

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4979588号
(P4979588)

(45) 発行日 平成24年7月18日 (2012. 7. 18)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int.Cl.

B29D 30/00 (2006.01)

F I

B29D 30/00

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-543202 (P2007-543202)	(73) 特許権者	599093568
(86) (22) 出願日	平成17年11月16日 (2005. 11. 16)		ソシエテ ド テクノロジー ミシュラン
(65) 公表番号	特表2008-520475 (P2008-520475A)		フランス エフー 63000 クレルモン
(43) 公表日	平成20年6月19日 (2008. 6. 19)		フェラン リュー プレッシュ 23
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/041560	(73) 特許権者	508032479
(87) 国際公開番号	W02006/055649		ミシュラン ルシエルシュ エ テクニー
(87) 国際公開日	平成18年5月26日 (2006. 5. 26)		ク ソシエテ アノニム
審査請求日	平成20年11月14日 (2008. 11. 14)		スイス ツェーハー 1763 グランジュ
(31) 優先権主張番号	PCT/US2004/039021		パコ ルート ルイ プレイウ 10
(32) 優先日	平成16年11月19日 (2004. 11. 19)	(74) 代理人	100082005
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健
		(74) 代理人	100103609
			弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤのユニホーミティを改善するためのタイヤ製造法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記 (1) ~ (5) のステップから成るタイヤのユニホーミティを改善するための方法
:

(1) タイヤの グリーンタイヤラジアルランアウト のモデルを作るため、タイヤのサンプルセット からデータを集め、

(2) サブステップとして、少なくとも一つの成形ステップの変動を有するタイヤのサンプルセットを作り、変動を記録し、グリーンタイヤのラジアルランアウト値を測定し、タイヤのラジアルランアウト測定値の少なくとも一つの高調波を抽出し、

(3) グリーンタイヤ・ラジアルランアウトへの寄与度に対応するベクトル和としての前記少なくとも一つの高調波のベクトル式を誘き、

(4) 上記ベクトル式から一組のベクトル係数を決定し、

(5) 上記ベクトル式およびベクトル係数をその後に造るタイヤの 成形ステップ に適用して、グリーンタイヤ・ラジアルランアウトの少なくとも一つの高調波が最適化されたタイヤとする。

【請求項 2】

タイヤのラジアルランアウトのモデルを作るため、タイヤのサンプルセットからデータを集める段階 (1) が下記 (1a) ~ (11) から成る請求項1に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法:

(1a) カーカス成形ドラムの識別記号を記録し、

10

20

- (1b) タイヤカーカスを造り、
- (1c) 成形ドラム上に載せる時のカーカスの角度を記録し、
- (1d) タイヤカーカスを膨張させ、カーカスのラジアルランアウト値を測定し、
- (1e) タイヤ頂部成形ドラムの識別記号を記録し、
- (1f) タイヤ頂部成形ドラム上に載せるタイヤ頂部の角度を記録し、
- (1g) タイヤ頂部を造り、
- (1h) タイヤ頂部のラジアルランアウト値を測定し、
- (1i) 移送リングの識別記号を記録し、
- (1j) タイヤ頂部成形ドラムからタイヤ頂部を膨張したタイヤカーカス上へ移し、
- (1k) 移送リングに対するカーカスの角度を記録し、
- (1l) グリーンタイヤ・ラジアルランアウト値を測定する。

10

【請求項 3】

上記ベクトル式およびベクトル係数をその後に造るタイヤに適用するステップ (5) が下記 (a) ~ (g) から成る請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法：

- (a) 第 1 ステップの成形ドラム上でカーカスを造り、
- (b) 計算された最適取付け角度を基にしてカーカスを第 2 ステップの成形ドラム上に取付け、
- (c) カーカスを膨張させ、
- (d) カーカスラジアルランアウトを測定し、
- (e) カーカス合成ベクトルを計算し、
- (f) タイヤ頂部を成形し、
- (g) タイヤ頂部合成ベクトルを計算し、
- (h) カーカスに対してタイヤ頂部を回転してカーカス合成ベクトルをタイヤ頂部合成ベクトルの反対側に配置する。

