

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5538363号
(P5538363)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int. Cl. F I
G06F 17/50 (2006.01)
 G06F 17/50 622A
 G06F 17/50 626A

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-505009 (P2011-505009)	(73) 特許権者	504438288
(86) (22) 出願日	平成21年4月14日 (2009.4.14)		シーメンス プロダクト ライフサイクル
(65) 公表番号	特表2011-516999 (P2011-516999A)		マネージメント ソフトウェア イン
(43) 公表日	平成23年5月26日 (2011.5.26)		コーポレイテッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/002305		Siemens Product Lif
(87) 国際公開番号	W02009/128895		ecycle Management S
(87) 国際公開日	平成21年10月22日 (2009.10.22)		oftware Inc.
審査請求日	平成24年1月23日 (2012.1.23)		アメリカ合衆国 75024 テキサス
(31) 優先権主張番号	61/044, 612		プラノ スイート 600 グラナイト
(32) 優先日	平成20年4月14日 (2008.4.14)		パークウェイ 5800
(33) 優先権主張国	米国 (US)		5800 Granite Parkwa
(31) 優先権主張番号	12/422, 399		y, Suite 600 Plano,
(32) 優先日	平成21年4月13日 (2009.4.13)		Texas 75024, USA
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソリッドモデル内の幾何関係性を変更するシステムおよび方法およびコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

設計用のソフトウェア命令を備えるコンピュータ(300)で操作されるソリッドモデル提示を修正するためのシステムであって、

コンピュータシステムが、メモリ(345)、プロセッサ(305)、ユーザ入力装置(320, 325)、およびディスプレイ装置(335)を含み、

コンピュータが生成した幾何モデルがコンピュータシステムのメモリ(345)に記憶され、

前記コンピュータシステムはユーザ入力を受信し、幾何モデルを規定する複数の幾何モデル定義を有する少なくとも1つのデータファイル(610)にアクセスし、

幾何モデル定義を、幾何モデルの幾何的提示に変換し、

ユーザにより同定された少なくとも1つの幾何構造と幾何モデル(700)との間の複数の幾何条件を計算して、複数の制限を形成し、

当該制限は、固定フィーチャまたは非固定フィーチャであるトポロジーフィーチャを有し、ここで、該固定フィーチャ(710, 725)は、ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)から独立したトポロジーにより定義され、該非固定フィーチャ(715, 720)は、前記ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)に依存するトポロジーにより定義され、

前記複数の制限にしたがって修正された幾何構造によって修正された幾何モデルを計算し、ユーザに表示し、

10

20

修正された幾何モデルの修正された幾何提示を少なくとも1つのデータファイルに保存するシステム。

【請求項2】

さらにコンピュータシステムは、複数の制限を幾何モデルから除去する請求項1記載のシステム。

【請求項3】

少なくとも1つのデータファイルは、幾何モデル伝送ファイル、モデリングツールキット情報ファイル、またはソリッドモデルパーツファイルの1つである請求項1または2に記載のシステム。

【請求項4】

幾何提示は境界提示フォーマットで行われる請求項1から3までのいずれか1項に記載のシステム。

【請求項5】

システムは、前記ソリッドモデルに対して結合された目下の幾何状態における複数の依存関係をリアルタイムで位置特定する請求項1記載のシステム。

【請求項6】

複数のトポロジーフィーチャは、面、エッジ、または頂点の少なくとも1つである請求項5記載のシステム。

【請求項7】

設計用のソフトウェア命令を備えるコンピュータによってソリッドモデル提示を修正するための方法であって、該コンピュータが、

幾何モデルを定義する複数の幾何モデル定義を有する少なくとも1つのデータファイル(610)にアクセスし(500, 605)、

該幾何モデル定義を、幾何モデルの幾何的提示に変換し(505)、

ユーザにより同定された少なくとも1つの幾何構造と幾何モデル(700)との間の複数の幾何条件を計算して、複数の制限を形成し、

当該制限は、固定フィーチャまたは非固定フィーチャであるトポロジーフィーチャを有し、ここで、該固定フィーチャ(710, 725)は、ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)から独立したトポロジーにより定義され、該非固定フィーチャ(715, 720)は、前記ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)に依存するトポロジーにより定義され、

前記複数の制限にしたがって修正された幾何構造によって修正された幾何モデルを計算し(515)、ユーザに表示し、

修正された幾何モデルの修正された幾何提示を前記少なくとも1つのデータファイル(610)に保存する方法。

【請求項8】

前記コンピュータがさらに、幾何モデルの幾何提示をユーザに表示する請求項7記載の方法。

【請求項9】

前記コンピュータがさらに、複数の制限を幾何モデルから除去する請求項7または8記載の方法。

【請求項10】

前記少なくとも1つのデータファイルは、幾何モデル伝送ファイル、モデリングツールキット情報ファイル、またはソリッドモデルパーツファイルの1つである請求項7から9までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】

前記幾何提示は境界提示フォーマットで行われる請求項7から10までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項12】

コンピュータ(300)で実行されるときに、当該コンピュータに、

10

20

30

40

50

幾何モデルを定義する複数の幾何モデル定義を有する少なくとも1つのデータファイル(610)にアクセスする手順(500, 605)、

該幾何モデル定義を、幾何モデルの幾何的提示に変換する手順(505)、

ユーザにより同定された少なくとも1つの幾何構造と幾何モデル(700)との間の複数の幾何条件を計算して、複数の制限を形成する手順、

ただし当該制限は、固定フィーチャまたは非固定フィーチャであるトポロジーフィーチャを有し、ここで、該固定フィーチャ(710, 725)は、ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)から独立したトポロジーにより定義され、該非固定フィーチャ(715, 720)は、前記ソリッドモデルのトポロジー(700, 705)に依存するトポロジーにより定義され、

10

前記複数の制限にしたがって修正された幾何構造によって修正された幾何モデルを計算し(515)、ユーザに表示する手順、

修正された幾何モデルの修正された幾何提示を前記少なくとも1つのデータファイル(610)に保存する手順、

を実行させるための、コンピュータ(300)にロード可能なコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の引用

本願は、2008年4月14日に出願した係属中の米国仮出願第61/044612号の優先権を主張するものである。

20

【0002】

ここに説明する本発明のシステムは、一般的に、コンピュータ支援設計ソフトウェアアプリケーションに関連するものである。より特定すると、このシステムは、ソリッドモデル提示において幾何関係性を認識することに関連する。

