

(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2004-17903

(P2004-17903A)

(43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B60C 19/00	B60C 19/00	Z
G01M 17/02	B60C 19/00	H
	G01M 17/02	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-178941 (P2002-178941)	(71) 出願人	000183233 住友ゴム工業株式会社 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号
(22) 出願日	平成14年6月19日(2002.6.19)	(74) 代理人	100082968 弁理士 苗村 正
		(74) 代理人	100104134 弁理士 住友 慎太郎
		(72) 発明者	吉川 栄明 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内
		(72) 発明者	津田 訓 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内

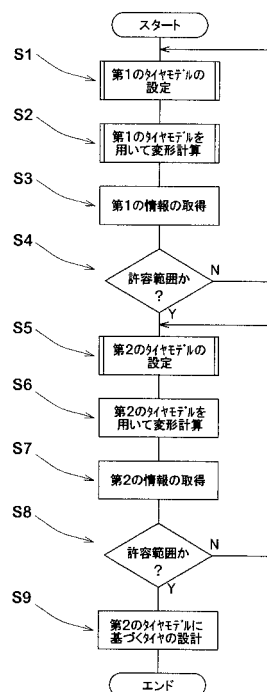
(54) 【発明の名称】 タイヤの性能予測方法及びタイヤの設計方法

(57) 【要約】

【課題】 精度良くタイヤの性能を予測する。

【解決手段】 タイヤの性能をコンピュータを用いて予測するタイヤの性能予測方法であって、前記タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化した第1のタイヤモデルを設定するステップS1、予め定めた境界条件に基づいて前記第1のタイヤモデルの変形計算を行うステップS2、前記第1のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第1の情報を取得するステップS3、前記第1のタイヤモデルの少なくとも一部を利用してこの第1のタイヤモデルよりも要素数が多い第2のタイヤモデルを設定するステップS5、予め定めた境界条件に基づいて前記第2のタイヤモデルの変形計算を行うステップS6、及び前記第2のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第2の情報を取得するステップS7を含むことを特徴とするタイヤの性能予測方法である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タイヤの性能をコンピュータを用いて予測するタイヤの性能予測方法であって、前記タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化した第 1 のタイヤモデルを設定するステップ、
予め定めた境界条件に基づいて前記第 1 のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、
前記第 1 のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第 1 の情報を取得するステップ、
前記第 1 のタイヤモデルの少なくとも一部を利用してこの第 1 のタイヤモデルよりも要素数が多い第 2 のタイヤモデルを設定するステップ、
予め定めた境界条件に基づいて前記第 2 のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、及び
前記第 2 のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第 2 の情報を取得するステップを含むことを特徴とするタイヤの性能予測方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 のタイヤモデルは、横溝のない簡易トレッドモデル部を含むとともに、
前記第 2 のタイヤモデルは、前記簡易トレッドモデル部を、横溝を有しかつ前記簡易トレッドモデル部よりも要素数が多い詳細トレッドモデル部に取り替えることにより設定されることを特徴とする請求項 1 記載のタイヤの性能予測方法。

【請求項 3】

前記第 1 の情報は、接地面形状を含み、かつ前記第 2 の情報は摩耗エネルギーを含むことを特徴とする請求項 2 記載のタイヤの性能予測方法。

20

【請求項 4】

タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化した第 1 のタイヤモデルを設定するステップ、
予め定めた境界条件に基づいて前記第 1 のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、
前記第 1 のタイヤモデルの変形計算から接地面形状を含む情報を取得するステップ、
前記接地面形状が許容範囲となるまで前記第 1 のタイヤモデルを変更し前記変形計算を繰り返すステップ、
前記第 1 のタイヤモデルの少なくとも一部を利用しかつトレッドゴムをモデル化したトレッドモデル部の要素数が前記第 1 のタイヤモデルよりも大である第 2 のタイヤモデルを設定するステップ、
予め定めた境界条件に基づいて前記第 2 のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、
前記第 2 のタイヤモデルの変形計算から摩耗エネルギーを含む情報を取得するステップ、
前記摩耗エネルギーが許容範囲となるまで前記第 2 のタイヤモデルを変更し前記変形計算を繰り返すステップ、及び
前記摩耗エネルギーが許容範囲となった第 2 のタイヤモデルに基づいてタイヤを設計するステップを含むことを特徴とするタイヤの設計方法。

30

【請求項 5】

前記第 1 のタイヤモデルは、横溝のない簡易トレッドモデル部を含むとともに、
前記第 2 のタイヤモデルは、前記簡易トレッドモデル部を、横溝を有しかつ前記簡易トレッドモデル部よりも要素数が多い詳細トレッドモデル部に置き換えることにより設定されることを特徴とする請求項 4 記載のタイヤの設計方法。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、タイヤの性能予測方法及びタイヤの設計方法に関する。

【0002】**【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】**

近年、コンピュータを用いた数値解析法などによりタイヤ性能を予測することが行われている。この方法では、タイヤを数値解析が可能な有限個の要素で分割することによりモデ

50

ル化し、該モデルに所定の境界条件を与えて変形計算、即ちシミュレーションが行われる。そして、その結果から、例えば接地面形状、接地圧、コーナリングフォース、摩耗エネルギーといった種々の情報を取得することにより、タイヤを実際に試作しなくとも大凡の性能を調べることができる。また従来のシミュレーションでは、例えば単一のタイヤモデルを設定し、このモデルから上記複数の情報を取得するのが一般的である。

