

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-318275  
(P2006-318275A)

(43) 公開日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
G06F 17/50 (2006.01) G06F 17/50 612J 5B046

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-141263 (P2005-141263) (22) 出願日 平成17年5月13日 (2005.5.13)</p>	<p>(71) 出願人 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 村重 千帆 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Fターム(参考) 5B046 DA02 DA08 FA18 JA08</p>
---	---

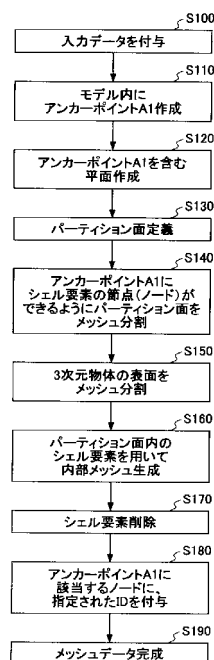
(54) 【発明の名称】 数値解析用メッシュ作成装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、モデル内の任意の内部点にノードを持つソリッド要素を作ることができる数値解析用メッシュ作成装置の提供を目的とする。

【解決手段】 3次元形状を持つモデルをソリッド要素によりメッシュ分割する数値解析用メッシュ作成装置において、モデル内の任意の内部点A1を含むパーティション面をモデル内に作成する機能と、パーティション面内の前記任意の内部点A1をノードとするシェル要素ができるように、パーティション面を複数のシェル要素により分割する機能と、前記パーティション面により仕切られたモデル内の空間を、前記パーティション面内の前記シェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割する機能と、を備えることを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

3次元形状を持つモデルをソリッド要素によりメッシュ分割する数値解析用メッシュ作成装置において、

モデル内の任意の内部点を含むパーティション面をモデル内に作成する機能と、

パーティション面内の前記任意の内部点にノードを持つシェル要素ができるように、パーティション面を複数のシェル要素により分割する機能と、

前記パーティション面により仕切られたモデル内の空間を、前記パーティション面内の前記シェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割する機能と、を備えることを特徴とする数値解析用メッシュ作成装置。

10

**【請求項 2】**

パーティション面の傾きはユーザにより任意に設定可能とされる、請求項 1 に記載の数値解析用メッシュ作成装置。

**【請求項 3】**

前記パーティション面の両側に作成される各ソリッド要素は、前記パーティション面内の前記シェル要素のノードを共有し、且つ、前記パーティション面内の前記シェル要素のメッシュパターンに従った要素面を共有する、請求項 1 に記載の数値解析用メッシュ作成装置。

**【請求項 4】**

3次元形状を持つモデルをソリッド要素によりメッシュ分割する数値解析用メッシュ作成方法において、

モデル内における任意の内部点を含むパーティション面を作成するステップと、

パーティション面内の前記任意の内部点にノードを持つシェル要素ができるように、パーティション面をシェル要素により分割するステップと、

前記パーティション面により仕切られたモデル内の空間を、前記パーティション面内の前記シェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割するステップと、

前記ソリッド要素によるメッシュ分割後、前記シェル要素を削除するステップと、を備えることを特徴とする数値解析用メッシュ作成方法。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の数値解析用メッシュ作成装置としてコンピューターを機能させるためのコンピューター読み取り可能なプログラム。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、FEM等による数値解析に用いる解析モデルを作成するための数値解析用メッシュ作成装置及び方法

**【背景技術】****【0002】**

従来から、厚みを有する物品の形状を表す形状データに基づいて中立面モデルを生成する方法であって、前記形状データの定義する形状の少なくとも一部の表面を複数の表面要素に分割する工程と、前記表面要素を構成する各節点に対し該各節点を物品内部に向かって移動させる移動ベクトルを設定する工程と、該設定された前記各移動ベクトルに基づき前記各節点を移動させる工程と、移動した前記各節点と他の表面要素との接触を判定する工程と、接触したと判定された節点を固定する工程と、固定された点に基づき中立面をモデル化する工程を含むことを特徴とする中立面モデルの生成方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