【背景技術】

【0003】

コンピュータ支援設計(CAD)アプリケーションの現在の世界では、パーツが2つのやり方の1つで共通に設計される。すなわち、ヒストリベースと、ノンヒストリである。ヒストリベースシステムは、1980年代中頃に出現したパラメトリックモデリングパラダイムにより共通に特徴付けられる。パラメトリックモデリングシステムでは、レシビツリーまたはヒストリーツリーが、事物がどのように相互に関連しているかを反映するために作成される。1つのオリジナルアイテムについて変化が発生すると、やがてその後そのオリジナルアイテムから形成されるすべてのアイテムが更新される。このようにして例えば2つの面が同一平面に残ることがある。なぜならこれらの面は、設計プロセス中にキャプチャされた関係によって設計されており、更新プロセス中に単純に「リプレイ」されるからである。図1aから1cは、3次元ブロックの斜方投影図である。図1aを参照すると、3次元(3D)のC型ブロック100がユーザにコンピュータディスプレイ上で可視であり、ユーザにより、下方脚部105、上方脚部110、または下方脚部105と上方脚部110の両方を変化することによって変形する必要がある。ヒストリベースシステムでは、ユーザがどのように簡単にC型ブロック10を変更するかは、これがCADアプリケーションシステム、例えばSiemens Product Lifecycle Management Software Inc.によるSolidEdgeにより、初めにどのように設計されていたかに掛かっている。通例、オリジナルデザイナーが、後で修正デザイナーにより修正されるパートを形成および/または設計し、この修正デザイナーはオリジナルデザイナーのことをまったく知らないこともある。例えばオリジナルデザイナー、すなわちブロック100を最初に設計した人物が、下方脚部105と上方脚部110に関連する面が同一平面になるような設計方法を使用していれば、図1cに示すような変形動作は、3Dモデル設計の分野の当業者には基本的な、公知のパラメトリック/ヒストリベースモデリング技法を用いて容易に実行することができる。しかし簡単に説明すると、

30

40

50

2つの面が同一平面になることが強いられているので、一方の面を移動すると他方の面も移動することになる。一方、修正デザイナーが下方脚部105に関連する面だけを移動して、上方脚部110だけを残そうとすると(例えば図1bに示すように)、強制された同一平面を移動する複数の付加的ステップに加えて、修正デザイナーがオリジナルデザイナーでなければ、どのようにC型ブロック100の2つの脚部が形成されたかを理解することから始まる、さらに複数の付加的ステップが必要となる。さらに、C型ブロック100のオリジナルデザイナーが、下方脚部105と上方脚部110が同一平面になるよう形成したのではなく、間隔または形状のような別の方法により両脚部が形成されていれば、両脚部を図1cに示すように変更しようとする、修正デザイナーがC型ブロック100をゼロから形成するのと同じ程度に困難性が增大する。

10

【0004】

一方、C型ブロック100を、CoCreate、IronCADおよびKubotekのようなコンパイラでノンヒストリまたはポディベースのアプローチで変形すると、パラメトリックモデリングパラダイムにより一般的に形成されるヒストリーツリーを維持することができない。ノンヒストリのアプローチでは、変化が各アイテムに対してソリッドモデルで明示的に実行される。C型ブロック100のオリジナルデザイナーが、下方脚部105上の面と上方脚部110上の面との関係が同一平面であることを維持しようと意図している場合、所望の結果を保証するように編集するためには後の変形で面を手動で選択しなければならない。このことは、オリジナルデザイナーの意図が未知であるか、または確認できない場合には困難である。例えば修正デザイナーは、1つの面を選択することにより、または他のすべての同一平面を個別に選択することにより図1bまたは図1cに示すように変化させることができる。すべての同一平面の選択は、この例では少数であるが、複雑なアセンブルモデルでは数百になることもある。択一的にいくつかのソフトウェアアプリケーションにより修正デザイナーは、「同一平面の面」を作製し、設計意図を事後恒久的に、編集時点で保存することができる。しかしこれも、非常に大きなモデルでは扱い難くなる。設計意図とは、ソリッドモデルのオリジナルデザイナーがどのようにこのモデルを設計したかという意図である。択一的に、設計意図は、ソリッドモデルの修正デザイナーの意図を反映することができる。後者の変更は、後日での図1bに示すような変形を困難にする。なぜなら設計意図が設計意図にではなく、モデルに焼き込まれるからである。

20

【0005】

ヒストリベースのアプローチによる問題点は、設計意図が組み込まれ、モデル形成の時点で固定されることである。このことは、モデル形成の時点では予想されなかった変更を後の時点で行う場合に変更を複雑にする。反対に、ノンヒストリシステムは後の時点での変更についてフレキシブルである。しかし事物がどのように関連しているかについて知識をほとんど保存しない。修正デザイナーがこのような知識を、ヒストリベースシステムのように、後の時点で手動で保存しようとする、この知識が組み込まれ、固定され、そのためフレキシビリティが制限される。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、ソリッドモデル上で直接編集することができ、現在の幾何形状が調査され、種々のモデル制限と組み合わせられ、この関係性をリアルタイムで位置特定できるシステムおよび方法に対する必要性を認識する。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

認識された必要性および関連の問題を解決するために、設計用ソフトウェア命令を有するコンピュータで操作されるソリッドモデル提示を修正するためのシステムが提案される。このコンピュータシステムは、メモリ、プロセッサ、ユーザ入力装置、およびディスプレイ装置を含み、コンピュータが生成した幾何モデルがコンピュータシステムのメモリに記憶され、コンピュータシステムはユーザ入力を受信し、幾何モデルを規定する複数の幾

50

何モデル定義を有する少なくとも1つのデータファイルにアクセスし、幾何モデル定義を、幾何モデルの幾何的提示に変換し、ユーザにより同定された少なくとも1つの幾何構造と幾何モデルとの間の複数の幾何条件を計算して、複数の制限を形成し、複数の制限にしたがって修正された幾何構造によって修正された幾何モデルを計算し、ユーザに表示する。このシステムにおいて、さらにコンピュータシステムは、修正された幾何モデルの修正された幾何提示を少なくとも1つのデータファイルに保存する。このシステムにおいて、さらにコンピュータシステムは、複数の制限を幾何モデルから除去する。このシステムにおいて、少なくとも1つのデータファイルは幾何モデル伝送ファイル、モデリングツールキット情報ファイル、およびソリッドモデルパーツファイルの1つである。このシステムにおいて、幾何提示は境界提示フォーマットで行われる。このシステムにおいて、幾何モデルはソリッドモデルである。

10

【0008】

本発明の有利な実施例の別の利点は以下の説明および図面から明らかとなり、部分的に本システムの実施により学習される。このシステムを、このシステムの一部をなす図面を参照しながら説明する。他の実施例も利用することができ、変更も本発明のシステムの枠を逸脱することなしに可能である。

【0009】

システムを添付図面と関連して説明する。同様の符合は同様の要素を意味する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

