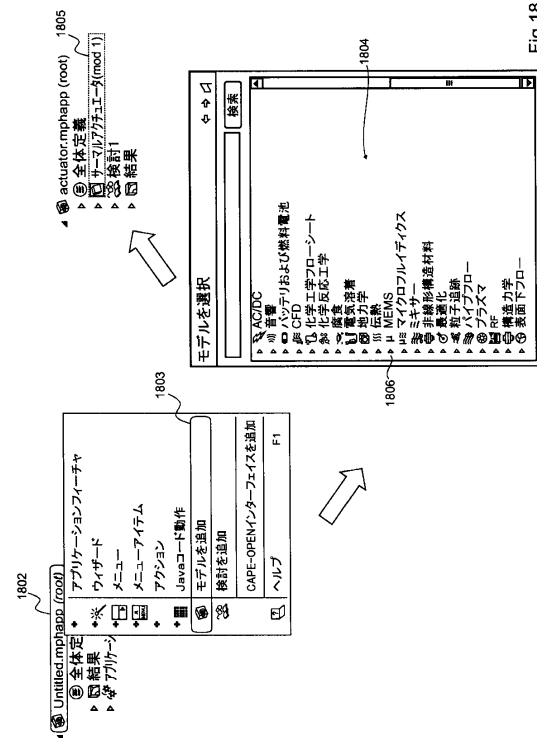
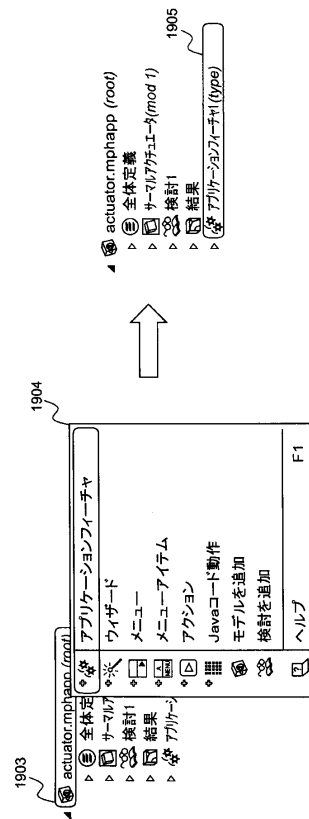