**【特許文献 1】**特開 2002 - 207777 号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

50

ところで、I D E A S等のような既存のメッシュ作成用のソフトウェアは、要素サイズや分割数等を入力パラメータとして与えるだけで、閉じた3次元空間を持つモデルを、ソリッド要素により自動的にメッシュ分割する機能を備えている。しかしながら、現在の既存のソフトウェアには、モデル内の任意の内部点にノードを持つソリッド要素ができるように、自動的にメッシュ分割してくれる機能が備わっていない。従って、解析の都合上、モデル内の所望の内部点にノードを持つソリッド要素を作りたいときは、かかるソリッド要素が偶然に得られるまで要素サイズ等の入力パラメータを変えながらメッシュを何度も切りなおしたり、得られたメッシュモデルに対して局所的な範囲で変更を加えたりする必要があり、不便であると共に、解析精度の観点からも問題がある。

**【0004】**

10

そこで、本発明は、モデル内の任意の内部点にノードを持つソリッド要素を作ることができる数値解析用メッシュ作成装置の提供を目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

上記課題を解決するため、本発明の一面によれば、3次元形状を持つモデルをソリッド要素によりメッシュ分割する数値解析用メッシュ作成装置において、

モデル内の任意の内部点を含むパーティション面をモデル内に作成する機能と、

パーティション面内の前記任意の内部点にノードを持つシェル要素ができるように、パーティション面を複数のシェル要素により分割する機能と、

前記パーティション面により仕切られたモデル内の空間を、前記パーティション面内の前記シェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割する機能と、を備えることを特徴とする数値解析用メッシュ作成装置が提供される。

20

**【0006】**

本局面において、パーティション面の傾きはユーザにより任意に設定可能とされてよい。また、前記パーティション面の両側に作成される各ソリッド要素は、前記パーティション面内の前記シェル要素のノードを共有し、且つ、前記パーティション面内の前記シェル要素のメッシュパターンに従った要素面を共有するものであってよい。

**【0007】**

また、本発明のその他の一面によれば、3次元形状を持つモデルをソリッド要素によりメッシュ分割する数値解析用メッシュ作成方法において、

30

モデル内における任意の内部点を含むパーティション面を作成するステップと、

パーティション面内の前記任意の内部点にノードを持つシェル要素ができるように、パーティション面をシェル要素により分割するステップと、

前記パーティション面により仕切られたモデル内の空間を、前記パーティション面内の前記シェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割するステップと、

前記ソリッド要素によるメッシュ分割後、前記シェル要素を削除するステップと、を備えることを特徴とする数値解析用メッシュ作成方法が提供される。

**【発明の効果】****【0008】**

本発明によれば、モデル内の任意の内部点にノードを持つソリッド要素を作ることができる数値解析用メッシュ作成装置を得ることができる。

40

**【発明を実施するための最良の形態】****【0009】**

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態の説明を行う。

**【0010】**

数値解析用メッシュ作成装置は、以下の機能（数値解析用メッシュ作成方法）を実現するソフトウェアが組み込まれたコンピューターである。このソフトウェアは、全く新規のソフトウェアとして開発されてもよいが、既存のソフトウェア（例えば、P A T R A N、I D E A S、H y p e r - M e s h（共に登録商標）等）をベースに大きな修正を加えることなく作成することができる。数値解析用メッシュ作成装置は、ユーザインターフェー

50

スとして例えばマウスやキーボードを有し、メッシュ生成対象のモデル等を表示するディスプレイが接続される。

【0011】

図1は、本発明による数値解析用メッシュ作成方法の全体的な概要を示す流れ図である。

【0012】

まず、ステップ100では、数値解析用メッシュ作成装置に対して入力データを与える作業が行われる。入力データは、図2に示すように、3D-CAD装置で作成された3次元物体の3D-CADデータや、以下で詳説するアンカーポイントA1（及びパーティション面）を定義するための節点情報を含む。

10

【0013】

本例では、図2に示すように、節点情報として、アンカーポイントA1の座標とID（要素ID番号）となる情報（0.0, 0.0, -2.8, ID5001）が与えられるとする。3D-CADデータは、線や面ないしサーフェスのような、メッシュ分割に必要なデータだけを含むものであってよい。