20

【請求項 4】

タイヤの成形の完了後かつベクトル係数のアップデート後に、グリーンタイヤ・ラジアルランアウトを測定する請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 5】

ラジアルランアウトの第 1 高調波を抽出する請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

30

【請求項 6】

ラジアルランアウトの第 2 ~ 第 5 高調波を抽出する請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 7】

カーカスおよび頂部成形ドラムを回転させてカーカスラジアルランアウト測定値及びタイヤ頂部ラジアルランアウト測定値をそれぞれ得る請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 8】

一組のベクトル係数が成形ドラムベクトルに対応する請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

40

【請求項 9】

一組のベクトル係数が移送リングベクトルに対応する請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 10】

一組のベクトル係数がベルトプライベクトルに対応する請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 11】

一組のベクトル係数がキャップベクトルに対応する請求項 1 に記載のタイヤのユニホー

50

ミティを改善するための方法。

【請求項 1 2】

一組のベクトル係数がトレッドベクトルに対応する請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 1 3】

寄与度のための上記ベクトル係数を同時に決定する請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 1 4】

グリーンタイヤ・ラジアルランアウトを、工具ベクトル、製品ベクトル、タイヤルーム効果ベクトルおよびインターセプトベクトルのベクトル和としてモデル化する請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

10

【請求項 1 5】

タイヤ頂部合成ラジアルランアウトベクトルをグリーンタイヤ・ラジアルランアウトベクトルとカーカス合成ベクトルとの差として計算する請求項 3 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【請求項 1 6】

前記グリーンタイヤ・ラジアルランアウトの少なくとも一つの高調波の最適化は、グリーンタイヤ・ラジアルランアウトのレベルがゼロであることからなる請求項 1 に記載のタイヤのユニホーミティを改善するための方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本出願は2004年11月19日出願のPCT/US2004/039021（「タイヤのユニホーミティを改善するためのタイヤ製造方法」）の一部継続である。

本発明はタイヤの製造方法に関するものであり、特に、グリーン（未加硫）タイヤのラジアルランアウトを減らすことによってタイヤのユニホーミティを改善する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

タイヤ、特にラジアルタイヤではグリーンタイヤの組立てプロセス中に入る多くの変数によってグリーンタイヤのラジアルランアウト（RRO）が影響を受ける。タイヤのラジアルランアウトが許容範囲を超えると車両に望ましくない振動が生じ、乗り心地やハンドリングに影響が生じる。これらの理由からタイヤ製造メーカーはそのクライアントへ送られる前のタイヤのラジアルランアウトのレベルを最小にしようと努力している。

30

【0003】

ラジアルランアウトを改善するのに一般に用いられている周知の方法は過剰トレッドに対応する帯域のタイヤのトレッド表面を研磨して除去する方法である。この方法は効果的であるが、表面外観が悪くなり、製品からトレッドゴムを除去してしまうという欠点がある。さらに、この方法は余分の製造ステップを必要とし、コストのかかる装置を使用する。

40

下記文献には他のアプローチが開示されている。

【特許文献 1】 米国特許第5,882、452号明細書

【0004】

この特許ではタイヤの硬化前のラジアルランアウト（RRO）を測定し、未硬化タイヤがより円形になるように締付けたり、再成形する。

【0005】

均一性を改良するためのさらに別の方法では、硬化後のRROまたはRFVに寄与するタイヤ成形／硬化処理のファクターを、測定された硬化前のRROに対してオフセット（相殺）する。この方法の代表的な例は下記文献に記載されている。