Fig 18

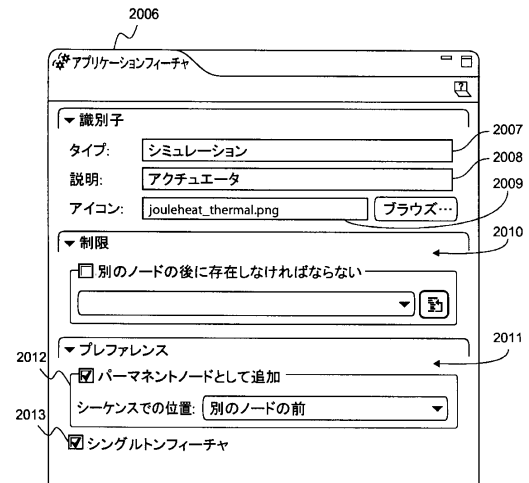
【図 19】



【図 20】

Fig 19

Fig 20



【図 21】

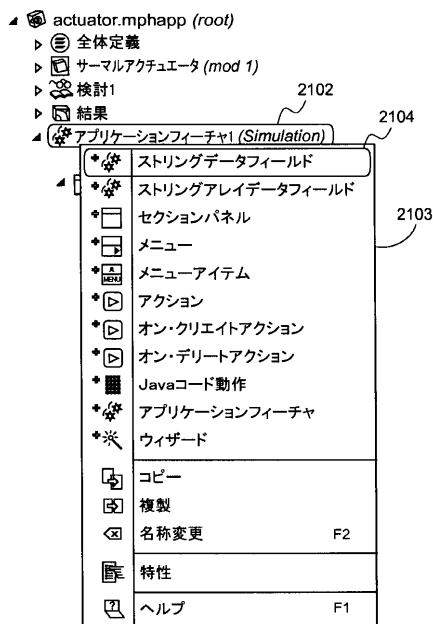


Fig 21

【図 22】

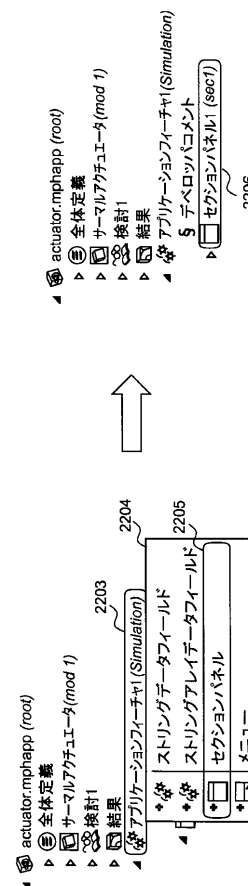


Fig 22

【図 23】

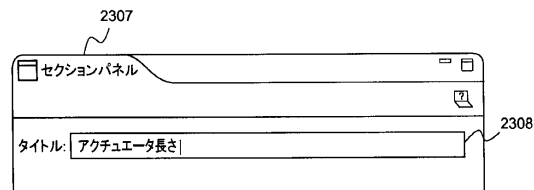