【0003】

しかしながら、タイヤの接地面形状は、トレッド面の曲率半径やカーカスの断面形状であるプロファイルなどに大きく影響される一方、例えばトレッド面に設けられた横溝については殆ど影響を受けない。このような横溝は、トレッドの接地端部を周方向で途切れさせてしまい、接地面形状確認の妨げになるなどむしろ好ましくない。他方、トレッド面の偏摩耗を防止するためには、適正な接地面形状を得た上でトレッド各部における摩耗エネルギーを均一化する必要がある。正確な摩耗エネルギーを計算するためには、より正確な接地面形状、すなわち縦溝、横溝などを反映させたトレッドパターンが必要となる。

10

【0004】

このように、優れた摩耗性能を予測する場合には、タイヤのプロファイルなどを適正化し良好な接地面形状を得、しかる後に縦溝、横溝を含めたトレッドパターンを用いた具体的な摩耗エネルギーを評価することが重要になる。そのためには、各々の評価に適切なタイヤモデルを個別に与える必要がある。

【0005】

本発明は、以上のような問題点に鑑み案出なされたもので、第1のタイヤモデルと、この第1のタイヤモデルを利用しつつこれよりも要素数が多い第2のタイヤモデルとを用いて変形計算、情報の取得をそれぞれ別個に行うことにより、精度良くタイヤの性能とりわけ耐摩耗性能を予測してタイヤの設計に役立つタイヤの性能予測方法を提供することを目的としている。

20

【0006】

また請求項4記載の発明では、第1のタイヤモデルから接地面形状を得るとともに、第2のタイヤモデルから摩耗エネルギーを取得することを基本として、摩耗性能に優れたタイヤを設計するのに役立つタイヤの設計方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明のうち請求項1記載の発明は、タイヤの性能をコンピュータを用いて予測するタイヤの性能予測方法であって、前記タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化した第1のタイヤモデルを設定するステップ、予め定めた境界条件に基づいて前記第1のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、前記第1のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第1の情報を取得するステップ、前記第1のタイヤモデルの少なくとも一部を利用してこの第1のタイヤモデルよりも要素数が多い第2のタイヤモデルを設定するステップ、予め定めた境界条件に基づいて前記第2のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、及び前記第2のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第2の情報を取得するステップを含むことを特徴としている。

30

【0008】

また請求項2記載の発明は、前記第1のタイヤモデルは、横溝のない簡易トレッドモデル部を含むとともに、前記第2のタイヤモデルは、前記簡易トレッドモデル部を、横溝を有しかつ前記簡易トレッドモデル部よりも要素数が多い詳細トレッドモデル部に取り替えることにより設定されることを特徴とする請求項1記載のタイヤの性能予測方法である。

40

【0009】

また請求項3記載の発明は、前記第1の情報は、接地面形状を含み、かつ前記第2の情報は摩耗エネルギーを含むことを特徴とする請求項1又は記載のタイヤの性能予測方法である。

【0010】

また請求項4記載の発明は、タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化し

50

た第1のタイヤモデルを設定するステップ、予め定めた境界条件に基づいて前記第1のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、前記第1のタイヤモデルの変形計算から接地面形状を含む情報を取得するステップ、前記接地面形状が許容範囲となるまで前記第1のタイヤモデルを変更し前記変形計算を繰り返すステップ、前記第1のタイヤモデルの少なくとも一部を利用しかつトレッドゴムをモデル化したトレッドモデル部の要素数が前記第1のタイヤモデルよりも大である第2のタイヤモデルを設定するステップ、予め定めた境界条件に基づいて前記第2のタイヤモデルの変形計算を行うステップ、前記第2のタイヤモデルの変形計算から摩耗エネルギーを含む情報を取得するステップ、前記摩耗エネルギーが許容範囲となるまで前記第2のタイヤモデルを変更し前記変形計算を繰り返すステップ、及び前記摩耗エネルギーが許容範囲となった第2のタイヤモデルに基づいてタイヤを設計するステップを含むことを特徴とするタイヤの設計方法である。 10

【0011】

また請求項5記載の発明は、前記第1のタイヤモデルは、横溝のない簡易トレッドモデル部を含むとともに、前記第2のタイヤモデルは、前記簡易トレッドモデル部を、横溝を有しかつ前記簡易トレッドモデル部よりも要素数が多い詳細トレッドモデル部に置き換えることにより設定されることを特徴とする請求項4記載のタイヤの設計方法である。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の一形態を図面に基づき説明する。

図1には、本発明の性能予測方法ないし設計方法を実施するためのコンピュータ装置1の一例が示されている。この装置1は、本体1aと、入力手段としてのキーボード1b、マウス1cと、出力手段としてのディスプレイ装置1dとから構成されている。コンピュータ装置1aには、図示していないが、演算処理装置(CPU)、ROM、作業用メモリー、磁気ディスクなどの大容量記憶装置、CD-ROMやフレキシブルディスクのドライブ1a1、1a2などの記憶装置を適宜具備している。 20

