

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6435337号
(P6435337)

(45) 発行日 平成30年12月5日(2018.12.5)

(24) 登録日 平成30年11月16日(2018.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 19/20 (2011.01)

G 0 6 T 19/20

G 0 6 F 17/50 (2006.01)

G 0 6 F 17/50 6 2 4 F

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-548225 (P2016-548225)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月23日 (2015.1.23)
 (65) 公表番号 特表2017-513083 (P2017-513083A)
 (43) 公表日 平成29年5月25日 (2017.5.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/012718
 (87) 国際公開番号 W02015/112880
 (87) 国際公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 審査請求日 平成29年11月24日 (2017.11.24)
 (31) 優先権主張番号 61/931,497
 (32) 優先日 平成26年1月24日 (2014.1.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500430693
 ダッソー システムズ ソリッドワークス
 コーポレーション
 アメリカ合衆国 02451 マサチュー
 セッツ州 ウォーザン ワイマン ストリ
 ート 175
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 マシュー ロローノ
 アメリカ合衆国 02451 マサチュー
 セッツ州 ウォーザン ワイマン ストリ
 ート 175

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンピュータ支援設計モデルの破断表現の作成

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

破断状態のコンピュータ生成三次元(3D)モデルを作成するためのコンピュータに実装される方法であって、

非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルの領域を除去して、前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルを作成するステップであって、前記除去することは前記コンピュータ生成3Dモデルにギャップを生成する、ステップと、

前記非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルと、前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルと、の間のマッピングを実行して、前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルに対して実行される操作が、前記非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルを定義するデータを利用することを可能にするステップと、
 を含み、

前記マッピングが、前記非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルを定義するデータと、前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルを定義するデータと、の間の関係を維持する、ことを特徴とする方法。

【請求項2】

前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルに対して変更がなされると、前記変更を反映するように前記非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルが更新され、

前記非破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルに対して修正がなされると、前記修正を反映するように前記破断状態の前記コンピュータ生成3Dモデルが更新される、こと

10

20

を特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

識別データを使用して、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおけるエンティティを識別するステップであって、各識別されたエンティティがトポロジエンティティおよびジオメトリエンティティのうちの 1 つである、ステップと、

前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルと、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルと、を定義する 1 つまたは複数のデータ構造を構築するステップと、

前記識別データを利用して、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおけるいずれの識別されたエンティティから、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおけるエンティティが導き出されるのかを判定し、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルに対して実行される操作が、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルを定義するデータを使用することを可能にするステップと、

をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記識別データが、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおける前記識別されたエンティティと、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおける個々の導き出されたエンティティと、の間のポイントのセットであることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記マッピングが、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおける各識別されたエンティティと、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおける個々の導き出されたエンティティと、の間の関係を形成することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

前記実行される操作が、寸法および測定値のうちの 1 つをコンピュータ画面上に出力することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記識別データを利用して、前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルに関連する第 1 の位置を判定するステップと、

前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルにおける第 2 の位置を算出して、注記を表示するステップと、

をさらに含むことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 8】

前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルの前記領域を除去する前記ステップが、

除去する前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルの前記領域を指定するステップと、

前記領域のサイズのボリュームを構成するステップと、

ブール演算を使用して、前記ボリュームを前記非破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルから取り去り、前記破断状態の前記コンピュータ生成 3 D モデルを作成するステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ボリュームが、押し出し平面、押し出し輪郭、およびスイープ輪郭のうちの 1 つから構成されることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ボリュームが、サドル形状サーフェスおよびジグザグパターンサーフェスのうちの 1 つを押し出すことにより構成されることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の方法を実行するコンピュータ支援設計システム。

10

20

30

40

50

【請求項 12】

コンピュータによって実行されると、前記コンピュータに請求項 1 から 10 のいずれかに記載の方法を実行させるコンピュータ実行可能命令を記録したコンピュータ可読記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願

本願は、2014年1月24日に提出された米国特許仮出願第61/931,497号の利益を主張する。上記出願の教示の全体が、参照としてここに組み込まれる。

10

【背景技術】

【0002】

コンピュータ支援設計(CAD)ソフトウェアにより、ユーザが、複雑な三次元(3D)モデルを構築および操作することが可能となる。3Dモデルの作成には、多数の異なるモデリング技法を使用することができる。これらの技法には、ソリッドモデリング、ワイヤフレームモデリングおよびサーフェス(surface)モデリングが含まれる。ソリッドモデリング技法では、3次元モデルが、相互に結合したトポロジエンティティ(例えば、頂点(vertex)、エッジ(edge)および面(face))の集合であるトポロジカルな3次元モデルを提供する。トポロジエンティティは、対応する補助ジオメトリエンティティ(例えば、点、トリムカーブおよびトリムサーフェス)を有する。トリムサーフェスは、エッジによって境界が決められたトポロジ面に相当する。一方、ワイヤフレームモデリング技法は、単純な3次元の線の集合としてモデルを表すのに用いられ、サーフェスモデリングは、外面の集合としてモデルを表すのに用いることができる。CADシステムでは、これらのモデリング技法と、パラメトリックモデリング技法などの他のモデリング技法とを組み合わせることもできる。パラメトリックモデリング技法を使用して、モデルの異なるフィーチャおよび構成部品についての種々のパラメータを定義すること、また、種々のパラメータ間の関係に基づいてそれらのフィーチャと構成部品との関係を定義することができる。

20

【0003】

CADシステムは、3Dオブジェクトの2D表現である、二次元(2D)オブジェクトをサポートすることもできる。二次元オブジェクトおよび三次元オブジェクトは、設計プロセスの様々な段階において、有用であるモデルの三次元表現は、一般に、物理的コンテキストにてモデルを可視化するために使用されるが、これは、設計者が、3D空間でモデルを操作すること、および、いずれの考え得る視点からもモデルを可視化することができるからである。モデルの二次元表現は、一般に、モデルの設計を準備して正式に文書で記録するために使用される。

30

【0004】

設計技術者は3DCADシステムの典型的なユーザである。設計技術者は、3Dモデルの物理的側面および美的側面を設計し、3Dモデリング技法に熟練している。設計技術者はパーツを作成し、パーツをサブアセンブリに組み立てる。サブアセンブリは、他のサブアセンブリから構成されていてもよい。アセンブリはパーツおよびサブアセンブリを使用して設計される。以下では、パーツおよびサブアセンブリを総称して構成部品と称する。

40

【0005】

ユーザは、2DCADモデルの破断線ビューを作成したい場合がある。破断線ビューでは、冗長、または、ある意味図面ビューには不要と思われる、モデルのビュー部分から取り除くことにより、小さいサイズの図面シート上に、図面ビューを大きなスケールで表示することが可能となる。設計技術者は、対の破断線を使用して、ビューにギャップまたはブレイクを作成する。破断部分に関連する参照寸法およびモデル寸法は、実際のモデル値を反映するものでなければならない。

【0006】

50

現在の最新式のコンピュータ支援設計システムでは、フィーチャベースの3Dモデルにおける破断線ビューは、3Dモデルに直接フィーチャを追加することにより作成することができる。これらのフィーチャは、3Dモデルを非破断状態では保存しないため、3Dモデルのクエリおよび注記（アノテート）を行い、中断フィーチャを取り除かなければならない。さらに、破断状態で、寸法が必要とされる場合、寸法の値を上書きして、適切な値を表示しなければならない。