【0014】

ここで、アンカーポイントA1とは、最終的な解析モデル内にノードとして存在すべきポイントであり、解析の都合上必要となるポイントである。例えば、アンカーポイントA1としては、解析対象の3次元物体の重心点や、解析結果の着目点（例えば応力解析の場合は応力を見たい点）でありうる。3次元物体の重心点をアンカーポイントA1とする場合、重心点をアンカーポイントA1に設定するという指示を入力データとして与えるだけであってもよい。この場合、重心点の座標は、数値解析用メッシュ作成装置の内部（即ちソフトウェアにより）で、入力データである3次元形状データに基づいて算出される。

20

【0015】

ステップ110では、図3（A）に示すように、3次元物体のモデル内に、アンカーポイントA1の座標情報に従ってアンカーポイントA1が作成される。

【0016】

ステップ120では、図3（B）に示すように、アンカーポイントA1を含む平面が作成される。図3（B）に示す例では、この平面は、水平面（xy平面）に作成されているが、この平面の傾きはユーザにより任意に設定可能とされる。或いは、平面の傾きは、後述するパーティション面内に生成されるシェル要素が、それに従って生成される最終のメッシュデータのメッシュ品質に可能な限りマイナスの影響を与えないように、ソフトウェアによる計算により決定されてもよい。例えば、平面の傾きは、当該平面により切断される3次元物体の面積が最小になるように（即ち、パーティション面の面積が最小になるように）決定されてよい。

30

【0017】

ステップ130では、図3（C）に示すように、3次元物体のモデルの表面が、ステップ120で作成された平面により分断され、3次元物体のモデル内の空間が2つに分割される。以下、3次元物体のモデル内の空間を分割する平面（図中、影により強調して図示）を、「パーティション面」と称する。このようにして、アンカーポイントA1を含むパーティション面（図3（D）参照）が、3次元物体のモデル内に定義・設定されると、ステップ140以降のメッシュ作成フェーズに移行する。

40

【0018】

ステップ140では、図4（A）に示すように、アンカーポイントA1にシェルメッシュ（シェル要素）の節点（ノード）ができるように、パーティション面がシェル要素によりメッシュ分割される。尚、本例では、ソリッド要素としてテトラメッシュ（四面体要素）を作成するので、シェル要素としては三角形要素が用いられる。メッシュサイズ等について指定がある場合にはそれに従う。

【0019】

尚、本ステップ140の処理、即ち、平面内の任意点をノードに持つように指定して（

50

即ち、アンカーポイントを指定して)シェルメッシュを作成させることは、既存のソフトウェアによって可能であり、当該ソフトウェアのシェルメッシュ自動作成機能を利用して実現できる。尚、図4(B)に対照として示すように、アンカーポイントA1を設定せずに、パーティション面にシェルメッシュを自動作成させた場合に、アンカーポイントA1に偶然的に節点ができることはありえない。

**【0020】**

ステップ150では、図5に示すように、3次元物体の各表面(サーフェス)がシェル要素により分割される。尚、メッシュサイズ等について指定がある場合にはそれに従う。これにより、パーティション面内のシェル要素と、3次元物体の各表面内のシェル要素とで画成される閉空間(シェル要素で囲まれた閉空間)が、パーティション面を挟んで2つ

10

**【0021】**

ステップ160では、モデル内にシェル要素により画成された2つの閉空間が、パーティション面内のシェル要素を基準として、ソリッド要素によりメッシュ分割される。即ち、2つの閉空間に、パーティション面内のシェル要素を基準として、内部メッシュが生成される。

**【0022】**

具体的には、パーティション面よりも上側のモデル内の閉空間(図中、エリアAにより指示)と、パーティション面よりも下側のモデル内の閉空間(図中、エリアBにより指示)とが、それぞれ別々に、適切な内部メッシュ生成アルゴリズムに従って自動的にメッシュ分割される。このとき、各空間の自動メッシュ分割は、パーティション面内のシェル要素に対応する要素面(要素同士の接続面、4面体の一面)を持つソリッド要素ができるように拘束を与えて、実行される。即ち、パーティション面の両側に作成される各ソリッド要素が、パーティション面内のシェル要素のノード(アンカーポイントA1のノードを含む。)を共有し、且つ、パーティション面内のシェル要素のメッシュパターンに従った要素面を共有するように、各空間がメッシュ分割される。尚、かかる拘束を与えた自動メッシュ分割は、既存のソリッドメッシュ作成用のソフトウェア(例えば、IDEASにおける“de launay”なる機能)によって実現可能である。即ち、既存のソフトウェアにおいては、閉じた空間の各表面にシェル要素に相当する表面要素を生成し、次いで、当該表面要素に基づいて順次内部メッシュを生成していくが、この表面要素の一部として、