【0013】

図2には、本発明の性能予測方法を利用してタイヤを設計する手順の一例を示し、本実施形態では前記性能が耐摩耗性能である場合を示す。先ず本実施形態では、タイヤを数値解析法により取り扱い可能な要素でモデル化した第1のタイヤモデルを設定する(ステップS1)。図3には、第1のタイヤモデル2の一例を視覚化して示す。 30

【0014】

本実施形態の第1のタイヤモデル2は、図3(B)に分解して示すように、ボディモデル部2Aと簡易トレッドモデル部2Bとで構成されたものを示し、トラック、バスなどに使用される重荷重用タイヤをモデル化したものを示す。前記ボディモデル部2Aは、本例ではタイヤの骨格をなすカーカスをモデル化したカーカスモデル部2A1と、ベルト層をモデル化したベルトモデル部2A2と、ビードコアをモデル化したビードコアモデル部2A3と、サイドウォールゴム、ビードゴムなどをモデル化したゴムモデル部2A4とを含む。

【0015】

前記カーカスモデル部2A1やベルトモデル部2A2は、例えばコードの方向に異方性を定義したシェル要素などを用いてモデル化される。またビードコアモデル部2A3やゴムモデル部2A4などについては、例えば3次元ソリッド要素などを用いてモデル化することができる。各要素には、要素番号、節点番号、要素形状、材料特性などがそれぞれ定義され、前記コンピュータ装置1に記憶される数値データを構成する。 40

【0016】

前記簡易トレッドモデル部2Bは、本実施形態では、タイヤのベルト層よりもタイヤ半径方向外側の部分をなすトレッドゴムをモデル化したものを示す。該簡易トレッドモデル部2Bは、3次元ソリッド要素などを用いて形成される。また本例の簡易トレッドモデル部2Bは、そのタイヤ子午線断面形状がタイヤ周方向に同一形状でタイヤ1周に亘り連続する。具体的には、トレッド面に全く溝のないプレーントレッド、或いはタイヤ周方向にス 50

トレードで連続した縦溝だけがモデル化され、横溝はモデル化されていないトレッド（本例ではこの形態が示される）とすることができる。

【0017】

前記ボディモデル部2A、簡易トレッドモデル部2Bは、いずれもタイヤ周方向に同一断面形状が連続する。従って、例えば各々は、タイヤの子午線断面形状を節点を用いて2次元の領域に分割し、該節点をタイヤの回転軸の周りに所定の角度ピッチで展開（複写）しタイヤ周方向に隣り合う各節点同士を関連づけて平面乃至立体的に要素化することにより、比較的容易に構成することができる。また、各ボディモデル部2A、簡易トレッドモデル部2Bにおける前記角度ピッチは、特に限定はされないが、大きすぎると後述する変形計算を行う際に計算精度が低下し、逆に小さすぎても変形計算に多くの時間を要するため実用的ではない。特に路面と接地する部分となる簡易トレッドモデル部2Bについては、前記角度ピッチは例えば0.3～1.5°程度、より好ましくは0.7～1.2°に設定するのが望ましい。またボディモデル部2Aについては、例えば0.3～10°程度、より好ましくは3～6°に設定するのが望ましい。なおボディモデル部2Aの前記角度ピッチを簡易トレッドモデル部2Bと同じとしても良い。

10

【0018】

次に、予め定めた境界条件に基づいて前記第1のタイヤモデル2の変形計算を行う（ステップS2）。本実施形態では、第1のタイヤモデル2を路面モデルに静的に接地させてその接地面形状を求める（接地形状シミュレーション）。設定される境界条件としては、例えば第1のタイヤモデル2を装着するリム、充填する内圧、付加する縦荷重、路面との摩擦係数などが挙げられる。路面モデルは本例では剛平面要素を用い平坦路面としてモデル化される。第1のタイヤモデル2と境界条件とが設定されると、これらのデータを用いて汎用の有限要素解析アプリケーションソフトウェア（例えば米国リバモア・ソフトウェア・テクノロジー（LSTC）社製のアプリケーションソフト「LS-DYNA」など）を用いて前記変形計算を実行することができる。

20

【0019】

次に前記第1のタイヤモデルの変形計算からタイヤ性能を評価しうる第1の情報を取得する（ステップS3）。前記第1の情報として、本実施形態では接地面形状と各部の接地圧を取得する。図4（A）には第1のタイヤモデル2の接地面形状（接地面輪郭形状）CFの一例を示し、（B）にはその接地圧分布を示している。接地圧の分布は、彩度で示される接地圧分布が年輪状に滑らかに変化するものが好ましい。また接地面形状CFとしては、タイヤサイズ、偏平率、重視する性能（例えば操縦安定性、乗り心地、耐摩耗性など）により異なるが、本例のように重荷重用タイヤにおいては、図9（A）に示すように、タイヤ周方向の前後の輪郭L1、L2が、タイヤ赤道Cから接地端部E、Eに向かって滑らかに湾曲した円弧状をなし、これにより、タイヤ周方向の接地長Sがタイヤ赤道Cから接地端Eに向けて徐々に小となるものや、図9（B）に示すように接地端部E付近で接地長Sの変化が小さいもの等が耐摩耗性能などにおいて好ましいものとなる。