【0007】

例えば、マサチューセッツ州ウォルサムのダッソー・システムズ・ソリッドワークス社から入手可能なSolidWorks（登録商標）2014ソフトウェアを使用して、ブレークを3Dモデルに追加するためには、ユーザは、まず、3Dソリッドモデル内の除去する領域にカットフィーチャを追加し、これにより、3Dモデル内には大きなギャップが残され、ギャップの両側に新しい別個のソリッドボディができる。直線状のカットの場合、ユーザは、ソリッドボディを平面でスライスする能力を有する。より複雑なカットでは、ユーザは、まず、ジグザグの輪郭または他の輪郭を作成することによりカットツールのボディを作成し、次にCut-Extrude（カット押し出し）などのSolidWorksコマンドを使用して、カットを生成しなければならない。そして、ユーザは、各ボディをお互いに等距離になるように移動させるのに必要な距離を計算する。ユーザが、Move/Copy Bodies（ボディの移動/コピー）コマンドを選択すると、ボディ移動操作が、2回、2つのボディそれぞれに対して1回ずつ、適用され、それにより、2つのボディを、先に計算したように近づくように移動させ、さらに、ソリッドボディのそれぞれの定義を修正する。これが完了すると、3Dモデルが直接変更されて、2つの分離した区別できるソリッドボディとなったため、測定ツールは、もはや3Dモデルを正確には測定せず、寸法は、もはや正確ではなく、結果として破断モデルが得られる。さらに、いくつかの最新式のCADシステムでは、2D図面に含まれる3Dモデルの1つまたは複数のブレークを含む正確な不等角投影図を作製することができない。

【0008】

破断3Dモデルと非破断状態の同じ3Dモデルとにおける、データの正確さおよび一致を維持かつ保証することにより、時間節約の利点が得られ、ユーザは、（a）業界基準に従った、業界基準を個々の2D図面内の3Dモデルのビューに適用する破断3Dモデルを素早く生成すること、（b）破断3Dモデルと対話すること、（c）破断3Dモデルを簡単に修正すること、および（d）破断3Dモデルの測定および注記を行う、ことができる。

【0009】

3Dモデルの全体または大きな部分を表示する際に3Dモデルの特定の部分を修正することは、3Dモデルを表示するのに必要なスケールのため、面倒で非効率的なものとなることが多い。生産性を上げるために、現在の最新式のCADシステムは、3Dモデルの簡易型レンダリングを提供するためのシステムおよび方法から恩恵を受けることになり、それにより、ユーザは、3Dモデルの特定の部分を簡単に修正することができる。

【発明の概要】

【0010】

概して、一態様において、本発明の実施形態は、破断状態のコンピュータ生成三次元（3D）モデルを作成するためのコンピュータに実装される方法の特徴とする。破断状態の3Dモデルを作成するために、非破断状態の3Dモデルの領域が除去され、マッピングが、非破断状態の3Dモデルと破断状態の3Dモデルとの間で実行されて、破断状態の3Dモデルに対して実行される操作が、非破断状態の3Dモデルを定義するデータを利用することを可能にする。マッピングは、非破断状態の3Dモデルを定義するデータと破断状態の3Dモデルを定義するデータとの間の関係を維持する。

【0011】

本発明の実施形態は、非破断状態の3Dモデルを更新して、破断状態の3Dモデルに対してなされた変更を反映するステップ、および破断状態の3Dモデルを更新して、非破断

10

20

30

40

50

状態の３Ｄモデルに対してなされた修正を反映するステップと、識別データを使用して、非破断状態の３Ｄモデルにおけるエンティティを識別するステップであって、各識別されたエンティティがトポロジエンティティまたはジオメトリエンティティであるステップと、非破断状態の３Ｄモデルと破断状態の３Ｄモデルとを定義する少なくとも１つのデータ構造を構成するステップと、識別データを利用して、非破断状態の３Ｄモデルにおけるどの識別されたエンティティから、破断状態の３Ｄモデルにおけるエンティティが導き出されるのかを判定し、前記破断状態の３Ｄモデルに対して実行される操作が、前記非破断状態の３Ｄモデルを定義するデータを使用することを可能にするステップと、を含む。

【００１２】

本発明のさらなる実施形態では、識別データが、非破断状態の３Ｄモデルにおける識別されたエンティティと、破断状態の３Ｄモデルにおける各導き出されたエンティティと、の間のポイントのセットであり、マッピングが、非破断状態の３Ｄモデルにおける各識別されたエンティティと、破断状態の３Ｄモデルにおける個々の導き出されたエンティティと、の間の関係を形成し、実行される操作が、寸法および測定値のうち的一方をコンピュータ画面上に出力する。

10

【００１３】

本発明の別の実施形態は、識別データを利用して、非破断状態の３Ｄモデルに関連する位置を判定するステップと、破断状態の３Ｄモデルにおける別の位置を算出して、注記を表示するステップと、を含む。さらに別の実施形態では、非破断状態のコンピュータ生成３Ｄモデルの領域を除去するステップが、除去する非破断状態の３Ｄモデルの領域を指定するステップと、領域のサイズのボリューム（容積体）を構成するステップと、ボリュームを非破断状態の３Ｄモデルから取り去り（subtract）、破断状態の３Ｄモデルを作成するステップと、を含む。実施形態では、ボリュームを、押し出し平面、押し出し輪郭、およびスイープ輪郭のうちの一つから構成することができ、または、サドル（saddle）形状サーフェスもしくはジグザグパターンサーフェスを押し出すことにより構成することができる。

20

【００１４】

さらに他の実施形態は、識別データを、非破断３Ｄモデルから、破断３Ｄモデルにおける個々のトポロジエンティティまたはジオメトリエンティティにコピーするステップと、破断３Ｄモデルにおける個々のトポロジエンティティまたはジオメトリエンティティから、非破断モデルにおけるトポロジエンティティまたはジオメトリエンティティへの参照としてポイントを使用するステップと、を含むことができる。

30

【００１５】

他の実施形態は、データ記憶システムに動作可能に接続されるプロセッサと、プロセッサに動作可能に接続されるデータ記憶メモリと、と有するコンピュータ支援設計（ＣＡＤ）システムを含む。かかる実施形態では、データ記憶システムが三次元（３Ｄ）モデルを記憶し、データ記憶メモリが、プロセッサに、非破断状態の３Ｄモデルの領域を除去することと、非破断状態の３Ｄモデルと破断状態の３Ｄモデルとの間のマッピングを実装して、破断状態の３Ｄモデルに対して実行される操作が、非破断状態の３Ｄモデルを定義するデータを利用することを可能にすることと、を行わせるように構成する命令を含む。マッピングは、非破断状態の３Ｄモデルを定義するデータと破断状態の３Ｄモデルを定義するデータとの間の関係を維持する。

40

【００１６】

さらに他の実施形態は、非破断状態の３Ｄモデルの領域を除去することと、非破断状態の３Ｄモデルと破断状態の３Ｄモデルとの間のマッピングを実装して、破断状態の３Ｄモデルに対して実行される操作が、非破断状態の３Ｄモデルを定義するデータを利用することを可能にすることと、のための命令を含むコンピュータ可読データ記憶媒体を含む。マッピングは、非破断状態の３Ｄモデルを定義するデータと破断状態の３Ｄモデルを定義するデータとの間の関係を維持する。

【００１７】

50

1 つまたは複数の本発明の実施形態の詳細については、添付の図面および以下の説明において記載される。本発明の他の特徴、目的、および利点については、この説明および図面、ならびに請求項から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0018】

上記の内容は、添付の図面で示されるように、本発明の実施形態の例についての以下のより具体的な説明から明らかとなるであろう。図面においては、同一の参照符号は異なる図面においても同一部品を指す。図面は必ずしも縮尺どおりではなく、代わりに、本発明の実施形態を説明することに重点が置かれている。