Fig 23

【図 24】

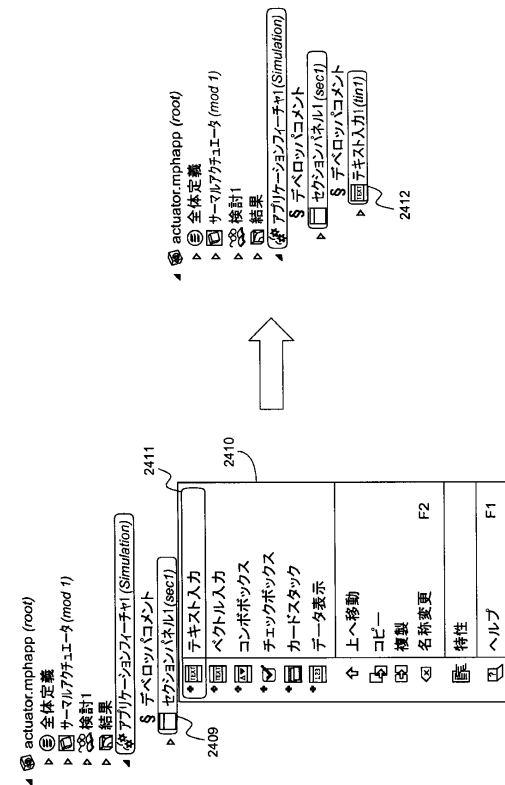


Fig 24

【図 25】

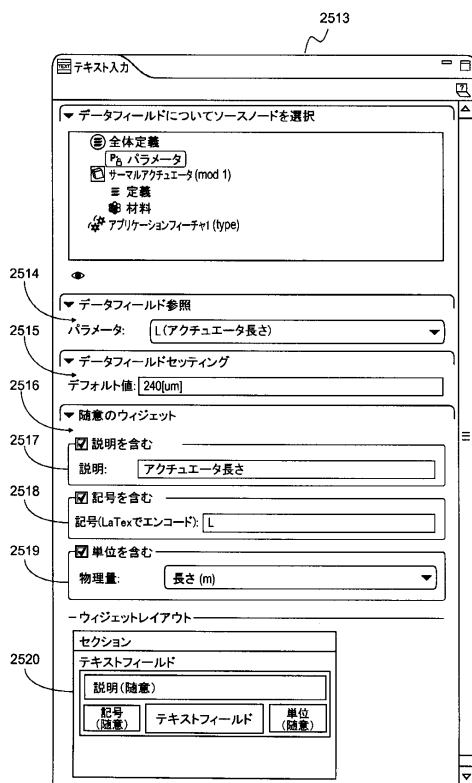


Fig 25

【図 26】

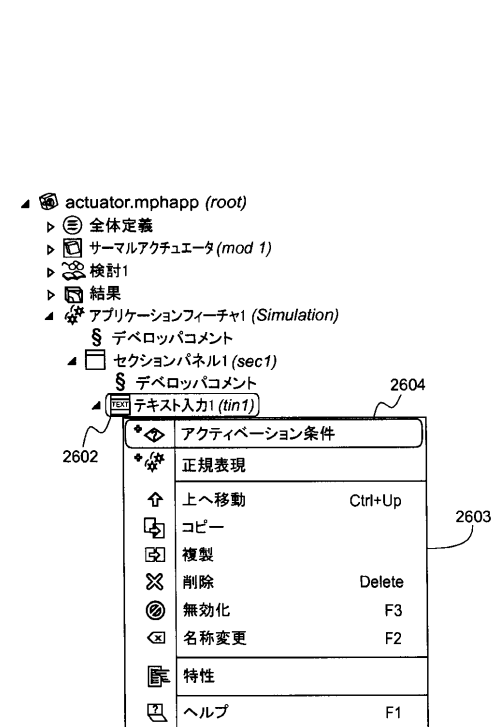
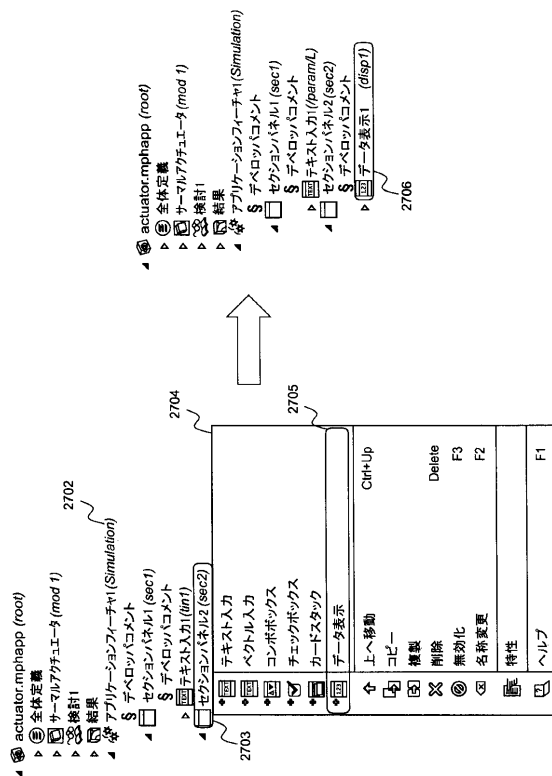