30

【0020】

図4（A）の接地面形状を観察すると、接地端Eで周方向の接地長さが局部的に大きくなっていることが分かる。このような接地面形状から、第1のタイヤモデル2の構造では、接地端部だけが早期に摩耗するエッジ摩耗が生じ易いことがわかる。また接地圧分布を見ても、中央2列のセンターリップx b、x bの接地圧に対して、両外側のショルダーリップx a、x aの接地圧が低いものとなっている。

40

【0021】

本実施形態では、このようなタイヤ性能を評価しうる情報、即ち接地面形状や接地圧分布に基づき、当該性能が許容範囲にあるか否かを判断する（ステップS4）。上記のシミュレーションの結果では、許容範囲にあるとは言えない（ステップS4でN）。この場合には、再度ステップS1ないしS3を繰り返す。即ち、第1のタイヤモデル2を再設定して変形計算を行い第1の情報として、接地面形状、接地圧分布を取得する。第1のタイヤモデル2を再設定する場合には、例えばカーカスモデルのプロファイル形状、ベルトモデル

50

の巾ないし剛性、トレッド面の曲率半径、又は接地端のプロファイル形状などの1以上を改良することが望ましい。

【0022】

図5ないし図8にはこのような処理を繰り返して得た接地面形状CFと接地圧分布とを例示している。

【0023】

図5の接地面形状を得た第1のタイヤモデル2は、図4の接地面形状をなす第1のタイヤモデル2の接地端部付近のプロファイルに変更を加えたものである。図5(A)の接地面形状は、センターリップx bの接地長がショルダーリップx aの接地長に対して長すぎることから、いわゆるセンター摩耗が懸念される。またショルダーリップx aのタイヤ赤道側の接地長が接地端での接地長に比べて短い。このような接地面形状では、ショルダーリップx aの内側部分に偏摩耗が生じ易いことが予測される。

10

【0024】

図6の接地面形状を得た第1のタイヤモデル2は、図5の接地面形状をなす第1のタイヤモデル2のトレッド面の曲率半径を大きくする改良を加えたものである。図6(A)の接地面形状は、図5のものに比べると、センターリップx bとショルダーリップx aとの接地長の差が小さく若干の改善が見られた。しかしショルダーリップx aでは、依然としてタイヤ赤道側と接地端側とで接地長の差が大きくなっている。

【0025】

図7の接地面形状を得た第1のタイヤモデル2は、図6の接地面形状をなす第1のタイヤモデル2に、接地端付近のプロファイルの変更、トレッド面の曲率半径の変更(図5のものより大かつ図6のものより小)、及びカーカスプロファイルを変更してトレッドゴム厚さ分布の改良を加えたものである。しかしながら、図7の接地面形状においても図6と同様の問題が残る。

20

【0026】

さらに図8の接地面形状を得た第1のタイヤモデル2は、図7の接地面形状をなす第1のタイヤモデル2に、接地端付近のプロファイル変更を施したものである。具体的には、図7と図4との中間的な値に設定した。これにより、ほぼ理想的な接地面形状CFと接地圧分布を得ることができた。

【0027】

このように本実施形態では、前記接地面形状と接地圧分布とがともに許容範囲となるまで前記第1のタイヤモデル2の構造を変更しかつ変形計算を繰り返すステップを行うことにより、良好な接地面形状、接地圧分布を予測でき、かつかかる性能を発揮しうるタイヤ形状を第1のタイヤモデル2から得ることができる。

30

【0028】

次に本実施形態では、図10に示すように、第2のタイヤモデル3を設定する(S5)。該第2のタイヤモデル3は、第1のタイヤモデル2の一部を利用して設定される。本例では第1のタイヤモデル2のタイヤボディ部2Aをそのまま利用するとともに、その外側に、縦溝と横溝とを有しかつ簡易トレッドモデル部2Bよりも要素数が多い詳細トレッドモデル部2Cを配することにより、該第2のトレッドモデル3を設定する。

40

【0029】

例えば、第1のタイヤモデル2を設定する際に、各要素がボディモデル部2A又は簡易トレッドモデル2Bのいずれかに属することを示す符号などを予め付しておくことにより、第1のタイヤモデル2から簡易トレッドモデル部2Bだけを容易に特定し、かつ取り除くことができる。そして、第1のタイヤモデル2で使用されていたボディモデル部2Aを利用しかつその外側に前記詳細トレッドモデル部2Cを結合することによって、第2のタイヤモデル3が設定できる。なおボディモデル部2Aと詳細のトレッドモデル部2Cとは、相互作用を表現しうるように、結合される面又は節点間の相対距離が常に一定となるように固着される。

【0030】

50

図 1 1 には、詳細トレッドモデル 2 C の一部を平面に展開して示している。なお図 1 1 では、縦溝、横溝の溝底部分については、理解し易いように要素を省略して記載している。前記詳細トレッドモデル 2 C は、図 1 1 に示すように、タイヤ周方向にジグザグ状にのびる巾の広い縦主溝 4 と、この縦主溝 4、4 間をタイヤ周方向にのびる巾の狭い縦細溝 6 と、これら縦主溝 4、縦細溝 6 と交わる向きにのびる横溝 5 とがモデル化されている。前記縦主溝 4 は、例えば簡易トレッドモデル 2 B にモデル化されていた縦溝の位置をジグザグの中心としてモデル化することができる。