【図1】コンピュータ支援設計(CAD)モデルを寸法と共に示す図である。

10

【図2】図1のCADモデルをカット平面と共に示す図である。

【図3】本発明の一実施形態による、図1のCADモデルの破断線ビューを示す図である。

【図4】本発明の一実施形態による、図1のCADモデルの破断線ビューを示す図である。

【図5】本発明の一実施形態の一例による、図1のCADモデルの破断線ビューと、測定値と、を示す図である。

【図6】本発明の実施形態の一例による、図1のCADモデルの破断線ビューと、修正寸法と、を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態による、図1の未破断のCADモデルと、修正寸法と、を示す図である。

20

【図8A】本発明の一実施形態による、パイプの破断モデルを示す図である。

【図8B】本発明の一実施形態による、パイプの破断モデルを示す図である。

【図9A】サドル形状ツールの作成および適用を示す図である。

【図9B】サドル形状ツールの作成および適用を示す図である。

【図9C】サドル形状ツールの作成および適用を示す図である。

【図9D】サドル形状ツールの作成および適用を示す図である。

【図10】本発明の実施形態の一例による、コンピュータ支援設計システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0019】

本発明では、三次元(3D)コンピュータ支援設計(CAD)モデルの作成を可能にし、該モデルは、2つまたはそれ以上のピースに破断され、その構成部品または部分を破断領域に表示することを排除し、3Dモデルをよりコンパクトに、当業者には二次元(2D)破断線ビューとして既知であるものと類似のものにする。3Dモデルをコンパクトにすること(例えば、細長い構成部品を短くする、および/または、得られるギャップ内に構成部品を表示しない)は、3D破断状態において正確に描かれるさらに、3D破断モデルを修正することができ、また、それに従って非破断モデルを自動的に修正することができ、その逆も同様である。3Dモデルの破断状態および非破断状態の両方を調和させて修正するために、本発明は、非破断状態の3Dモデルと破断状態の3Dモデルとの間の関係を維持する。関係を維持することで、非破断モデルに対して実行される操作が、破断モデルに対して実行されるようにすることができ、その逆も同様である。さらに、3Dモデル内のブレークを横断する3Dジオメトリを、3Dジオメトリが中断されないように、測定することができる。3Dジオメトリのトラバースのための寸法データを提供する注記はまた、3Dジオメトリが中断されないかのように、値を描く。

40

【0020】

破断モデルの作成中、本発明では、破断モデルにおけるモデルトポロジ(すなわち、面、エッジ等)を、元の、すなわち、非破断モデルのモデルトポロジにマッピングするデータ構造を構築する。代替えとして、または加えて、破断モデルにおけるジオメトリを、非破断モデルのジオメトリにマッピングすることができる。破断モデルおよび非破断モデル

50

内のある位置が、お互いに対してマッピングされる。これらの位置は、点の (x, y, z) 座標が頂点等のトポロジにアタッチされない、点である。これは、例えば、寸法および測定値を伴う場合である。例えば、寸法は、トポロジを参照することに加えて、テキスト、補助線、矢印などを有する。SolidWorksソフトウェアにより生成される測定値は、典型的には、少なくとも矢印と、吹き出しボックスと、を有する。

【0021】

マッピング位置は、モデルが破断されるときに、ピースがお互いに対して移動するため、必要である。例えば、3Dモデルが2つに破断されると、ブレークの左側のモデルのピースが、ブレークの右側の破断モデルのピースに向かって右に移動され、ブレークの右側の破断モデルのピースが、ブレークの左側のピースに向かって左に移動される。(しかし、一実施形態では、静止したままの別のピースに向かって1つのピースを移動させるだけでもよい)

10

【0022】

破断モデル内の位置を、変換後のトポロジから直接導き出すことができないときは、位置の (x, y, z) 座標は、非破断モデルから破断モデルへ変換され、その逆も同様である。非破断モデルと破断モデルの位置の間のマッピングは、以下のように行う。非破断モデル空間から (x, y, z) 位置をマッピングするために、本発明では、カット平面のどちら側にこの位置があるのかを判定する。それにより、該位置が移動する方向と大きさを定義するベクタが判定される。これは、カットボディピースを元のモデルの中央に向かって移動させるために使用される同じベクタである。複数のカットがある場合、このプロセスはカットごとに繰り返される。

20

【0023】

位置、トポロジ、および/またはジオメトリのマッピングにより可能となるのは、破断モデルのジオメトリ(例えば、面およびエッジに対応するジオメトリ)の選択およびハイライト表示、破断モデルに注記する寸法の表示および修正、ならびに、破断モデルが破断されていないかのように、破断モデルにおいて測定を行う能力、である。さらに、非破断モデルは、破断モデルに対してなされる任意の変更に伴って更新され、同様に、破断モデル、非破断モデルに対してなされる任意の変更に伴って更新される。

【0024】

ここで図1を参照すると、コンピュータモニタ上に表示されるウィンドウ102が示される。ウィンドウ102は、コンピュータ化されたモデリングシステムが実行するモデリングソフトウェアによって生成され、モデリングシステムの一例については、後に図10を参照して示す。ウィンドウ102は、当業者が、ワシントン州レッドモンドのマイクロソフト社から入手可能なものなど、従来の市販のツールを使用することによりプログラムすることが可能な、従来のコンピュータ生成ウィンドウである。

30

【0025】

コンピュータ生成3Dモデル104が、ウィンドウ102のモデリング部分106内に表示される。実線と破線を使用してそれぞれ3Dモデルの可視のエッジと隠れたエッジを示すことにより、3Dモデル104のサーフェスを表示することができ、または、3Dモデル104を表示することができる。寸法108が表示されて、モデル104の長さが36単位であることを示す注記を与える。ユーザが、3Dモデル104を可視化し、操作するのを補助するために、本発明の実装には、構成部品、アセンブリ、または図面の構造がリスト化されるFeature Managerウィンドウパネル110などの、他のウィンドウ領域を含むこともできる。

40

【0026】

図2は、3Dモデル104を2つに破断するプロセスの最初を示す。図示されるように、カット平面120、125が、位置決めされて、3Dモデル104がどこで破断されるのかを示す。カット平面は、任意の方向に位置決めすることができるが、全てのカット平面は全体的に同じ方向に位置決めされる。ユーザインターフェースツールを、カット平面を位置決めするために利用可能とすることができる。図2では、左のカット平面120と

50

右のカット平面 1 2 5 を、3 D モデル 1 0 4 全体に渡ってスライドさせて、3 D モデル 1 0 4 が破断された際の結果となる、3 D モデル 1 0 4 におけるギャップのサイズを指定することができる。左のカット平面 1 2 0 と右のカット平面 1 2 5 との間のモデル 1 0 4 の領域が除去されて、モデル 1 0 4 の破断レンダリングが作成され、これを、2 つまたは 3 つの寸法で表示することができる。

【 0 0 2 7 】

参照面 1 3 0 は最初に選択され、左のカット平面 1 2 0 および右のカット平面 1 2 5 の向きを判定する。左のカット平面 1 2 0 および右のカット平面 1 2 5 は、お互いに独立して、かつ、静止したままの参照面 1 3 0 から独立して、参照面 1 3 0 から任意の距離移動させることができる。参照面 1 3 0 は、変更することができ、また、エッジ、軸、平坦な面、および円筒面、などの他の選択肢が選択されてもよい。