20

30

**【0023】**

これにより、モデル内のパーティション面上下の各空間に対して、それぞれ別々に生成されたソリッド要素が、パーティション面を介して接続されて一体となる。このようにして、アンカーポイントA1にノードを持つソリッド要素を含むソリッドメッシュモデルが出来上がる。

**【0024】**

続くステップ170では、上記ステップ140及びステップ150で生成したシェル要素が、その役割を終え、削除される。これは、上述からも分かるように、シェル要素は、あくまでアンカーポイントA1にノードを持つソリッド要素(内部メッシュ)を生成するために中間的に生成されるものであるためである。

40

**【0025】**

ステップ180では、入力データにID指定がある場合、アンカーポイントA1に該当するノードに対して、メッシュ生成時に自動的に付与されたIDに代えて、指定されたIDが付与される。

**【0026】**

ステップ190では、完成したメッシュデータが出力される(例えば、表示と共にファイルが生成される)。このメッシュデータは、解析モデルとして解析に利用される。例えば、ユーザは、当該メッシュデータを用いて、例えばNASTRAN(登録商標)等の解析ソフトウェアにより、所望の拘束条件や負荷条件などを設定して解析を行うことができ

50

る。そして、解析が終了すると、アンカーポイントA1に該当するノード（IDにより特定可能）の解析結果（例えば応力値等）を検証することができる。

【0027】

以上のように本実施例によれば、所望の点をアンカーポイントA1として含むパーティション面を定義し、当該パーティション面を、アンカーポイントA1にノードを持つシェル要素ができるようにメッシュ分割し、当該シェル要素を基準として、3次元物体のモデルをソリッド要素によりメッシュ分割することで、アンカーポイントA1にノードを持つソリッド要素を含む3次元物体のメッシュモデルデータを得ることができる。

【0028】

また、本実施例による数値解析用メッシュ作成方法は、既存のソフトウェアの自動メッシュ作成機能の基本的な部分を利用して実現できるので、既存のソフトウェアの持つ自動メッシュ作成機能の高い品質を維持しつつ、上述のような任意の点にノードを作りたいという解析者のニーズに応えることができる。

10

【0029】

尚、上述の実施例において、ステップ110乃至180の処理の全てが、ソフトウェアにより一括的に実行されてもよい。この場合、例えば、ユーザは、入力データ（アンカーポイントの座標等）を入力して、メッシュ作成ボタンを操作すると、ソフトウェアが起動し、アンカーポイントをノードとするソリッド要素を含むメッシュモデルが生成され、出力データとして出力される。

【0030】

但し、ステップ110乃至180の処理の一部又はその全てが、ソフトウェアにより対話を介して順次実行されてもよい。この場合、ユーザは、各ステップの処理の結果を確認しながら（例えば上記ステップ140で生成されるシェル要素の状態を確認して）、最終的なメッシュモデルを得ることができる。

20

【0031】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0032】

例えば、上述した実施例では、アンカーポイントA1が1点であったが、同様のアンカーポイントを2点以上設定することも可能である。この場合、必要に応じて、2点以上のアンカーポイントを共通に含むパーティション面を定義してもよいし、複数のパーティション面を定義してもよい。

30

【0033】

また、上述した実施例では、アンカーポイントの座標は、入力、又は、重心などの計算可能な点を指定することで与えられているが、CAD装置でアンカーポイントとなる点を作成しておき、当該点のデータを含む3D-CADデータを入力データとして入力することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明による数値解析用メッシュ作成方法の全体的な概要を示す流れ図である。

【図2】入力データを示す図である。

【図3】アンカーポイントA1及びパーティション面の生成過程を示す図である。

【図4】図4(A)は、パーティション面のメッシュ分割によりアンカーポイントA1にノードを持つシェル要素ができた状態を示し、図4(B)は、パーティション面のメッシュ分割によりアンカーポイントA1にノードを持つシェル要素ができない状態を対比的に示す図である。