Fig 26

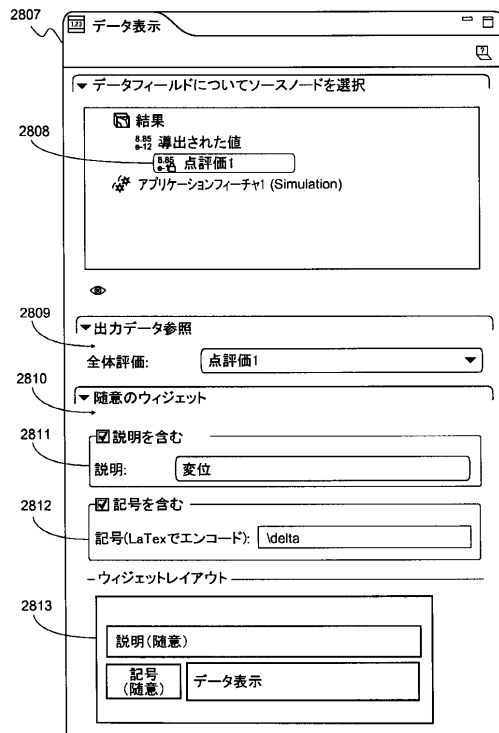
【図 27】



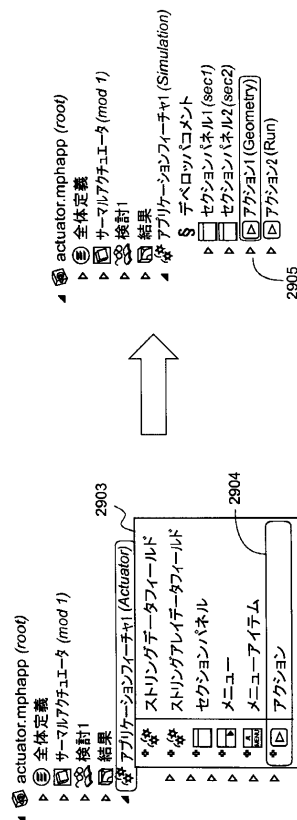
【図 28】

Fig 27

Fig 28



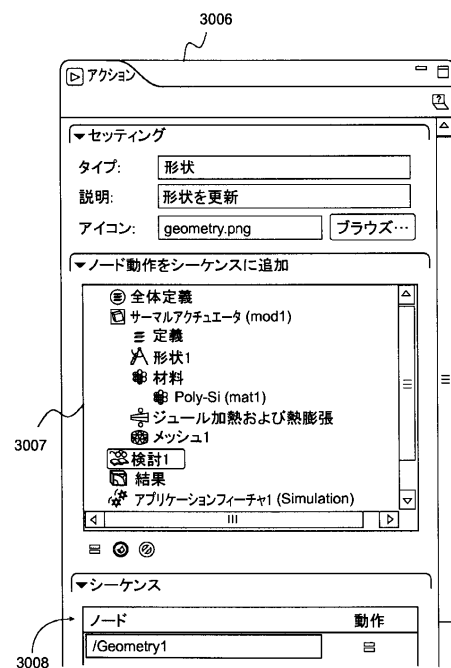
【図 29】



【図 30】

Fig 29

Fig 30



【図 3 1】

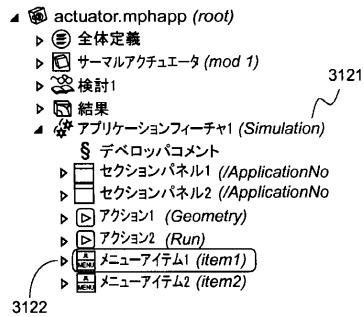


Fig 31

【図 3 2】

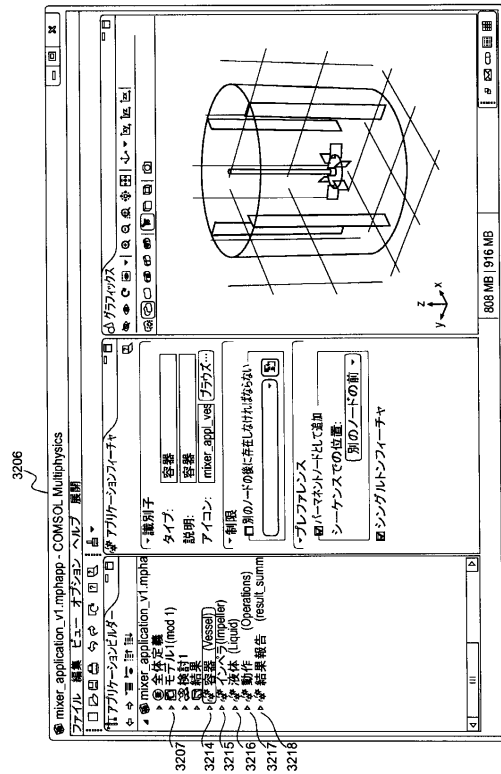


Fig 32

【図 3 3】

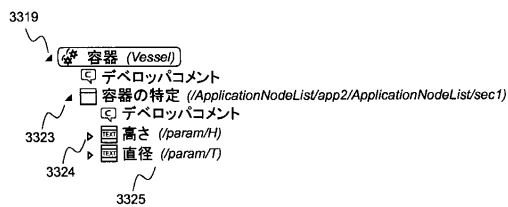


Fig 33

【図 3 4】

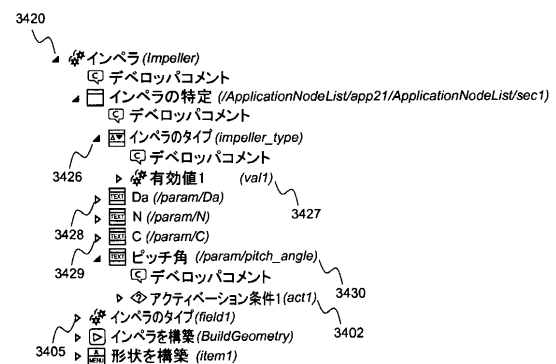


Fig 34

【図 3 9】

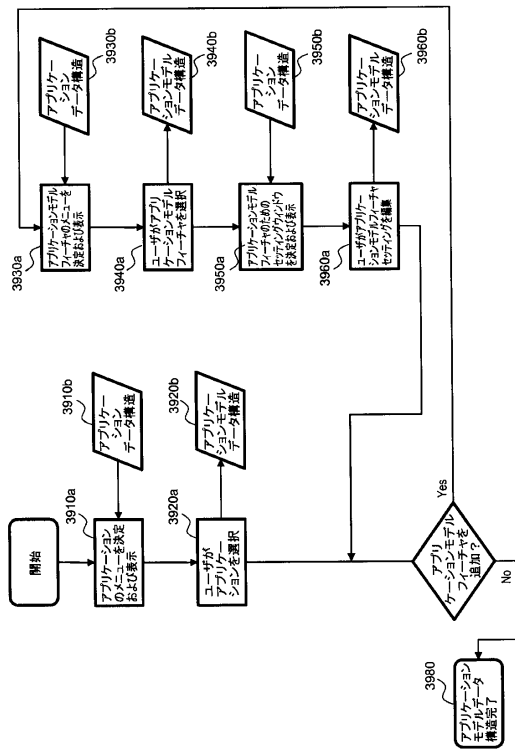


Fig 39