10

【 0 0 2 8 】

図 3 に示すのは、3 D モデル 1 0 4 の三次元破断レンダリングであり、それによって、3 D モデル 1 0 4 は、図 2 に示す左のカット平面 1 2 0 と右のカット平面 1 2 5 とによって示される位置で、2 つのピース 1 0 4 a、1 0 4 b に破断される。図 3 に示されるように、3 D モデル 1 0 4 におけるブレイクは、2 つの直線状のカット 1 1 2、1 1 4 で明示される。さらに、本発明では、非破断モデルと破断モデルの関係を維持し、寸法 1 0 8 が、モデル 1 0 4 の破断状態において、非破断状態と同じ値（すなわち、3 6）を用いて現れる。

【 0 0 2 9 】

20

ここで図 4 を参照すると、モデル 1 0 4 におけるブレイクが、それぞれジグザグパターンを形成する 2 つのギザギザのカット 1 1 6、1 1 8 により明示される。ユーザは、カットを表示するスタイルを選択することができる。ウィンドウ 1 0 2 では、ユーザインターフェース領域 4 2 0 が、ユーザが選択を行うことができる、スタイル選択をユーザに対して提示する。スタイル選択には、直線、ギザギザ、サドルサーフェスが含まれる。加えて、ユーザは、プロパティユーザインターフェースツール 4 2 2 から、モデル 1 0 4 の破断ピースの間のギャップのサイズ、3 D とギザギザのカットの角度、などのプロパティを指定することができる。指定することができる他のプロパティ含まれるものには、ユーザがカット平面をドラッグする代わりに数値で距離を指定すると決めた場合の除去部位のサイズ、カットの向き、例えば、選択した平面に平行、または、選択したエッジに直交（デフォルトの向きは、3 つの標準正投影平面のうちの 1 つであり、モデルの最長寸法によって判定される）などの向きを確立するためのジオメトリの選択、カットの角度、および、カットのサイズがある。ユーザは、カット平面用の角度を指定して、画面の平面における軸を中心にしたカットの回転を定義することができ、これは、より複雑なカットには有用である。カット形状のサイズは、ジグザグカットの角度、または、サドルカットの曲率の量を定義する。

30

【 0 0 3 0 】

ここで図 5 を参照すると、上部破断エッジ 5 0 2 が測定されていて、吹き出し 5 0 4 により、ユーザに、上部破断エッジ 5 0 2 の長さが 3 6 単位であることを通知し、これは、図 1 および 2 に示す非破断 3 D モデル 1 0 4 と、図 3 および 4 に示す破断 3 D モデルと、における寸法 1 0 8 に関連付けられた値と同じ値である。上部破断エッジ 5 0 2 が破断されていないかのように、3 D モデル 1 0 4 の上部破断エッジ 5 0 2 全体が計測された。

40

【 0 0 3 1 】

図 6 および図 7 は、寸法 1 0 8 の変更後の値を示す。図 6 では、寸法 1 0 8 の値が、3 D モデル 1 0 4 の破断レンダリングにおける、3 6 単位から 4 0 単位に修正されるプロセスにある。

図 7 では、寸法 1 0 8 の変更後の値が、3 D モデル 1 0 4 の破断および非破断のデータ構造間のマッピングを介して、非破断 3 D モデル 1 0 4 において自動的に維持され、これについては後で検討する。

【 0 0 3 2 】

50

破断 3 D モデルを作成するために、ソリッドボディツールが作成される。かかるツールは、平面として始まり、矩形ボリュームに押し出されてもよい。次に、プール減算操作を適用して、ソリッドボディツールを非破断 3 D モデルから取り去り、破断 3 D モデルが得られる。3 D モデルを破断した後、3 D モデルのピースは、ブレークの中央の仮想平面に向かってお互いに等距離で押されて、ピース間のギャップのサイズを減少させる。代替えとして、ユーザインターフェースツールを使用して、各破断ピースが表示される中心の平面を示すことができ、その場合、一方の破断ピースを、一方の方向に、他方の破断ピースを反対の方向に移動させるのよりさらに離れて、移動させることができる。

【 0 0 3 3 】

ブレークのスタイルは、ソリッドボディツールを 3 D モデルから取り去るのかを判定する。検討したように、ソリッドボディツールは、矩形ボリュームであってもよく、これには、2つの平面を使用して 3 D モデルをカットすることを伴う。ギザギザのカットを作成するために、図 4 から 6 に示すように、ギザギザの輪郭が押し出されてソリッドボディツールが作成される。ギザギザのカットについては、ジグザグパターンの深さが、パターンにおける角度を指定するデフォルト値を有するパラメータにより判定され、この値はユーザ指定の値によりオーバーライドされてもよい。そして、ジグザグの 2 つの連続する外側と内側の点の間の距離と、カットの方向に直交する方向にカットされる 3 D モデルのサイズとの比率に従って、輪郭が作成される。ユーザは、一意的な輪郭を作成して、輪郭に対して押し出し操作またはスweep操作を行い、それによって、3 D モデル内にブレークを作成するのに用いるカスタマイズされたソリッドボディツールを作成することもできる。

【 0 0 3 4 】

本発明はまた、ブレーク面をサドルサーフェスの形状に作成するソリッドボディツールを提供する。このサドルサーフェススタイルをパイプブレークと呼ぶことがあるのは、破断したパイプが、図 8 A および 8 B に示すようにサドル形状ブレークとして描かれることが多いためである。サドルサーフェススタイルは、単一の平面を使用して作成することができない。従って、ここで図 9 A を参照すると、4つの点 9 0 1 から 9 0 4 が作成され、2点 9 0 1、9 0 2 がそれぞれ一方の平面 9 1 0 上にあり、2点 9 0 3、9 0 4 が方向 9 4 0 に配向した分離した平面 9 2 0 上にある。そして、4点 9 0 1 から 9 0 4 を通る閉じた B スプライン曲線 9 3 0 が作成される。図 9 B に示すように、サーフェスフィル操作が実行されて、サーフェス 9 5 0 が作成され、これがベクタ（例えば、パイプの軸）に沿って押し出されて、図 9 C に示すようなボリューム 9 6 0 が形成される。ボリューム 9 6 0 が、非破断 3 D モデル 9 7 0 から取り去られ、それによって、図 9 D に示すように、破断 3 D モデル 9 8 0 が作成される。

【 0 0 3 5 】

サドルサーフェススタイルのボリュームも、最初に、ユーザがカットしたいパイプ（または他の 3 D モデル）のモデルより多少大きい円を構築することにより作成することができる。4点が円上に配置され、円の周囲に等間隔で置かれる。点のうちのお互いに対向する2つを、円から上方にある量だけ、円が置かれた平面に対して垂直に、転移させる。同様の操作を、他方の2点に対して行うが、これら他方の2点は、円から下方に、円が置かれた平面に対して垂直に、転移させる。2番目の2点は、最初の2点を上方に転移させたのとは、同じまたは異なる量だけ、下方に移転させてもよい。点を転移させる量は、デフォルトの量またはユーザ指定の両である。そして、閉じたスプラインが、上下が交互である4点を通るようにし、平滑な曲線を作成し、この曲線に対してフィルと押し出しを行って、ボリュームを作成する。

【 0 0 3 6 】

マッピングにより、確実に、非破断 3 D モデルを定義するデータ構造のデータを、破断状態の 3 D モデルを定義するデータ構造と同期させる。マッピングは、破断 3 D モデルの面とエッジとの間で、非破断 3 D モデルの同じ面およびエッジと共に、行われる。かかるマッピングは、非破断 3 D モデルにおけるトポロジエンティティおよび/またはジオメトリエンティティが、破断 3 D モデルにおける個々のトポロジエンティティおよび/また

はジオメトリエンティティを参照する、また、その逆も同様となるように、ポイントを利用するデータ構造を構築することにより達成することができる。これらのポイントは双方向であり、また、1対多の関係を有する。