20

【図1】3次元ブロックの斜方投影図である。

【図2】見本仮想製品開発環境を示す図である。

【図3】システムが実施されるコンピュータシステムのブロック回路図である。

【図4a】ソフトウェアアプリケーションに実現されたソフトウェアプログラミングコードの一般的概念を示す図である。

【図4b】ソフトウェアアプリケーションに実現されたソフトウェアプログラミングコードの一般的概念を示す図である。

【図5】実施形態により使用される方法全体のブロック図である。

【図6】例としてのソリッドモデル修正システムを示す図である。

【図7】例としてのソリッドモデル修正システムを使用した、平面までの距離変化を示す図である。

30

【図8】例としてのソリッドモデル修正システムを使用した、曲率半径の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

1. イントロダクション

ソリッドモデルにおける幾何関係性を修正するための方法およびシステムが記述される。以下の記述では説明のために、このシステムを理解するための多数の特別な詳細が明らかとなる。しかし当業者であれば、これら特別な詳細がなくても、このシステムを実施することができることは明らかである。別の例では、公知の構造と装置が、このシステムを不必要に曖昧にしないため、ブロック回路図の形で示されている。

40

【0012】

図2は見本仮想製品開発環境を示す図である。現在、使用される仮想開発環境は、典型的には一般的に200で示された製品を形成または改善しようとする顧客要求により、または内在的欲求により開始する。この製品は、栓抜きのように単純なものでも、潜水艦のように複雑なものでも良い。図2をさらに参照すると、オリジナルデザイナーは、コンピュータ支援設計(CAD)アプリケーション205により実現される公知の方法にしたがって所望の製品を設計する。CADアプリケーション205は汎用コンピュータ上で実行され、当該コンピュータはその後、以下に詳細を示すアプリケーションおよびインタラクションの実行時点で、コンピュータ支援設計のルーチンを実行することを目的とする特定目

50

的用コンピュータ環境となる。CADアプリケーション205は、好ましくはいずれもシーメンスPLMソフトウェア社によりライセンス提供されるSolid Edge（登録商標）またはNX（商標）である。CADユーザは周知の十分に理解されたやり方でCADアプリケーション205を操作し、顧客の要求または内在的欲求から確認されたオリジナルの設計条件に一致および類似するソリッドモデルを仮想的に表示させる。ソリッドモデルは共通して、コンポーネントの1つまたは複数のアセンブリであり、これらのアセンブリはサブアセンブリおよび/またはコンポーネントにさらに分解され、そのすべては好ましくは、その後の再呼出しのためにソリッドモデルデータファイル225に保存された仮想提示を有する。

【0013】

ソリッドモデルが、オリジナルのデザイン条件に適合する、適切な形態であることが決定されると、シーメンスPLMソフトウェア社により提供されるNX CAE（商標）やFEMAP（商標）などのコンピュータ支援エンジニアリング（CAE）アプリケーション210を用いて、CAEユーザは部分耐障害性テストおよび種々の他のエンジニアリングテストについて好ましくはテストする。CAEユーザが、ソリッドモデルが耐障害性テストを成功裏に合格するためには修正が必要であると判断した場合、このソリッドモデルはCADアプリケーション205での修正のためCADユーザに戻される。CADアプリケーション205とCAEアプリケーション210および各ユーザの間のやりとりは、ソリッドモデルが必要な設計条件およびエンジニアリングテストを成功裏に合格するまで繰り返される。

【0014】

成功裏に完成した後、最終的な設計形態のソリッドモデルは、シーメンスPLMソフトウェア社によりいずれも提供されるNX CAM（商標）やCAM Express（商標）などのコンピュータ支援製造（CAM）アプリケーション215において物的製造のためにさらに設計される。CAMアプリケーション215を用いて、CAMユーザは数的制御プログラム、金型、ツール、ダイがどのように物的製品230を製造するかを設計することになる。CAMユーザは、オリジナルの設計条件に適合させるためにさらに修正する場合がある。例えば、放電加工（EDM）を用いる場合、ワイヤカットEDMまたは型彫りEDMのいずれかを物的製品230の製造に用いるかによって、異なる技術が要求される場合がある。仮想的に一部をミリングするため、CAMアプリケーション215は好ましくはEDM処理用の軌道の電極路を規定する。CAMユーザは設計条件およびエンジニアリング条件に適合させるため、例えば、物的製品230の構成材料を硬化させる冷却の後に、ソリッドモデルの寸法をわずかに修正する必要があると判断することがある。

【0015】

製品の仮想的な設計、エンジニアリングおよび製造が成功裏に終わった後、製造者はすべての製造原則を、製品に関係する製品エンジニアリングとリンクすることができる。製品エンジニアリングには、例えば、プロセスレイアウトおよびプロセス設計、プロセスシミュレーション/エンジニアリング、および、シーメンスPLMソフトウェア社により提供されるTechnomatrix（商標）などのデジタル工場アプリケーション220を用いる製品管理が含まれる。CAMユーザが製品を例えば旧型のEDMシステムでモデリングし、製造者に5軸旋盤機を用いて必要なブランクを形成するよう要求するために、あるいは、製造者が圧縮成形から射出成形に変えて物的製品230の構成部分を形成するようになったために、製造者が物的製品230を修正するのを見いだす場合がある。例えばソリッドモデルは、物的製品230を製造するための最終要求に適合するため修正しなければならない。

【0016】

上述した仮想的製品開発全体にわたって、製品設計は例えば顧客の要求からCADユーザ、CAEユーザ、CADユーザへと流れ、さらにCAEユーザに戻って、CAMユーザ、そして物的製品230の物的製造のために製造者へと流れた。ソリッドモデルへのそれぞれの編集とともに、例えば、CADユーザ、CAEユーザ、CAMユーザおよび製造者

10

20

30

40

50

による必要な設計変更に適合されるように幾何学的関係も修正される。さらに、C A D / C A E / C A Mユーザのそれぞれがソリッドモデルを修正すると、ソリッドモデルを規定するデータモデルもまた、上述した、ソリッドモデルデータファイル225に適切に保存された変更を適切に説明するよう修正される。製造者はその後、オリジナルの設計仕様およびその後のエンジニアリングにおける修正にしたがって、物的製品230の製造を進める。仮想製品開発は、ソリッドモデルにおける幾何学的関係を修正するためのシステムおよび方法が種々のハードウェアシステムのメモリに常駐する種々のソフトウェアアプリケーションで実行される。ハードウェアシステムについては、以下より詳細に説明される。

【0017】

2. コンピュータプログラム

ハードウェアシステムに関し、図3は本システムを実施可能なコンピュータシステムのブロック図である。図3および以下の説明は、本実施形態が具現化可能な、適切なハードウェアシステムおよびコンピュータ環境についての簡単な一般的説明を提供することを意図するものである。本実施形態は、既知のさまざまなコンピュータ環境で実施されてもよい。