【特許文献 2】 日本国特許出願JP-1-145135号公報

50

【0006】

この方法では複数、通常は4本のサンプルタイヤを所定の硬化金型中にセットし、各タイヤを一定の角度だけ回転させてタイヤ上の参照位置（例えば製品継手）と硬化金型上の固定位置との間の角度の増加量を測定する。その後、タイヤを加硫し、合成R F V波形を記録する。「合成R F V波形」という用語は波形測定器で記録した生の波形を意味する。記録された各波形を他の波形と重ね合わせ、平均を取る。この重ね合わせは各タイヤで記録した波形を重ねて得られる波形を各点毎に平均して行なう。加硫のエフェクトはキャンセルされると仮定し、タイヤの成形に関連する「成形ファクター」のみを残す。同様にして他のタイヤサンプルセットを同じ硬化金型で加硫し、それぞれのR F V波形を得る。再びそれぞれの波形を重ね合わせて平均化するが、ここでは各タイヤでの角度の増加量で波形の開始位置をオフセットする。そうすることでタイヤ成形のエフェクトはキャンセルされるとみなし、「加硫ファクター」のみを残す。最後に、上記の「成形ファクター」と「加硫ファクター」とに対応する平均波形を重ね合わせる。この重ね合わせた波形群を互いにオフセットして一つの波形の最大値を他の波形の最小値と整合させる。こうして求めたオフセット角度を硬化金型に送る。そして、未硬化タイヤが金型に到着した時に各タイヤを所定のオフセット角度で金型中にセットする。この方法で硬化後のR F Vへの成形および加硫の寄与は最小になるとしている。

10

【0007】

この方法の主たる欠点は硬化後のR F Vへの成形および加硫の寄与は各タイヤで等しいという仮定にある。しかし、成形ファクターに寄与する係数は製造中に大きく変化する。また、この方法は矛盾した仮定を含んでいる。加硫ファクターを求めるのに用いる方法論では、硬化金型中でタイヤを回転するステップでタイヤ成形（または組立）ファクターがキャンセルされるとの仮定をしている。しかし、この仮定が有効なのは硬化前のR R Oの寄与度が一つのタイヤから次のタイヤまで一貫しており、ランダムな寄与がない場合だけである。この仮定が真実であれば、その後の成形ファクターを求めるプロセスの結果はほとんど意味をなさない。

20

【0008】

下記文献にはさらに別の改良方法が記載されている。

【特許文献3】日本国特許出願JP-6-182903号公報

【特許文献4】米国特許第6,514, 441号明細書

30

【0009】

これらの特許でも上記とほぼ同じ方法で成形ファクター波形と加硫ファクター波形とを求めるが、これらの方法では硬化前のR R Oの寄与度の近似値を硬化後のR F Vに加えている。上記の2つの方法は硬化前のR R Oの測定方法が少し違っている。特許文献4（日本国特許出願JP-6-182903号公報）に開示の方法ではR R Oエフェクトを最適化するが、特許文献5（米国特許第6,514, 441号明細書）ではR R O波形に一定のスティフネス—計数逓減率を適用してR F Vエフェクト度を推定し、有効R F Vを見積っている。しかし、両方の方法とも硬化後のR F Vを最適化するのに、上記方法と同じく、それぞれの波形を重ねる（overlapping）または多重化（superpositioning）する方法に頼っている。

40

【0010】

上記の方法の全てに共通な最も大きな欠点は各波形を重ねる（overlapping）または多重化（superpositioning）することである。R F Vの不均一性への車両応答性は低位のハーモニック（高調波、harmonics）、例えば1次～5次のハーモニックの方がより重要であるということはタイヤ工業界では周知のことである。上記の方法は全てのハーモニックを含む複合波形（composite waveforms）を使用しているので、これらの方法は車両が最も敏感になるR F Vのハーモニックを最適化するのに失敗している。それに加えて、複合波形を使用していた均一性を最適化する方法では多くの場合、重要な低位のハーモニックの寄与度を増加させる硬化後のR F Vを生じさせることがある。その場合には、正しい最適化がされなかったときにタイヤは車両振動問題の原因となる。