【0037】

測定値と吹き出しは、非破断モデルと個々の破断モデルとに対して正しい場所に表示させる必要がある。これを達成するために、マッピングは、破断位置と非破断位置との間のある位置で、行われなければならない。これらの位置は、3Dモデルのジオメトリに対する、吹き出しのポジション（例えば、測定値吹き出しであって、この場合、位置は測定するエンティティの始まりと終わりの点とすることができる）とすることができる。寸法および注記も、元の3Dモデル空間から、新しい破断3Dモデル空間にやはり変換されなければならない多数の点位置を有する。

10

【0038】

本発明では、複数のブレイクを可能とし、それにより、正しいマッピングでは、モデルを複数回処理する必要がある。逆の変換を行って、データを破断モデルから非破断モデルにマッピングする。マッピングは、モデルが更新されるときはいつも行われる。従って、3Dモデルが破断か非破断であるかにかかわらず、データは正確である。

【0039】

破断モデルが複数のブレイクを含むことができるため、非破断モデルの面とエッジとのピースは、破断モデルの個々の面またはエッジの複数のピースとなる。これら複数のピースのうちの1つが選択されると、本発明では、個々の面またはエッジの全てのピースをハイライト表示して、ユーザに対して非破断（真）のモデルエンティティの全範囲を示す。

20

【0040】

マッピングを容易にするために、一実施形態において、3Dモデルの全ての面が、属性すなわちタグを有する。非破断3Dモデルでは、タグは非破断モデルの面を識別する。破断モデルでは、タグは、破断モデルの面が導き出された非破断モデルの面を識別する。面のタグは、面が破断される際に、タグを非破断面から個々の破断面にコピーすることにより作成される。同様に、エッジ及び頂点にタグを付けることができる。そして、これらのタグを使用してマッピングが形成される。このように、先に検討したように、CADモデリング操作、または非破断モデルにおけるトポロジおよび/またはジオメトリの使用を必要とする別の操作により必要とされると、元の面、エッジ、および頂点を、探索することができる。

30

【0041】

特定の操作は、トポロジおよび/または3Dモデルのジオメトリに依存し、または、3Dモデルのジオメトリまたはボロジを修正することを伴い、従って、その個々の操作では、非破断モデルからのジオメトリデータおよび/またはトポロジデータを使用する。検討したように、寸法および測定値の操作は、非破断3Dモデルからのデータを使用して、寸法および測定値をそれぞれ計算して表示する。非破断3Dモデルにおけるデータに依存する他の操作には、重心操作が含まれる。破断3Dモデルのビューの表示中に重心操作が実行されるとき、3Dモデルのブレイク内にある参照点は、示されても示されなくてもよい。フィーチャを編集および3Dモデルに追加する操作は、ジオメトリおよび/またはトポロジエンティティを修正および/または追加することを伴い、フィーチャを編集および追加することは、+タグを修正することまたは非破断モデルに追加すること、および、更新および/または修正されたタグのマッピングを、非破断3Dモデルと破断3Dモデルとの間に構築すること、を必要とすることがある。加えて、合致操作は、モデルのジオメトリエンティティおよび/またはトポロジエンティティ（例えば、同心、平行、および、正接の拘束）間に拘束を作成するものあり、ジオメトリおよび/またはトポロジの使用を必要とし、また、従って、非破断3Dモデルにおけるデータが合致操作に使用される。

40

【0042】

一実施形態において、非破断3Dモデルと結果として得られる破断3Dモデルとの間の関係を作成および維持するために、以下のプロセスが実装される。非破断3Dモデルをカ

50

ットして破断3Dモデルを作成する前に、属性（すなわち、整数、実数、または文字列などのデータ）が、モデルのどのトポロジエンティティ（面、エッジ、頂点、およびボディが含まれる）にもアタッチされる。各属性には、対応するトポロジエンティティの元のタグが含まれ、タグは、トポロジエンティティについての一意的な数値識別子である。ジオメトリの操作をモデルに適用するときは、属性に関する特定のルールが適用される。1つのルールとして、トポロジエンティティがコピーされるときは、そのエンティティの属性もコピーされる。別のルールとして、エンティティが分割されるときは、元のトポロジエンティティの属性が、結果として得られるトポロジエンティティの全てにコピーされる。カット操作（例えば、ブール演算）が非破断3Dモデルに対して実行されて、破断3Dモデルが作成されるときは、属性は、非破断3Dモデルまでトレースバックした破断3Dモデルにおけるトポロジを許容する。破断3Dモデルから非破断3Dモデルへ戻る関係は1対1であり、一方、非破断3Dモデルから破断3Dモデルへの逆の関係は、面、エッジ、およびボディが分割されるため、1対多である。エンティティの選択およびハイライト表示などの操作において高性能を促進するために、破断3Dモデルに対してモデリング操作を実行した後、破断3Dモデルにおける全てのトポロジエンティティが繰り返され、ハッシュテーブルが作成され、非破断3Dモデルトポロジと破断3Dモデルトポロジとの間の素早い前後参照を可能にする。

【0043】

ここで図10を参照すると、CPU1002、コンピュータモニタ1004、キーボード入力装置1006、マウス入力装置1008、および記憶装置1010を含む、コンピュータ化されたモデリングシステム1000が示される。CPU1002、コンピュータモニタ1004、キーボード1006、マウス1008、および記憶装置1010は、一般に入手可能なコンピュータハードウェア装置を含む。例えば、CPU1002は、インテルベースのプロセッサを含むことができる。マウス1008は、設計技術者が押下して、CPU1002によって実行されているソフトウェアプログラムに、コマンドを発行することができる、従来の左ボタンおよび右ボタンを有することができる。マウス1008の代替としてまたはマウス1008に加えて、コンピュータ化されたモデリングシステム1000には、トラックボール、タッチセンサ方式のパッド、またはキーボード1006に組み込まれたポインティングデバイスおよびボタン、などのポインティングデバイスを含むことができる。当業者であれば、別の利用可能なポインティング装置を用いても、本明細書でマウス装置に関連して説明したものと同一結果が得られることは理解されるであろう。以下に続く検討から明らかになるように、他の適切なコンピュータハードウェアプラットフォームが適している。好ましくは、かかるコンピュータハードウェアプラットフォームは、Microsoft Windows 7またはWindows 8、UNIX（登録商標）、Linux（登録商標）またはMAC OSオペレーティングシステムを動作させることができる。

【0044】

さらなるコンピュータプロセッシングユニットおよびハードウェア装置（例えば、ラピッドプロトタイプ装置、ビデオ装置およびプリンタ装置）が、コンピュータ化されたモデリングシステム1000に含まれてもよい。さらに、コンピュータ化されたモデリングシステム1000は、ネットワークハードウェアおよびソフトウェアを備えてもよく、それによって、ハードウェアプラットフォーム1012への通信が可能になり、他のコンピュータコンポーネントの中でも、CPUおよび記憶システムを含む多数のコンピュータシステム間の通信が容易になる。

【0045】

コンピュータ支援モデリングソフトウェア、記憶装置1010上に記憶されてもよく、CPU1002によってロードされて実行されてもよい。このモデリングソフトウェアでは、設計技術者は3Dモデルを作成および修正することができ、かつ本明細書に記載される本発明の態様を実装することができる。CPU1002は、コンピュータモニタ1004を使用して、3Dモデルおよびその上述したような他の態様を表示する。キーボード1