【図5】パーティション面と表面がシェル要素によりメッシュ分割された状態を示す図である。

40

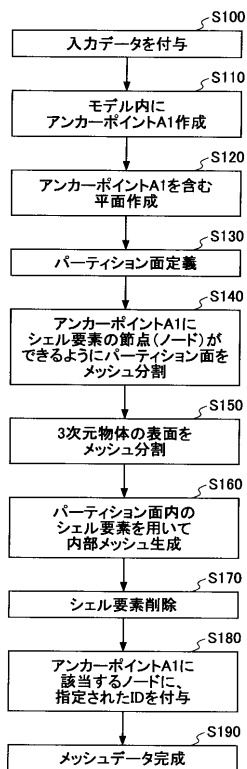
【符号の説明】

50

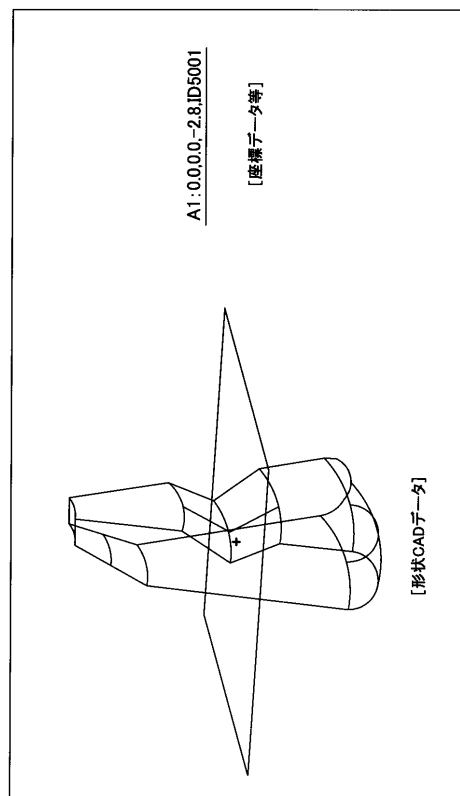
【 0 0 3 5 】

A 1 アンカーポイント

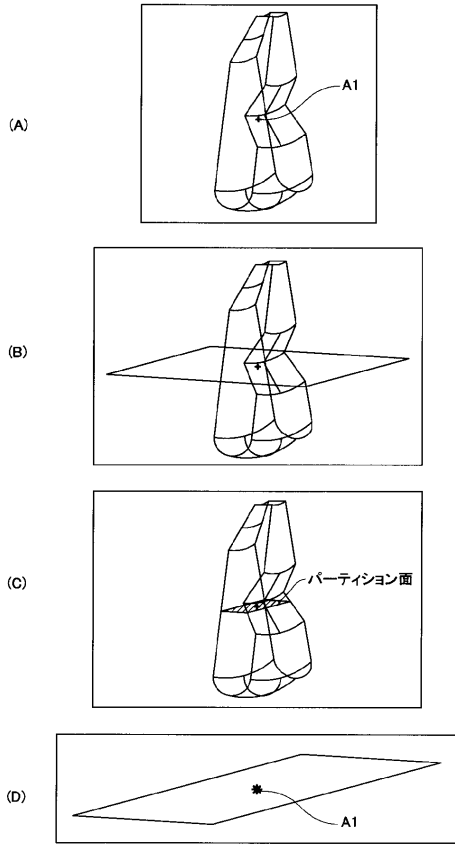
【 図 1 】



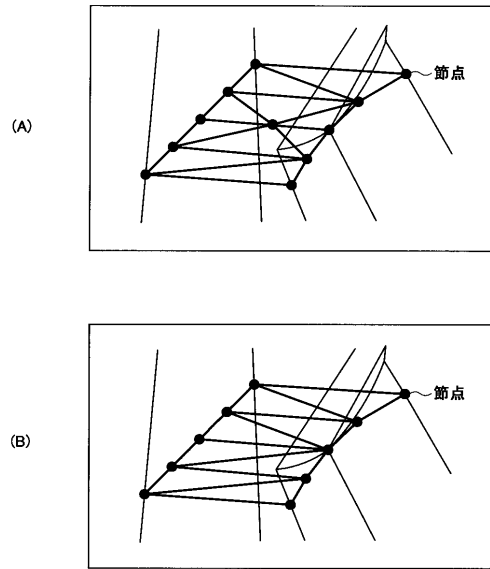
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