【 0 0 3 1 】

図 4 と図 1 1 とを比較すると明らかなように、詳細トレッドモデル 2 C は、簡易トレッドゴムモデル 2 B に比べると、要素数が多く、例えば簡易トレッドゴムモデル 2 B の 1 . 2 ~ 5 倍程度で、より好ましくは 1 . 5 ~ 3 倍程度構成されたものを示す。このような複雑なトレッドパターンをモデル化するには、本例のように四面体要素を用いるのが好適である。また第 1 のタイヤモデル 2 は、前述の変形計算によって、既に接地面形状、接地圧分布が最適化された構造を持っている。従って、第 2 のタイヤモデル 3 は、このような第 1 のタイヤモデル 2 で設定された種々の情報を有効に利用できる。例えば、カーカスのプロファイル、ベルト層の構成、ビード部、サイドウォール部の輪郭形状などは、第 1 のタイヤモデル 2 のボディモデル部 2 A を第 2 のタイヤモデル 3 にそのまま用いることによって該第 2 のタイヤモデル 3 にも利用することができる。

10

【 0 0 3 2 】

また、第 2 のタイヤモデル 3 では、第 1 のタイヤモデル 2 の簡易トレッドモデル 2 B で得られたトレッド面の曲率半径や接地端部のプロファイルが採用される。そして、このトレッド曲率半径を基本として、溝形状の変更又は新たな設定などによってトレッド部分をさらに詳細化する。これにより第 2 のタイヤモデル 3 は、第 1 のタイヤモデル 2 よりもさらに実際の製品形状に近づく。

20

【 0 0 3 3 】

次に本実施形態では、予め定めた境界条件に基づいて前記第 2 のタイヤモデルを用いて変形計算を行う (ステップ S 6)。本実施形態では、前回と同様、第 2 のタイヤモデル 2 を路面モデルに接地させるとともに所定の速度で回転させることにより動的な転動シミュレーションを行うものを例示している。このシミュレーションでは、前記境界条件の他、転動速度、スリップ角などが与えられる。路面モデル (図示省略) は、前回同様剛平面要素を用いて平坦路面をモデル化する。

30

【 0 0 3 4 】

次に本実施形態では、第 2 のタイヤモデル 3 の変形計算からタイヤ性能を評価しうる第 2 の情報を取得する (ステップ S 7)。本例ではこの第 2 の情報として、摩耗エネルギー e を取得する。摩耗エネルギーは、転動しているトレッド面の接地部分において、作用する力と路面とのすべり量を、その接地部分が路面に接地してから離れるまでの時間で測定し、それらを掛け合わせた値の総和である。この摩耗エネルギーは、トレッドゴムの摩耗速度と相関があり、該摩耗エネルギーが多い箇所ほど早期に摩耗しやすい。本実施形態では、第 2 のタイヤモデルの詳細トレッドモデル部 2 C の各要素が、接地中において受ける X、Y 方向のせん断力、および各せん断力が作用する方向へのすべり量を取り出し、これらの値から摩耗エネルギーを計算する。なお図 1 2 には、このような摩耗エネルギーを彩度情報に変換して視覚化したものを示す。

40

【 0 0 3 5 】

次に本実施形態では、第 2 の情報である摩耗エネルギーに基づくタイヤ性能が許容範囲か否かを判断する (ステップ S 8)。偏摩耗を防止するためには、トレッドパターンにおいて摩耗エネルギーを均一化することが必要である。本実施形態では、第 2 のタイヤモデルの性能が許容範囲にあるか否かを判断する基準として、摩耗エネルギーの最大値 e_{max} と最小値 e_{min} との差 ($e_{max} - e_{min}$) を計算し、この差に基づいて判断している。そして、前記差が予め設定されたしきい値を超えている場合 (ステップ S 8 で N)、ステップ S 5 へと戻り第 2 のタイヤモデル 3 を再設定する。具体的には、詳細

50

トレッドパターン部 2 C の縦主溝や横溝などの巾、配設位置又は溝深さの少なくとも一つを再設定する。他方、前記摩耗エネルギーの差が予め設定されたしきい値以下の場合（ステップ S 8 で Y）、この第 2 のタイヤモデル 3 に基づいてトレッドパターンなどが設計される。即ち、第 2 のタイヤモデルに設定された各種の寸法、材料特性、トレッドパターンなどを用いて製品タイヤの設計を行うことができる。

【 0 0 3 6 】

なお、接地面形状、接地圧分布がともに許容範囲となった第 1 のタイヤモデル 2 に基づいて、先にタイヤのプロファイル、カーカスのプロファイル、ベルトの構造などを決めておき、詳細なトレッドパターンだけをこの第 2 のタイヤモデルから定めることもできる。