10

20

30

40

50

006およびマウス1008を使用して、設計技術者は3Dモデルに関連するデータを入力および修正することができる。CPU1002は、キーボード1006およびマウス1008からの入力を受け付け、処理する。CPU1002は、3Dモデルに関連するデータとともに入力を処理し、モデリングソフトウェアのコマンドに応じてコンピュータモニタ1004上に表示されるものに対して、対応する適切な変更を行なう。一実施形態において、モデリングソフトウェアは、1つまたは複数のソリッドボディおよびサーフェスボディから成る3Dモデルを構築するのに用いることができるソリッドモデリングシステムに基づく。

【0046】

本発明の実施形態は、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、もしくはこれらの組み合わせによって実装されてもよい。装置は、プログラム可能なプロセッサによって実行するための機械読み取り可能記憶装置に有形に具現化されたコンピュータプログラム製品において実装されてもよく、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、命令のプログラムを実行して機能を実行する、プログラム可能なプロセッサによって行われてもよい。本発明の実施形態は、有利には、少なくとも1つのプログラム可能なプロセッサを含むプログラム可能なシステム上で実行可能な、1つまたは複数のコンピュータプログラムにおいて実装もよい。該プログラム可能なプロセッサは、データ記憶システム、少なくとも1つの入力装置および少なくとも1つの出力装置からデータおよび命令を受け取り、これらの装置にデータおよび命令を伝送する。各コンピュータプログラムは、高レベル手続き型プログラミング言語またはオブジェクト指向のプログラミング言語で実装されてもよく、必要に応じて、アセンブリ言語または機械言語で実装されてもよく、いずれの場合も、その言語は、コンパイラ言語またはインタープリタ言語であってもよい。適したプロセッサには、非制限的な例として、汎用マイクロプロセッサおよび専用マイクロプロセッサの両方が含まれる。一般に、プロセッサは、読み出し専用メモリおよび/またはランダムアクセスメモリから命令およびデータを受け取り、いくつかの実施形態において、命令およびデータは、グローバルネットワークを介してダウンロードされてもよい。コンピュータプログラム命令およびデータを有形で具現化するのに適した記憶装置は、非一時的であり（例えば、データ信号は適切ではない）、全ての形式の不揮発性メモリを含み、例として、EPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリ装置などの半導体メモリ装置、内蔵ハードディスクおよびリムーバブルディスクなどの磁気ディスク、光磁気ディスク、ならびにCD-ROMディスクがある。上述のものはいずれも、カスタム設計のASIC（特定用途集積回路）によって補完されてもよく、またはこれに組み込まれてもよい。

【0047】

本明細書に記載される本発明の実施形態またはその態様は、ハードウェア、ファームウェア、またはソフトウェアの形式で実装されてもよい。ソフトウェアで実装される場合、該ソフトウェアは、プロセッサが、ソフトウェアまたはその命令のサブセットをロードする、ことを可能にするべく構成される、任意の非一時的なコンピュータ可読媒体上に記憶されてもよい。そして、プロセッサは、命令を実行し、また、本明細書に記載されるように動作するべく、または、そのように装置に動作させるべく構成される。

【0048】

本発明は、一例のコンピュータシステム環境との関連で説明したが、本発明の実施形態は、多数の他の汎用または専用のコンピュータシステム環境または構成を用いて動作可能である。本コンピュータシステム環境では、本発明のいかなる態様の使用または機能性の範囲に関しても、いかなる制限も示唆することは意図されない。さらに、本コンピュータシステム環境は、一例の動作環境において例示される構成部品のいずれの1つまたは組み合わせに関して、いずれの依存性または要件も有するものとして解釈されるべきではない。本発明の態様を用いた使用に適切な、コンピュータシステム、環境、および/または構成の例に含まれるものには、パーソナルコンピュータ（PC）、サーバコンピュータ、ハンドヘルドおよびラップトップ装置、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベ

ースのシステム、セットトップボックス、プログラム可能家電、携帯電話およびモバイルオペレーティングシステム、ネットワークPC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、上記のシステムまたは装置のうちのいずれかを含む分散コンピューティング環境、などがあるが、これに限定されない。コンピュータシステムは、スタンドアロンのコンポーネントまたはワークステーションを有することができ、またはコンピュータシステムは、既知の通信ネットワーク、処理ネットワーク、クラウドベースのネットワーク、関連連プロトコルのいずれかによる、ネットワーク化されたコンピュータの形式であってもよい。

【0049】

理解されるように、ネットワークは、インターネットなどの公衆ネットワーク、またはLANもしくはWANネットワークなどの私的ネットワーク、またはそれらの任意の組み合わせとすることができ、PSTNもしくはISDNのサブネットワークも含むことができる。ネットワークは、イーサネットネットワークなどの有線とすることもでき、または、EDGE、3Gおよび4Gの無線セルラシステムを含むセルラネットワークなどの無線とすることもできる。無線ネットワークは、Wi-Fi、Bluetooth（登録商標）、または既知の任意の他の無線形式の通信とすることもできる。従って、本ネットワークは、単なる例であり、本向上の範囲をいかようにも制限しない。

【0050】

本発明は、多数の利点を提供する。例えば、本発明は、3Dモデルを破断し、2D図面内におけるブレークのビューの正確な描写、正投影、および不等角投影を可能にし、これには、ASMEY14.3-2003、パラグラフ段落4.6.7および図58、ならびにASMEY14.4M-1989、パラグラフ3.2.2および図13による、ソリッドの管状構成部品のブレークを示すために、中断の面としてサドル形状のジオメトリを使用することが含まれる。さらなる利点は、ユーザインターフェースにより、ユーザが、2D平面のセットを使用してモデルにブレークの範囲を定義することができることである。加えて、個々の破断の面のジオメトリを、スタイルを選択することにより指定することができ、修正することもできる。

【0051】

3Dモデリング環境内では、本発明は、種々のモデル属性との連携をサポートして、構成部品の位置決めに対してさらに効率的に修正を適用し、該構成部品には、修正には必要無いが、実世界のオブジェクトを表すモデルの定義の一部である細長いフィーチャが含まれる。

【0052】

さらなる利点には、破断破断3Dモデルと非破断3Dモデルとの関係が維持されることにより、モデルの1つの表現に対して実行される操作が、モデルの別の表現に対して自動的に実行されるようにできること、および、測定値がモデル内のブレークを横断する場合、ソリッドボディを使用してブレークのスタイルをカスタマイズして、3Dモデルを正確に測定すること、がある。3Dモデルの非破断状態と破断状態の間の双方向の連携性により、いずれの状態の3Dモデルに対する任意の変更も、他方の状態に反映させることができる。

【0053】

本発明の多くの実施形態について説明した。それでもなお、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、種々の変形がなされてよいことは、理解されるであろう。さらに、実装によって、操作が実行される順番が変更されてもよい。さらに、実装の必要性に応じて、本明細書で説明した特定の操作は、組み合わせ、省略、追加、または再配置されたものとして実装されてもよい。