【図 40】

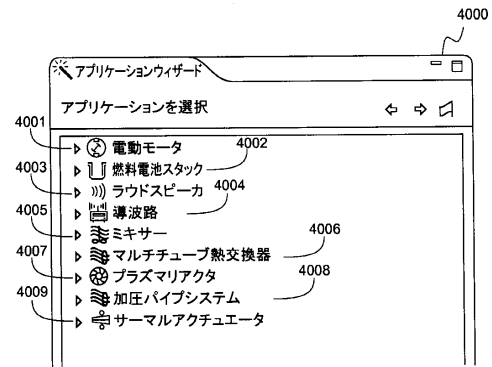


Fig 40

【図 4 1】

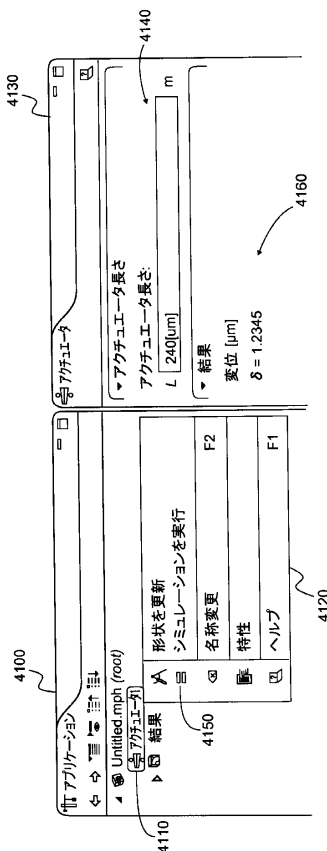


Fig 41

【図 4 2】

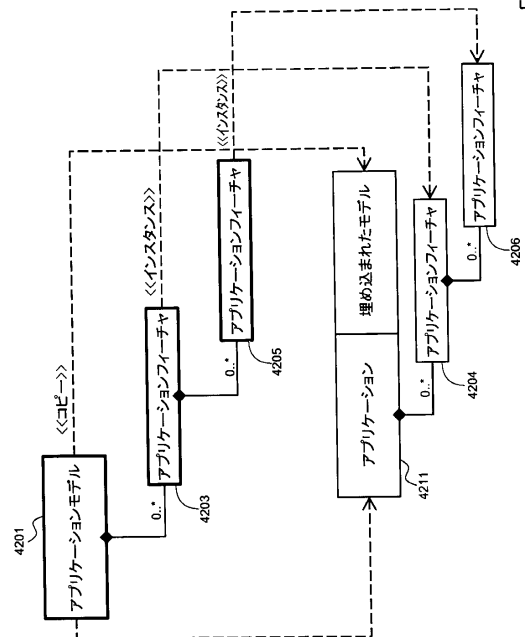
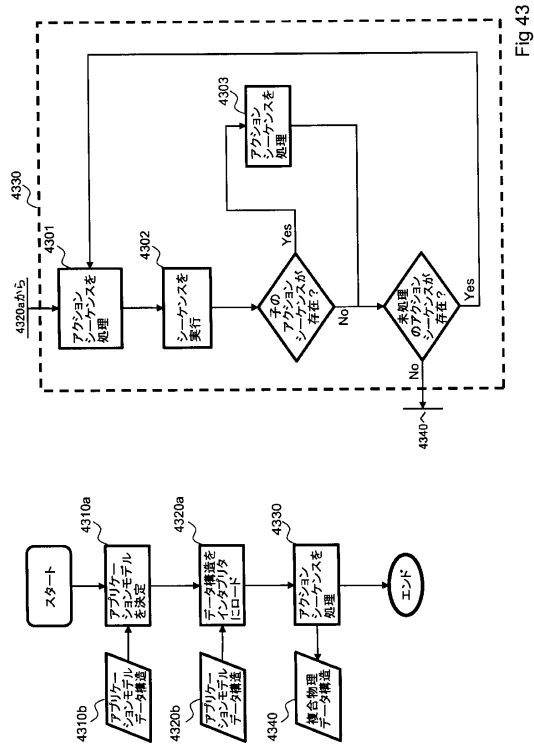


Fig 42

【図 43】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13/835,091

(32)優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ランゲマイル, ラーシュ

スウェーデン、エスー113 51 ストックホルム、ルントマカルガタン、86・ベー、3・トラッパ

(72)発明者 リットマルク, ビクター

スウェーデン、エスー169 73 ソルナ、シグネ・ティリシュガタン、12

(72)発明者 リットマルク, スバンテ

アメリカ合衆国、02026 マサチューセッツ州、デッダム、ウェストフィールド・ストリート、104

(72)発明者 マルム, ニルス

スウェーデン、エスー181 35 リーディング、ファルコストベージェン、1

(72)発明者 シューディン, ビョルン

アメリカ合衆国、02421 マサチューセッツ州、レキシントン、パドック・レーン、2

(72)発明者 スミス, ダニエル

アメリカ合衆国、02140 マサチューセッツ州、ケンブリッジ、ケンブリッジパーク・ドライブ、30、アパートメント・4115

(72)発明者 ノルマルク, トーマス

スウェーデン、エスー167 43 ブロンマ、フンネベルクスベージェン、3

審査官 加舎 理紅子

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0179426 (US, A1)

米国特許出願公開第2009/0144042 (US, A1)

特開2007-213258 (JP, A)

特開2002-245097 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 17/50