【 0 0 3 7 】

以上説明したように、本実施形態のタイヤの性能予測方法では、接地面形状や接地圧分布などトレッドパターンにはあまり左右されない基本的な性能については簡易なモデルである第 1 のタイヤモデルを用いて比較的短時間で評価、予測を行うことが可能であるとともに、摩耗エネルギーといったトレッドパターンに左右されやすい具体的な性能については、前記第 1 のタイヤモデルの形状を利用しつつそのトレッドパターン部をより詳細にモデル化した第 2 のタイヤモデル 3 を用いて評価、予測が行われる。従って、効率良く性能評価を行うことができる。またこれらの評価によって良好な結果が得られたモデルに基づいてタイヤを設計することにより、摩耗性能に優れたタイヤを提供するのに役立つ。

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

上述したように、本発明では、第 1 のタイヤモデルで変形計算を行い第 1 の情報を取得するとともに、第 1 のタイヤモデルを利用しつつ該第 1 のタイヤモデルよりも要素数が多い第 2 のタイヤモデルで変形計算を行い第 2 の情報を取得するため、それぞれのモデルの特性に応じた性能評価が行える。つまり、比較的精度が要求されない第 1 の情報は第 1 のタイヤモデルから、また精度が要求される第 2 の情報は、第 2 のタイヤモデルからそれぞれ取得できる。

【 0 0 3 9 】

また請求項 4 記載の発明のように、接地面形状といったトレッドパターンにはあまり左右されない基本的な性能については簡易なモデルである第 1 のタイヤモデルを用いて評価を行うとともに、摩耗エネルギーといったトレッドパターンに左右されやすい具体的な性能については、接地面形状が最適化された第 1 のタイヤモデルの形状を利用しつつそのトレッドパターン部をより詳細にモデル化した第 2 のタイヤモデルを用いて評価を行うことができる。従って、効率良く性能を評価できかつこの評価によって良好な結果が得られたモデルに基づいてタイヤを設計することができる。従って、タイヤの開発期間ないし開発コストの短縮化に役立つ。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明のシミュレーション方法を実施するためのコンピュータ装置の構成図である。

【 図 2 】本発明の方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 3 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルを視覚化して示す断面図、（ B ）はその分解図である。

【 図 4 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルの接地面形状を示す線図、（ B ）はその接地圧の分布を表す線図である。

【 図 5 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルの接地面形状を示す線図、（ B ）はその接地圧の分布を表す線図である。

【 図 6 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルの接地面形状を示す線図、（ B ）はその接地圧の分布を表す線図である。

【 図 7 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルの接地面形状を示す線図、（ B ）はその接地圧の分布を表す線図である。