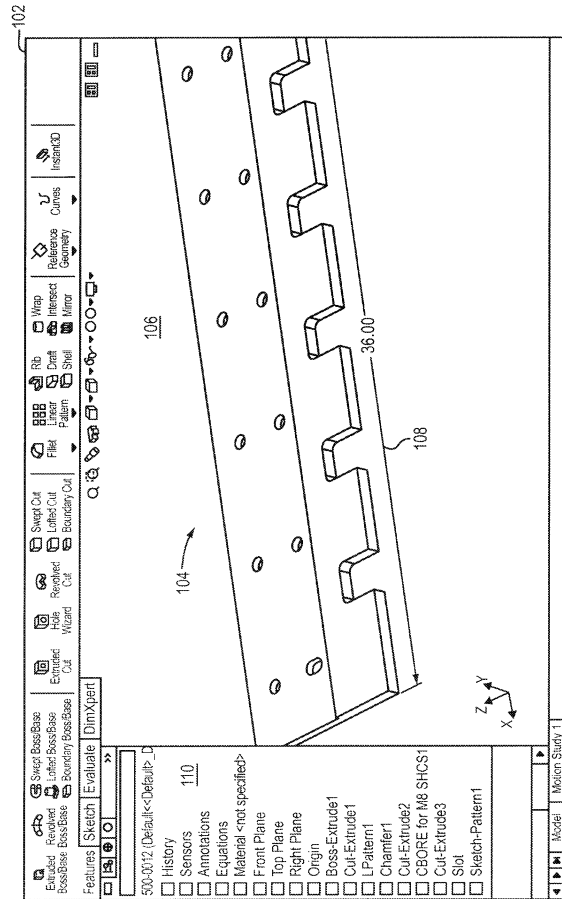
10

20

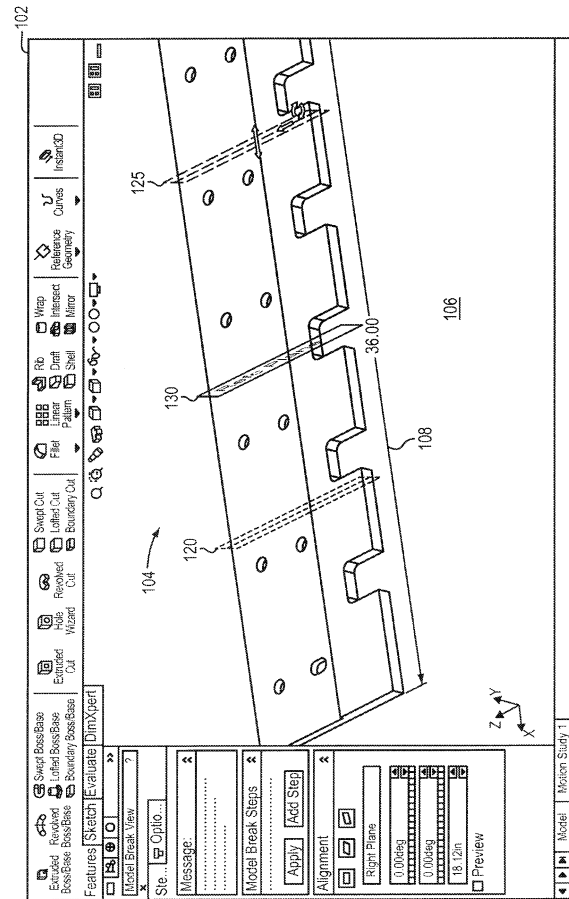
30

40

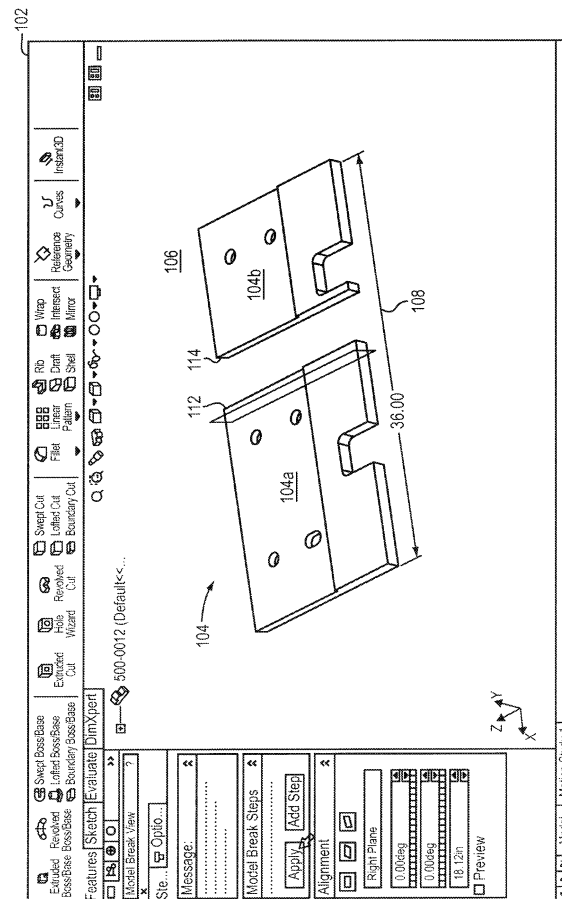
【 1 】



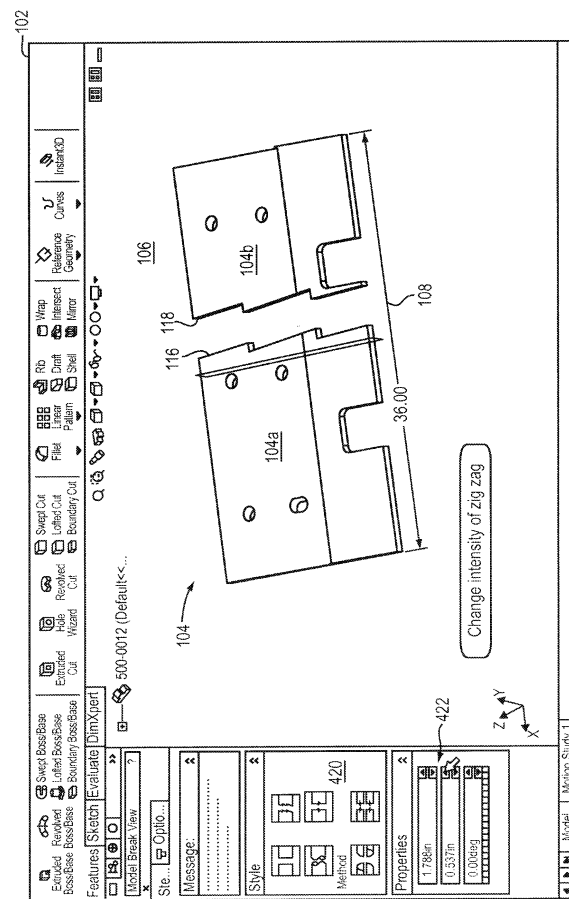
【 2 】



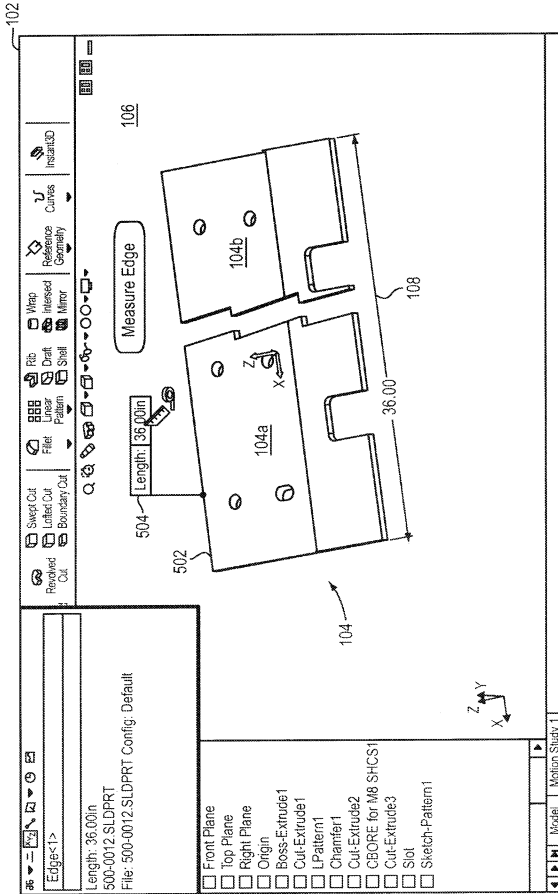
【 3 】



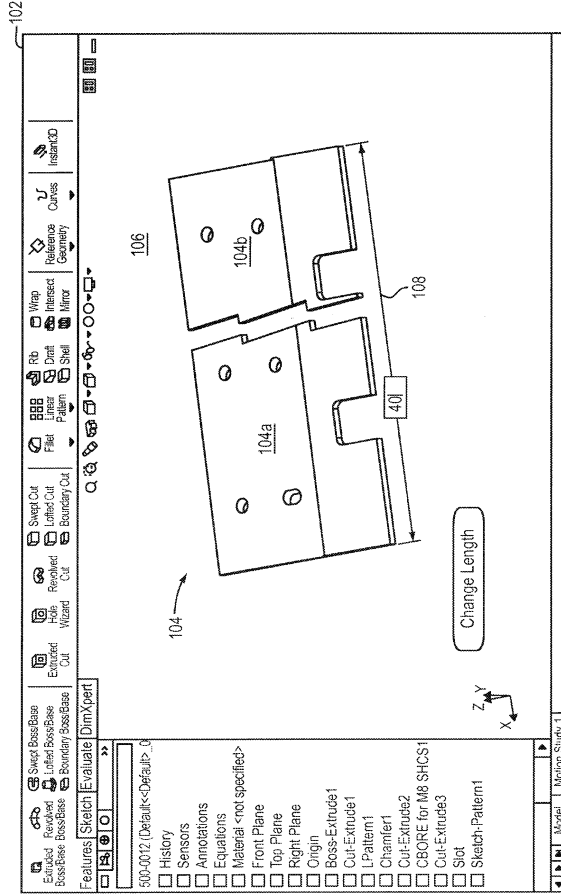
【 4 】



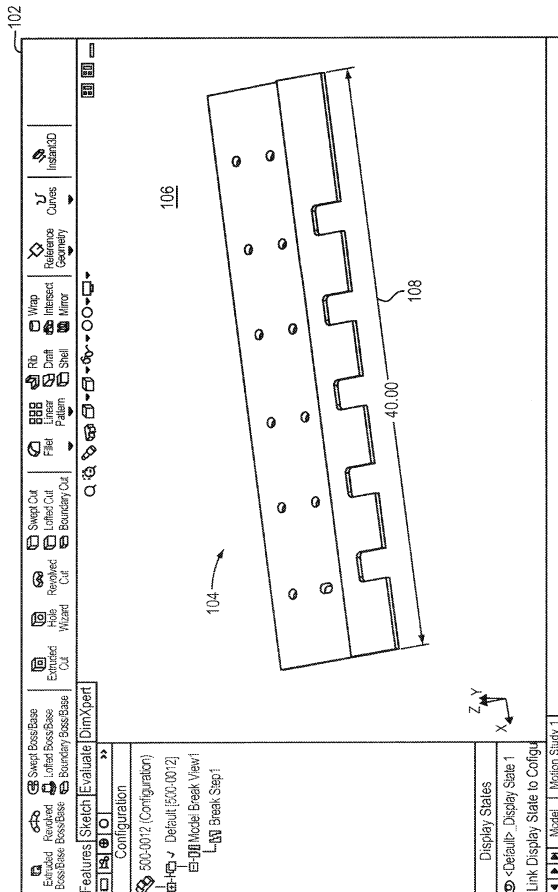
【 5 】



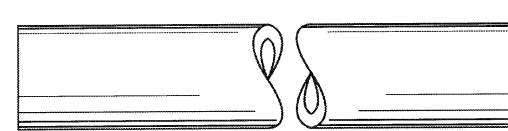
【 6 】



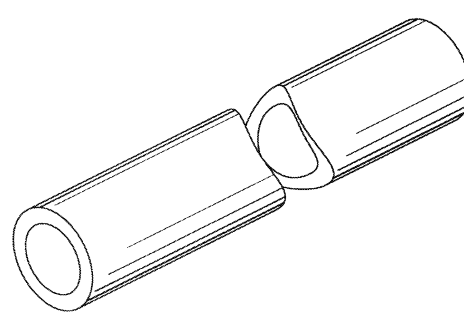
【 7 】



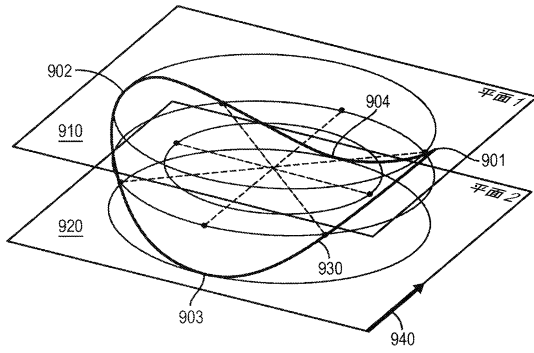
【 8 A 】



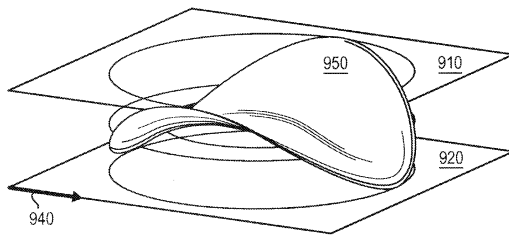
【 8 B 】



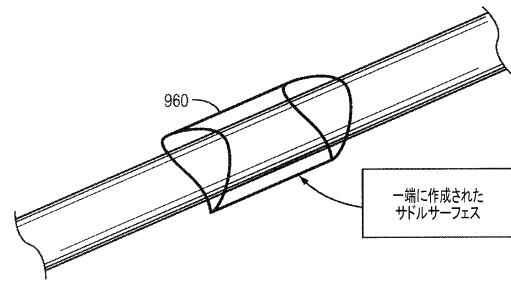
【図 9 A】