【0018】

図3を参照すると、例としてのコンピュータシステムは、複数の関連周辺機器(図示せず)を備えるデスクトップコンピュータまたはラップトップコンピュータなどのコンピュータ300の形態のコンピュータ装置を備える。コンピュータ300は中央処理ユニット(CPU)305と、既知の技術にしたがって中央処理ユニット310とコンピュータ300の複数のコンポーネントとを接続し、通信を可能とするために用いられるバス310とを備える。CPU305の動作は当業者には周知である。CPU305は、好ましくは、コンピュータにより実行可能なエンコードされた指令、例えば、コンピュータ300により実行されるプログラムモジュールを有するコンピュータプログラムを実行することができる電気回路である。一般に、プログラムモジュールは、特定のタスクまたは特定のデータタイプのインプリメンテーションを実行する、ルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などを有する。好ましくは、プログラムモジュールはファイル処理モジュール306と、データ表示モジュール307と、ロジック処理モジュール308と、方法処理モジュール309とを備える。ロジック処理モジュール308はファイル処理モジュール306に要求を送り、データ表示モジュール307および方法処理モジュール309をコンピュータにより実行可能な指令にしたがって動作させる。同様に、ロジック処理モジュール308はファイル処理モジュール306から要求を受け、コンピュータにより実行可能な指令にしたがってデータ表示モジュール307および方法処理モジュール309を動作させる。また、バス310は種々のプログラムモジュール間および複数のコンポーネント間の通信を可能にする。バス310は、メモリバスまたはメモリコントローラ、端末バス、および複数のバスアーキテクチャのいずれかを使用するローカルバスを含む任意のバス構造とすることができる。コンピュータ300は典型的にはユーザインタフェースアダプタ315を備える。ユーザインタフェースアダプタ315は、バス310を介して中央処理ユニット305を1つまたは複数のインタフェース装置、例えばキーボード320、マウス325および/または他のインタフェース装置330と接続する。インタフェース装置330は任意のユーザインタフェース装置、例えば、タッチセンサスクリーン、デジタル化ペン入力パッドなどであってよい。バス310はまたLCDスクリーンやモニタなどのディスプレイ装置335をディスプレイアダプタ340を介して中央処理ユニット305に接続する。バス310はまた中央処理ユニット305を、ROM、RAMなどを備えてもよいメモリ345に接続する。

【0019】

コンピュータ300はさらに、少なくとも1つの保存装置355および/または少なくとも1つの光学ドライブ360をバス310に接続するドライブインタフェース350を備える。保存装置355は、ディスクの読み出しおよび書き込みを行うためのハードディスクドライブ、リムーバブル磁気ディスクドライブの読み出しまたは書き込みを行うため

10

20

30

40

50

の磁気ディスクドライブを備えることができる。このハードディスクドライブおよび磁気ディスクドライブは図示されていない。同様に光学的ドライブ360も、例えばCDROMまたは他の光学的媒体等であるリムーバブル光学的ディスクの読み出しまたは書き込みを行うための光学的ディスクドライブを備えることができる。上記ドライブおよび関連するコンピュータ読み取り可能な記録媒体には、方法処理モジュール309がもたらす指令に記述される方法でロジック処理モジュール308が受ける指令にしたがってファイル処理モジュール306がアクセス可能な、コンピュータ読み取り可能な指令、データ構造、プログラムモジュールおよびコンピュータ300に関する他のデータが不揮発性で保存される。

【0020】

コンピュータ300は通信チャネル365を介して他のコンピュータまたはコンピュータのネットワークと通信することができる。コンピュータ300は、ローカルエリアネットワーク(LAN)またはワイドエリアネットワーク(WAN)内の他のコンピュータと関連することができる。またはコンピュータ300は、他のコンピュータとのクライアント/サーバ構成のクライアントとすることができる。さらに、本実施形態は、分散型コンピュータ環境において実施されてもよい。これにおいては、方法処理モジュール309がもたらす指令が記述する方法でロジック処理モジュール308がもたらすタスク指令を、通信ネットワークを介してリンクされた遠隔の処理装置が実行する。分散型コンピュータ環境では、プログラムモジュールがローカルメモリ記憶デバイスとリモートメモリ記憶デバイスの両方に配置される。これらの構成ならびに適切な通信ハードウェアはすべて、当業者

10

20

【0021】

プログラムモジュールをより詳細に見ると、図4a~bは、ソフトウェアアプリケーションに実現されたソフトウェアプログラミングコードの全体的概念を例示する。図4aを参照し、ソフトウェアアプリケーション400が上記のアクセス可能なプログラムモジュールを含む実施形態と関連して、プログラムモジュールを以下により詳細に説明する。ソフトウェアアプリケーション400は、上述したCADアプリケーション205、CAEアプリケーション210またはCAMアプリケーション215などのソリッドモデリングアプリケーションの形態であってもよい。さらに、ソフトウェアアプリケーション400は、アクセスおよび利用のための特定のAPI(「アプリケーションプログラミングインタフェース」)呼出しフューチャを備える、サードパーティのベンダが提供するものを用いることも考えられる。続いて、ユーザがソフトウェアアプリケーション400とインタラクションする際に、特定の修正イベントが、以下で詳述する変分モデリングツールキット405とのインタラクションをトリガする。これについては、以下でより詳細に説明する。ソフトウェアアプリケーション400および変分モデリングツールキット405は、ともにまたは個別に、方法処理モジュール308が提供する指令により記述される方法でロジック処理モジュール308を利用し、下位の幾何モデリングカーネルを呼出し、そしてソリッドモデルの特定の修正イベントを、ユーザにより選択され、ソフトウェアアプリケーション400により実行されるコマンドにしたがって完了する。これはソリッドモデリングの当業者には一般に理解されることであるが、以下でより詳細に説明する。下位の幾何モデリングカーネルは、一般に少なくとも、シーメンスPLMソフトウェア社がライセンスするParasolid(商標)などの3次元(3D)幾何モデラ410の集合と、シーメンスPLMソフトウェア社が提供する3DDCM(商標)(または「DCM」)製品のような幾何ソフトウェアコンポーネントライブラリ415の集合とから構成される。

30

40

【0022】

言い替えれば、図4bを参照すると、変分モデリングツールキット405は、ソフトウェアアプリケーション400からの変分編集コマンドに基づいて動作する。さらに、ソフトウェアアプリケーション400は非変分モデリングの呼出しを3D幾何モデラ410に送り、3D幾何モデラ410は、幾何モデラの当業者には普通に理解されるように、幾何