【 図 8 】（ A ）は第 1 のタイヤモデルの接地面形状を示す線図、（ B ）はその接地圧の分

10

20

30

40

50

布を表す線図である。

【図9】(A)、(B)は好ましい接地面形状の一例を示す線図である。

【図10】第2のタイヤモデルを略示する断面図である。

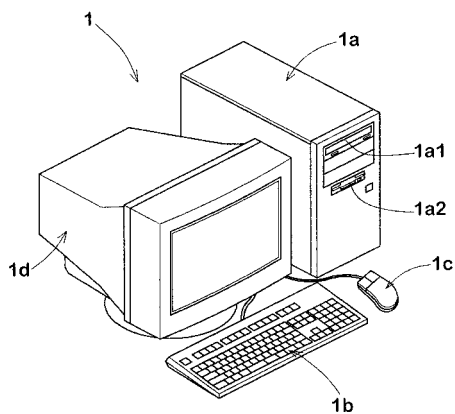
【図11】第2のモデルの詳細トレッドパターン部を略示する平面図である。

【図12】その摩耗エネルギーの分布を示す図である。

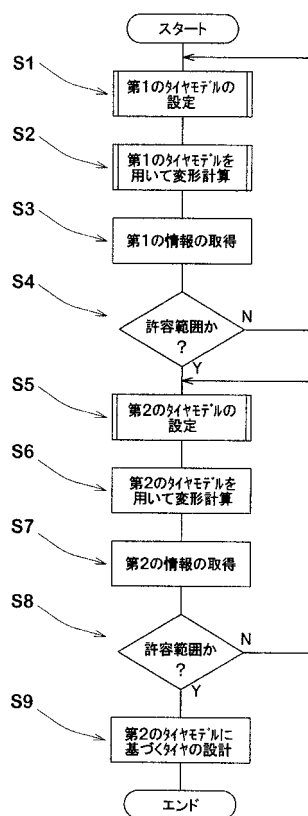
【符号の説明】

- 2 第1のタイヤモデル
- 2 A タイヤボディ部
- 2 B 簡易トレッドパターン部
- 2 C 詳細トレッドパターン部
- 3 第2のタイヤモデル

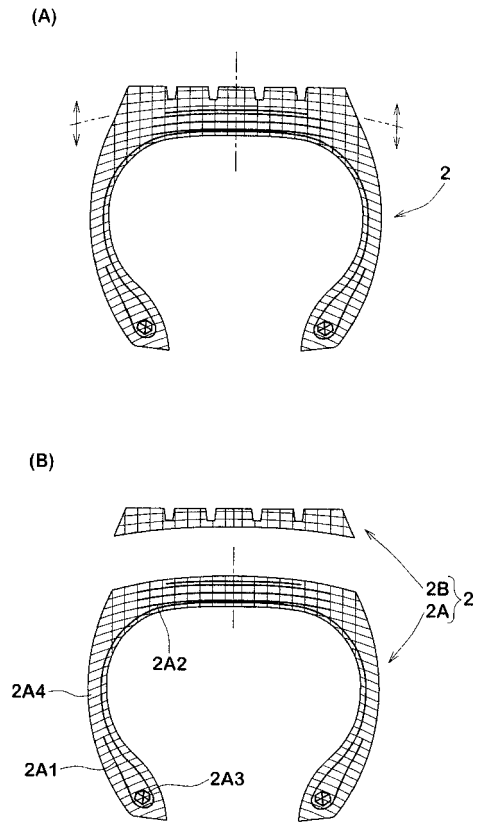
【図1】