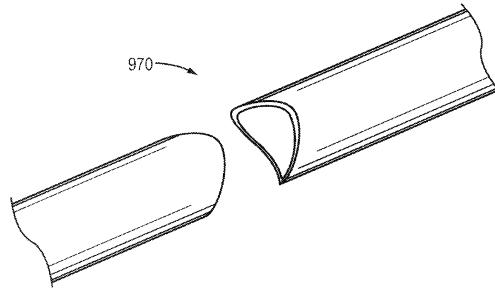
【図 9 B】



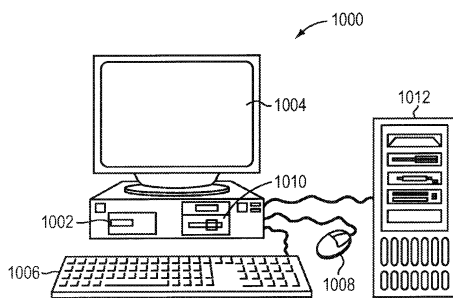
【図 9 C】



【図 9 D】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート シーゲル
アメリカ合衆国 02451 マサチューセッツ州 ウォーザン ワイマン ストリート 175
- (72)発明者 サチン ダーワトカル
インド 411051 プネー シンハガッド ロード アナンドナガー オーピーピー プラガ
ティ パーク エスアール ナンバー 14 ハウス ナンバー 418 / 1
- (72)発明者 ルベシュ クマル
インド 411017 プネー サウダガー ピンブル ラハタニ ロード パーク ロイヤル
シー - 1003

審査官 真木 健彦

- (56)参考文献 特開平04 - 222075 (JP, A)
特開平11 - 306221 (JP, A)
特開2006 - 107335 (JP, A)
特開平04 - 114282 (JP, A)
特開平08 - 083296 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 19 / 20
G06F 17 / 50