50

ソフトウェアコンポーネントライブラリ415を利用する。変分モデリングツールキット405に関し、以下でより詳細に説明されるが、発見、編集、解決および適用を含む変分編集に関連して、いくつかの動作が発生する。幾何ソフトウェアコンポーネントライブラリの集合が、例えば、幾何学的制約解決、変分設計、パラメトリック設計、運動シミュレーション、衝突判定、クリアランス計算、トポロジー配置、トポロジー運動解決、隠線除去などのモデリング機能を提供することは、ソリッドモデリングの当業者には通常理解される。3D幾何モデラ410およびコンポーネントライブラリ415が個別のコンポーネントであるよりは、同一のアプリケーションであるか、または、これらの組合せであることは、本実施形態の範囲内である。コンピュータプログラムについて説明したが、以降、モデル修正システムについてより詳細に説明する。

10

【0023】

3. モデル修正システム

モデル修正システムを考察する。図5は、実施形態により使用される方法全体のブロック図である。図5を参照すると、本実施の形態は、方法処理モジュール309により提供される指令が記述する方法を用いるロジック処理モジュール308を開示する。記述された方法は、設計用のソフトウェア指令を有するコンピュータで操作されるソリッドモデル表現における幾何学的関係を修正する方法であり、全体として参照番号500で示す。以下のステップは、以下に説明する詳細を有するシステムにて説明される実施形態の概略を示すために説明するものである。このシステムは、幾何モデルを定義する複数の幾何モデル定義を有するデータファイルにアクセスする(ステップ500)。このシステムは、幾何モデル定義を幾何モデルの幾何学的表現に変換する(ステップ505)。このシステムは、ユーザにより定義された少なくとも1つの幾何構造と幾何モデルとの間の複数の幾何条件を計算し、複数の制限を形成する(ステップ510)。このシステムは、複数の制限にしたがって修正された幾何フューチャによって修正された幾何モデルを計算し、ユーザに表示する(ステップ515)。

20

【0024】

図6は、例としてのソリッドモデル修正システムを示す図である。図6を参照すると、ソフトウェアアプリケーション400を使用するユーザは、ソフトウェアアプリケーション400に必要なコマンドを実行し、好ましくは、ソリッドモデルデータファイル225に保存されたソリッドモデルの仮想表現に関連するデータを有するハードディスクドライブ600である保存装置355にアクセスする。ソリッドモデルデータファイル225には、好ましくはソフトウェアアプリケーション400、仮想モデリングツールキット405、3D幾何モデラ410およびコンポーネントライブラリ415がアクセスすることができる。ソフトウェアアプリケーション400はソリッドモデリングアプリケーション605により特徴付けられる。ソリッドモデリングアプリケーション605は、ファイル処理モジュール308を用いて、3D幾何モデラ410のためのモデラ転送ファイルタイプを指す、好ましくはstand.x_t形式で、変分モデリングツールキット405のための変分モデリングツールキット情報のファイルタイプを指すstand.vtk_data形式で、ハードディスクドライブ600に保存された好ましくはデータファイル610として構築されたソリッドモデルデータファイル225にアクセスする。なお、stand*はファイル名の汎用部分を指す。ソリッドモデリングアプリケーション605は、独自に認識するファイルタイプ拡張子、例えば、*.APPを有し、これをソリッドモデルの操作に関する十分な情報を得るために用いる。続いて、ソリッドモデリングアプリケーション605は、ハードディスクドライブ600に保存されたデータファイル610にアクセスし、stand.x_tファイルを3D幾何モデラセッション本体にロードし、これに3D幾何モデラ410がアクセスする。stand.vtk_dataファイルは3D幾何モデラセッション本体にロードされ、付加される。ソリッドモデリングアプリケーション605は、ソリッドモデルに関連するアプリケーションデータをロードし、独自のファイルタイプ、例えば、PRTにしたがってデータファイル610にアクセスする。いったんインタラクションが形成されると、変分モデリングツールキット405は変分モ

30

40

50

デリングツールキット A P I 6 1 5 により修正計算を行うが、これは以下で詳述する。ソリッドモデル修正の後、修正されたソリッドモデルをハードディスクドライブ 6 0 0 に保存するため、変分モデリングツールキット 4 0 5 に関連するデータがソリッドモデルから取り出され、v t k _ d a t a 構造に配置された後、s t a n d . v t k _ d a t a ファイルに保存されることがブロック 6 2 0 に示される。ソリッドモデルの本体形状も、アプリケーションデータと同様にハードディスクドライブ 6 0 0 に保存される。

【 0 0 2 5 】

4 . モデル修正方法

1 つ以上のインタラクションが存在することのできるインタラクションの初期化は、ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 がインタラクションオブジェクト 6 2 5 を形成すると開始され、インタラクションオブジェクト 6 2 5 が破棄されるときに終了する。ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 は好ましくは、インタラクションオブジェクト 6 2 5 を、パーツ例、存在する制限、および例えば内部パーツから直接使用することのできない寸法を備えるモデル状態に駐在させ、またどの寸法がハード意図寸法であるか、すなわちフロートすることができ、ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 のユーザにより定義されたように破棄することのできるハード意図寸法であるかを特定する。ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 は好ましくは、インタラクションオブジェクト 6 2 5 を、変化トポロジを備えるモデル状態に駐在させる。ここでトポロジは、面、縁、頂点 (F E V) であり、変化トポロジだけでなく、ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 により提供される修正操作により変化する複数の F E V も含む。さらにソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 は好ましくは、インタラクションオブジェクト 6 2 5 を、ソリッドモデル、および環境を規定する距離および周囲のような直接利用することのできない検索範囲オプションに関連する付加的情報を備えるモデル状態に駐在させる。ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 は、例えばプロシージャまたは A P I コールのような既知の通信方法により、変分モデリングツールキット 4 0 5 を呼び出す。

【 0 0 2 6 】

変分モデリングツールキット 4 0 5 はインタラクション情報をソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 から受け取り、変化トポロジと、変化トポロジにない他の F E V との幾何的關係をサーチすることにより、インタラクションオブジェクト 6 2 5 の意図を算出する。これは、例えば同一平面、同心、等半径、接線および対称のようなソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 で共通に使用される既知のサーチメカニズム本体を使用して行われる。変分モデリングツールキット 4 0 5 はサーチされた情報を、好ましくはユーザによる選択のために、ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 にフィードバックする。択一的に選択は、所定の選択スキームまたは他の公知の識別方法にしたがい自動的に行うこともできる。ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 はオプションで、変化トポロジと他の F E V との間の幾何的關係のサーチを、認識の第 1 のレベル、第 2 のレベルそして第 n のレベルまで反復的に繰り返す。例えば認識の第 1 のレベルが、変化トポロジに関連して F E V に適用される。これはいわば、変化トポロジとフューチャを共有するサーチされた F E V である。