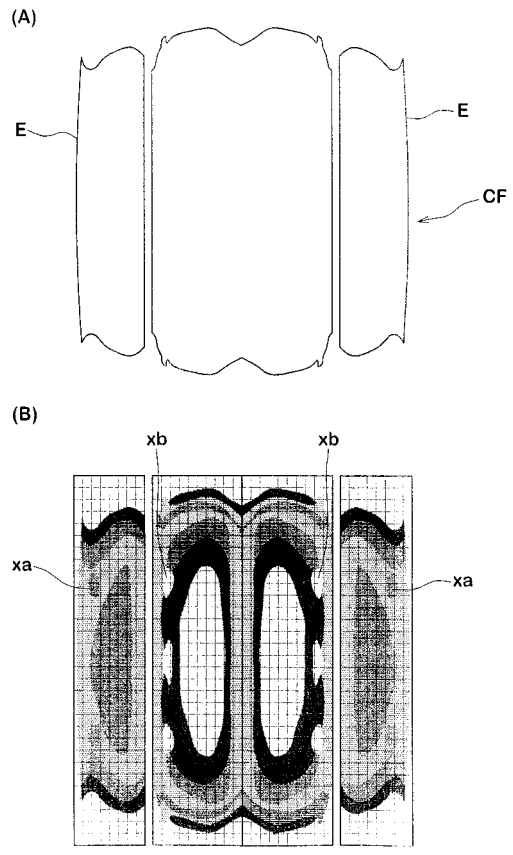
【図2】



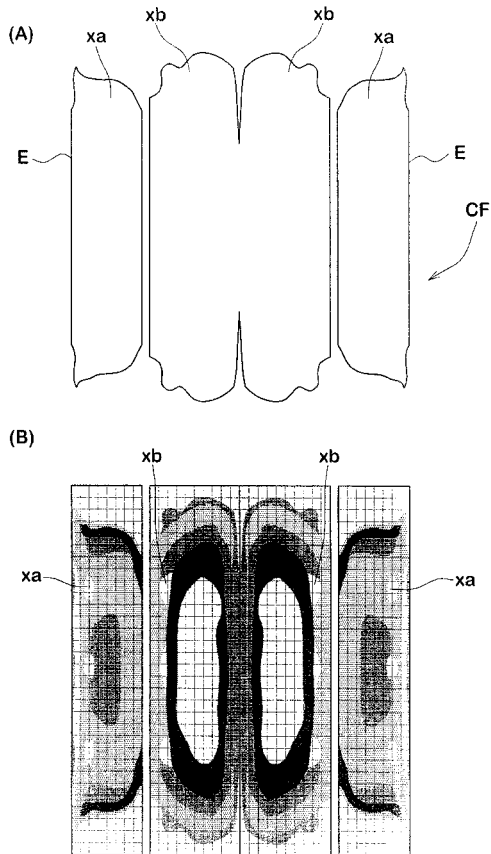
【 図 3 】



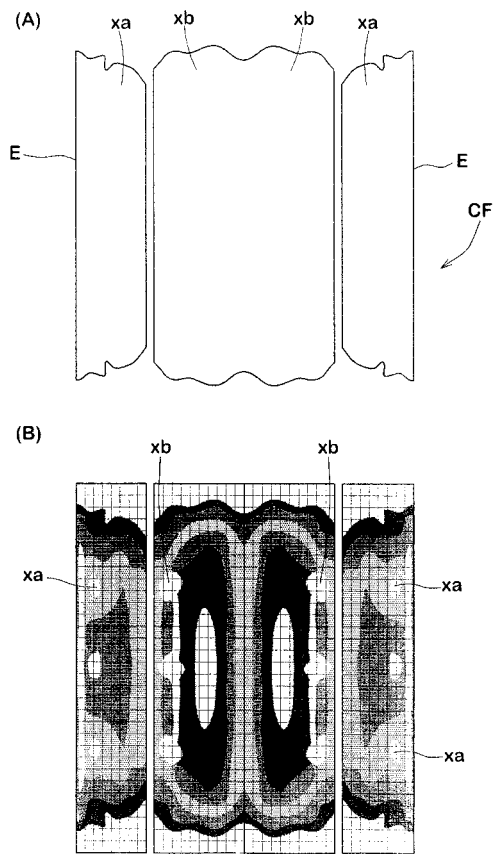
【 図 4 】



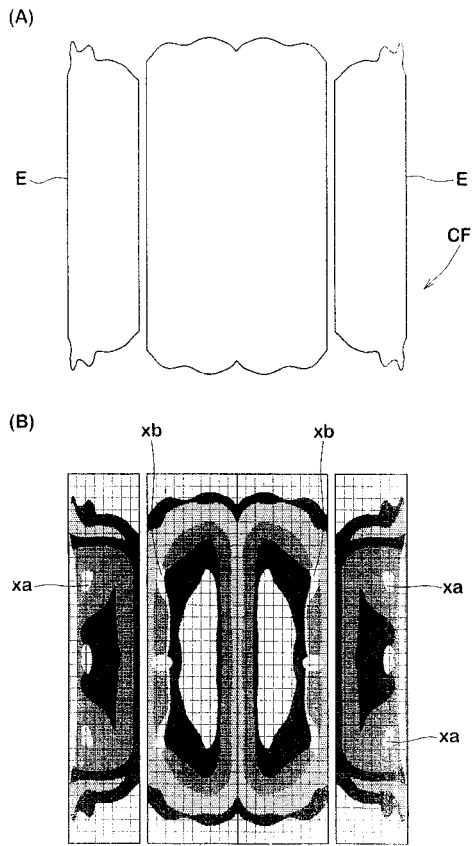
【 図 5 】



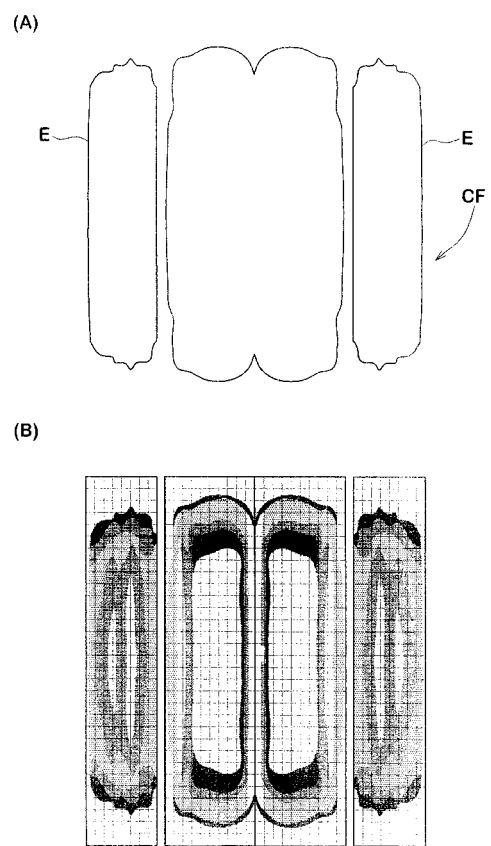
【 図 6 】



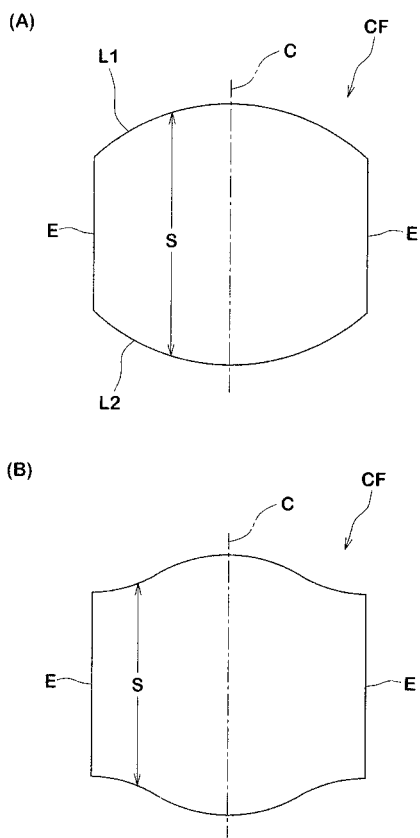
【 図 7 】



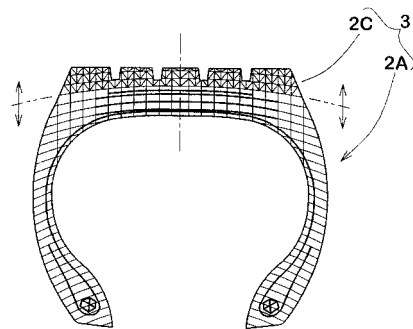
【 図 8 】



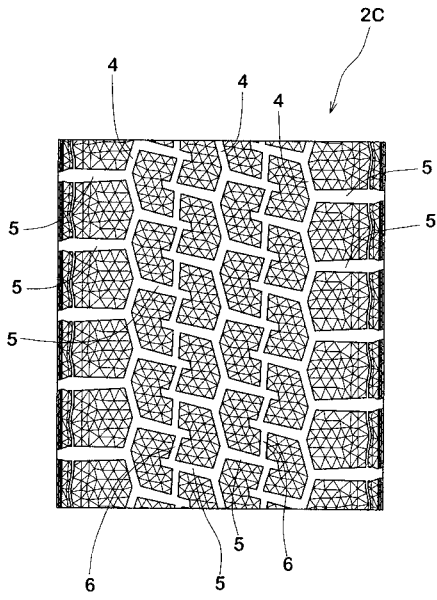
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