【 0 0 2 7 】

意図について説明を続けると、ソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 は、決定された幾何的關係にあるどのトポロジフューチャを、固定フューチャまたは非固定フューチャとすべきか特定する。固定フューチャは、その幾何的定義がホストソリッドモデルトポロジから独立しているトポロジにより定義される。反対に、非固定フューチャは、その幾何的定義がホストソリッドモデルトポロジに依存するトポロジにより定義される。変分モデリングツールキット 4 0 5 は上記の情報をコンポーネントライブラリ 4 1 5 に提供する。例えば 3 次元寸法制限マネージャ (3 D D C M) が、寸法主導型の制限ベース設計機能を、寸法および制限の効率的な使用を可能にし、アセンブリおよびメカニズムのパーツを位置決めし、パーツの形状をコントロールし、3 D スケッチを形成するアプリケーション列に提供する。さらにソリッドモデリングアプリケーション 6 0 5 のユーザ

10

20

30

40

50

は、変化トポロジーでの実行のための動作形式を指示する。これは例えば距離値の変化、フューチャのドラッグ、またはオフセットの形成である。使用可能な操作形式に関して、ユーザはまた、「SYSTEM AND METHOD FOR AUTO-DEMENSIONING BOUNDARY REPRESENTATION MODEL」、2006年12月18日、米国刊行物番号2008/0143708に開示され、記載された自動寸法記入を含むオプションを特定することができる。ソリッドモデリングアプリケーション605は選択された値を、インタラクションオブジェクト625への修正のために複数の制限を決定するために供給された操作を勘案して供給する。ここでの制限は、推定されたものであるか、定義されたものであるか、または両者である。変分モデリングツールキット405は、認識され容認された制限および寸法を3D DCMに供給し、最小の接続的制限を、必要なソリッドモデルをともに保持するために加える。

10

【0028】

修正が発生し、アップデート中にソリッドモデルに適用される。ソリッドモデリングアプリケーション605は変化トポロジーを、設計意図にしたがい修正し、このとき複数の制限を寸法値の変化により適合し、またはFEVが特定の距離により位置を特定する。面トポロジーをオフセットする場合、3D幾何モデラ410を使用して新たな幾何形状を予め算出するのが好ましい。アップデート中、変分モデリングツールキット405は制限と寸法を解決し、半径を含む新たなFEV位置値を決定する。変分モデリングツールキット405を含むアップデートは、3D幾何モデラ410とソリッドモデルパーツ位置形態に分割され、ソリッドモデルパーツ位置形態は、ソリッドモデリングアプリケーション605により問い合わせ可能な時点で適用される。このシステムは、修正された編集フューチャを備える幾何モデルをユーザに表示する。このようにして変分モデリングツールキット405は好ましくは、解決された変化を、3D幾何モデラ410に幾何モデラ410により提示されたモデルに適用する。同様にソリッドモデリングアプリケーション605により提供された回答によって引き起こされた制限違反をチェックする。FEVセットをドラッグする場合には、ソフトウェアアプリケーション400は変化セット値をループに、好ましくはヒステリシスを回避するためにロールバック手順を使用して反復して適用することができる。さらにソリッドモデリングアプリケーション605はさらなる手順コールを、同じベースデータを供給し、同じインタラクションの一部を形成する種々の操作に対して行うことができる。ソリッドモデリングアプリケーション605は好ましくは、いずれかの消費トポロジー面、変化された面についてのアップデートマッピング情報、修正されたソリッドモデルをユーザに表示するためのパーツポジショニング変換を必要とし、そして最後にインタラクションオブジェクト625を破棄する。

20

30

【0029】

5. アプリケーションワークフロー例

図7は、例としてのソリッドモデル修正システムを使用した、平面までの距離変化を示す。図7を参照すると、ユーザはソリッドモデルパーツ700を、選択された編集部分を705に示された位置にドラッグすることによって修正しようとする。ユーザはソリッドモデリングアプリケーション605を、表示装置335に示されるようにアクティブにし、ソリッドモデルパーツをロードする。ソリッドモデリングアプリケーション605は、ソリッドモデルパーツ700、すなわち平面710を変分モデリングツールキット405にロードする。続いて変分モデリングツールキット405はまたシリンダ面715を平面710への接線として、ソリッドモデリングアプリケーション605からのヘルプによって認識する。ソリッドモデリングアプリケーション605はシリンダ面715を選択セットに追加し、修正することのできた他のFEVセットが存在するか否かを反復的にチェックする。変分モデリングツールキット405はさらに角度面720を、シリンダ面715への目下の接線として同定し、これを選択セットに追加する。ユーザは平面710を固定しようとするが、選択セットを非固定として決定する。非固定フューチャは、その幾何定義がホストモデルトポロジーに依存するものの1つである。さらに制限を決定し、平面710とシリンダ面715は強制された接線であり、同様にシリンダ面715と角度面72

40

50

0も強制された接線である。さらに自動寸法設定操作オプションが、遠くの平行面725からの距離を選択された平面710に追加する。ユーザは、ソリッドモデリングアプリケーション605により提供されたツールを、選択セット、すなわち平面710位置から遠くの平行面725位置までの自動距離設定をグラフィカルにドラッグするために利用する。

【0030】

図8は、例としてのソリッドモデル修正システムを使用した、曲率半径の変化を示す。図8を参照すると、ユーザはソリッドモデルパーツ800を、半径値を10単位から20単位に変更することによって修正しようとする。ユーザはソリッドモデリングアプリケーション605を、表示装置335に示されるようにアクティブにし、ソリッドモデルパーツ800を変分モデリングツールキット405にロードする。選択されたエッジ805も同定され、変分モデリングツールキット405にロードされ、このようにしてシェルフェーチャが変分モデリングツールキット405により認識され、同定される。ソフトウェアアプリケーション400は選択されたエッジ805を選択セットに追加し、修正することのできた他のFEVセットが存在するか否かを反復的にチェックする。変分モデリングツールキット405は、面トポロジにある選択されたエッジ805を認識し、関連の面トポロジが変分モデリングツールキット405に追加される。ユーザは、ソリッドモデリングアプリケーション605を使用して半径変化操作を選択する。ソリッドモデリングアプリケーション605は、変分モデリングツールキット405への必要な手順コールを伝達する。選択されたエッジ805は面トポロジに一致することが強いられ、一方、シリンダ面は非固定と決定される。前と同じように、非固定シリンダ面はホストモデルトポロジに依存する。関連するシェル面間の距離が計算され、半径の新たな値が適用される。変分モデリングツールキット405は、両方のシリンダ半径のオフセットおよび変化された面のための新たな位置810を、ソリッドモデリングアプリケーション605に通知し、表示装置335でユーザに表示される。

【0031】

6. 結論

本実施形態は、デジタル電子回路、またはコンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せにおいて実現することができる。実施形態の装置は、機械読み出し可能な記憶デバイスに実装されるコンピュータプログラム製品であってプログラミング可能なプロセッサによって実行されるコンピュータプログラム製品で具現化することができる。また、実施形態の方法のステップは、入力データを操作して出力を生成することにより、実施形態の機能を実行するための命令のプログラムを実行するプログラミング可能なプロセッサによって実施することができる。

【0032】

有利な実施形態は、少なくとも1つのプログラミング可能なプロセッサを含むプログラミング可能なシステムで実行可能な1つまたは複数のコンピュータプログラムで具現化することができる。その際にはこの少なくとも1つのプログラミング可能なプロセッサは、データ記憶システム、少なくとも1つの入力デバイスからデータおよび命令を受信し、データ記憶システム、少なくとも1つの出力デバイスへデータおよび命令を送信するように結合されている。アプリケーションプログラムを高級な手順向きプログラミング言語で具現化するか、またはオブジェクト指向プログラミング言語で具現化するか、または望ましい場合にはアセンブリ言語または機械言語で具現化することができる。いずれの言語も、コンパイルされた言語または翻訳された言語とすることができる。

【0033】

一般的にプロセッサは、命令およびデータをROMおよび/またはRAMから受け取る。コンピュータプログラム命令およびデータの具現化に適している記憶デバイスはあらゆる形態の不揮発性メモリを含み、これにはEPROM、EEPROMおよびフラッシュメモリデバイスのような半導体メモリデバイス、内部ハードディスクのような磁気ディスク、リムーバブルディスク、磁気光学的ディスク、CD-ROMディスクが含まれる。前記の

10

20

30

40

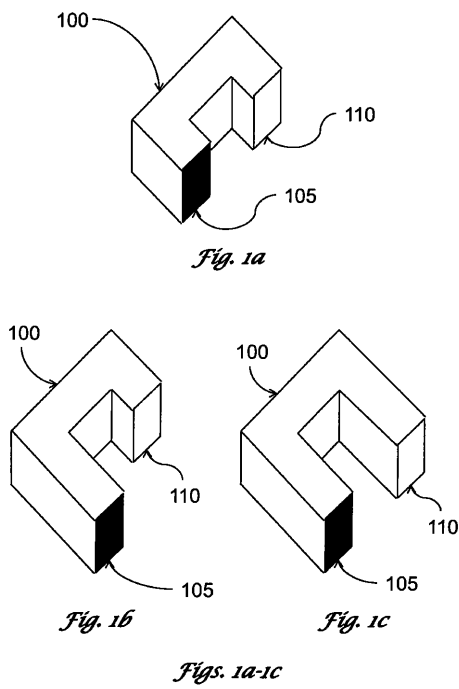
50

いずれもが特殊設計された A S I C (アプリケーション専用集積回路) により補足することができ、または A S I C に組み込むことができる。

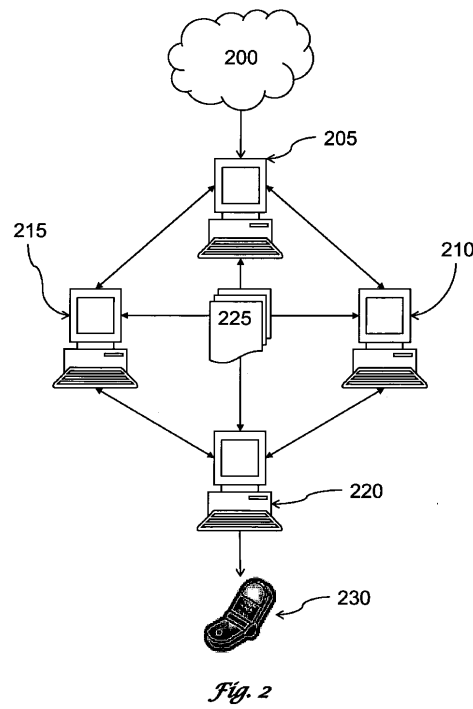
【 0 0 3 4 】

複数の実施例が説明された。本実施形態の精神および範囲を逸脱することなくさまざまな変更を行い得ることは明らかである。したがってこれ以外の実施形態も特許請求の範囲内に含まれるものである。

【 図 1 a - 1 c 】



【 図 2 】



【図3】

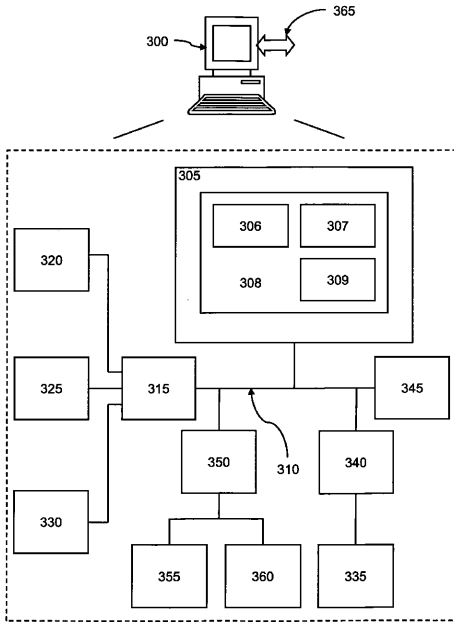


Fig. 3

【図4a】

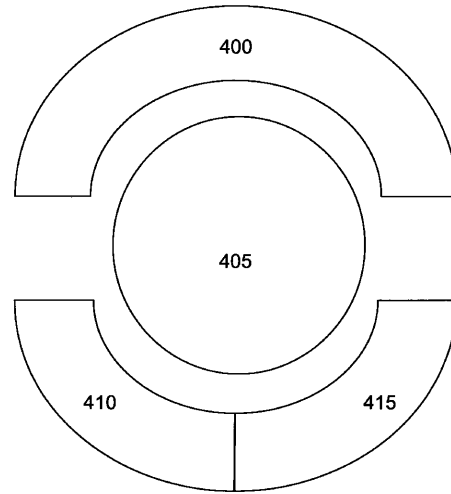
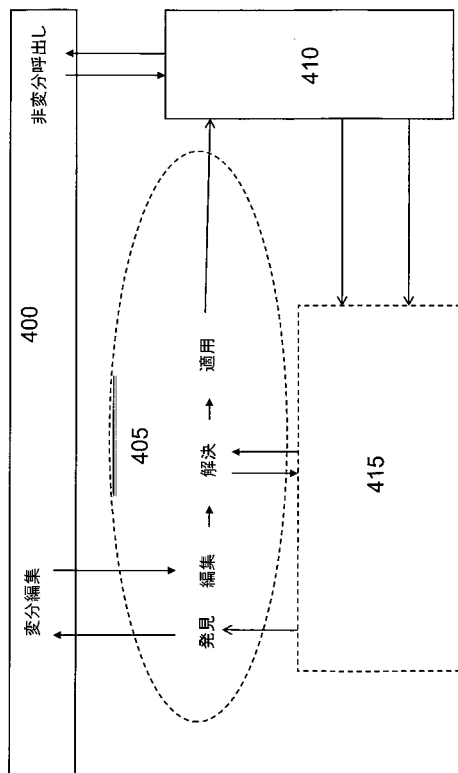
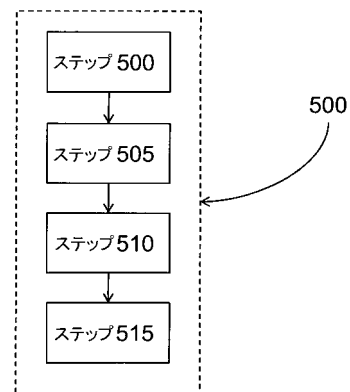


Fig. 4a

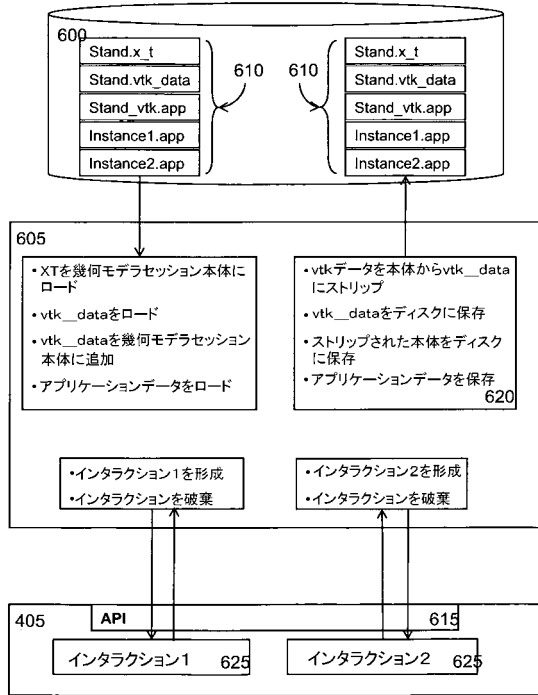
【図4b】



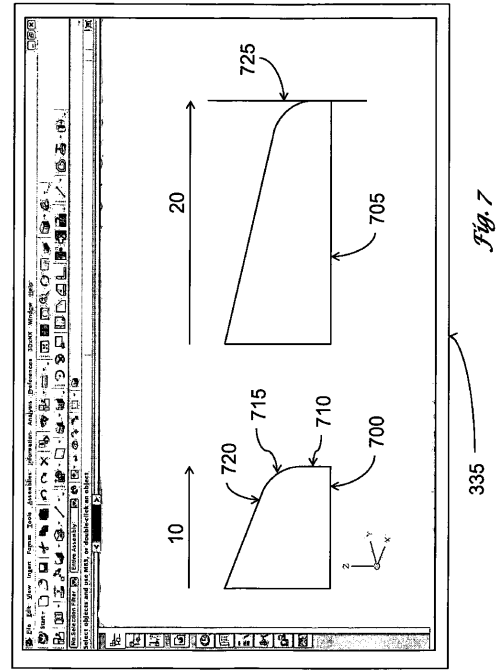
【図5】



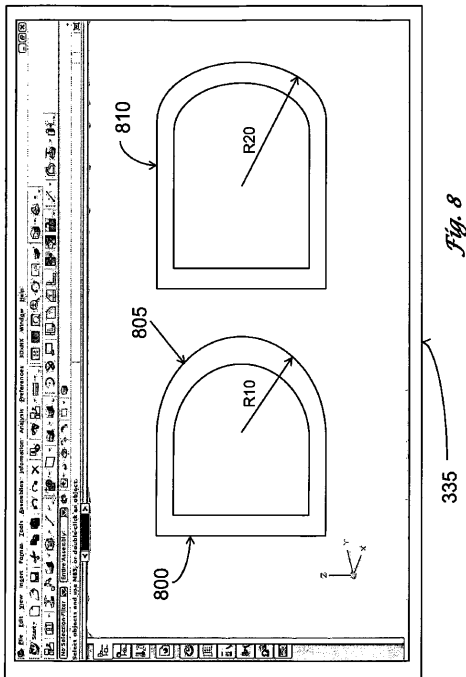
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100061815
弁理士 矢野 敏雄
- (74)代理人 100112793
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100156812
弁理士 篠 良一
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ダニエル シー . スティブルズ
アメリカ合衆国 メイン ケイプ エリザベス ウッド ロード 58
- (72)発明者 アディティア エヌ . グルシャンカー
アメリカ合衆国 アラバマ マディソン オナー ウェイ 121
- (72)発明者 マリカルジュナ ガンディコタ
インド国 マハラシュトラ プーナ ラハトニ ピンブル サウダガール サンシャイン ヴィラ
ズ エイ 30
- (72)発明者 ジェフリー エイ . ウォーカー
アメリカ合衆国 アラバマ ハンツヴィル サンスケープ ドライヴ 114
- (72)発明者 ハワード チャールズ ダンカン マットソン
イギリス国 ケンブリッジ インピントン アンブロウズ ウェイ 12
- (72)発明者 ダグラス ジョゼフ キング
イギリス国 ピーターバラ ホイットルサー バウカー ウェイ 30
- (72)発明者 ニール ジー . マッカイ
イギリス国 ミドロウジアン ラスウェイド スクール グリーン 18 サニーブレイ ハウス

審査官 松浦 功

- (56)参考文献 特開平08-087608(JP,A)
米国特許第06441837(US,B1)
米国特許第07062341(US,B1)
特開2003-162550(JP,A)
特開平05-089210(JP,A)
SOHRT, W. et al., INTERACTION WITH CONSTRAINTS IN 3D MODELING, SMA '91 PROCEEDINGS OF THE FIRST ACM SYMPOSIUM ON SOLID MODELING FOUNDATIONS AND CAD/CAM APPLICATIONS, ACM, 1991年, pp. 387-396
HSU C. et al., A CONSTRAINT-BASED MANIPULATOR TOOLSET FOR EDITING 3D OBJECTS, SMA '97 PROCEEDINGS OF THE FOURTH ACM SYMPOSIUM ON SOLID MODELING AND APPLICATIONS, ACM, 1997年, pp. 168-180

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 17/50