従って、特定のハーモニックを最適化でき、しかも、上記のタイヤ形成ファクターやタ

50

イヤ加硫ファクターのエフェクト度を求める必要がない方法があれば、均一性が大幅に改良したタイヤを製造することができる。

【0011】

下記文献にもRFVの不均一性を解決するための類似の方法が記載されている。

【特許文献5】米国特許第6,856,929号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上記背景から、本発明は製造される各タイヤの硬化前のラジアルランアウト（RRO）を効果的に減らすことができるタイヤ製造方法を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明方法ではRROの各高調波をそれぞれ最適化する。上記のような複合RRO信号はタイヤ周りの各角度位置でのタイヤのラジアルランアウトの変化（バリエーション）を示すスカラー量である。この複合RRO信号をそれぞれの高調波成分に分解すると、RROの各高調波は極座標で硬化前のRROベクトルとして表わされる。このベクトルは各高調波の距離の変化値（ピーク／ピーク間の変化値）に等しい大きさと、測定基準点と最大RRO点との間の角度差に等しい方位角とを有する。

【0014】

本発明はタイヤのラジアルランアウトのモデルを作るためのデータを集める段階と、タイヤのラジアルランアウトの少なくとも1つの高調波を抽出し、グリーンタイヤ・ラジアルランアウトへの寄与度に対応するベクトルの和としてのベクトル式を誘き、このベクトル式から一組のベクトル係数を決定し、所定レベルのグリーンタイヤ・ラジアルランアウトでタイヤを造り、上記ベクトル式およびベクトル係数をその後造るタイヤに適用することから成るサブ段階とを有するタイヤのユニホーミティを改善するための方法を提供する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明方法では上記のタイヤのラジアルランアウトのモデルを作るためのデータを集める段階が以下から成る：

30

(1a) カーカス成形ドラムの識別記号を記録し、

(1b) タイヤカーカスを造り、

(1c) 成形ドラム上に載せる時のカーカスの角度を記録し、

(1d) タイヤカーカスを膨張させ、カーカスのラジアルランアウト値を測定し、

(1e) タイヤ頂部成形ドラムの識別記号を記録し、

(1f) タイヤ頂部成形ドラム上に載せるタイヤ頂部の角度を記録し、

(1g) タイヤ頂部を造り、

(1h) タイヤ頂部のラジアルランアウト値を測定し、

(1i) 移送リングの識別記号を記録し、

(1j) タイヤ頂部成形ドラムからタイヤ頂部を膨張したタイヤカーカス上へ移し、

40

(1k) 移送リングに対するカーカスの角度を記録し、

(1l) グリーンタイヤ・ラジアルランアウト値を測定する。

【0016】

本発明方法は所定プロセスで作られるタイヤのための硬化前に測定するRROに寄与する複数のファクタのベクトル表現を用いることによって従来方法を大きく改良するものである。この硬化前RROベクトルは各ベクトルがタイヤ組立て階段で生じるRRO寄与度－「タイヤルーム効果ベクトル」を表すベクトル和としてモデル化される。本発明方法が一連のタイヤで、この種の測定値をタイヤ成形工程の一つまたは複数の段階で硬化前ラジアルランアウト（RRO）として求め、タイヤ成形ツールおよび製品での取付け角度を測定値として求める。

50

【0017】

本発明はタイヤルーム効果 (tire room effect) を推定するのに、測定した複合 R R O 波形を処理する上記方法に頼ることはなく、また、上記の仮説に頼ることもない。本発明方法は上記の測定データを単一の解析段階で入力として使用する。すなわち、サブベクトルの全ての係数が同時に決定される。これらの係数が分れば、タイヤルーム効果ベクトルは簡単に計算される。要約すると、本発明方法の最初の階段はカーカスラジアルランアウト、タイヤ頂部ラジアルランアウトおよびグリーンタイヤ・ラジアルランアウトを含むデータを集めてタイヤのラジアルランアウトの少なくとも一つの高調波をモデル化し、グリーンタイヤ・ラジアルランアウトに対する寄与物 (contributors) に対応するベクトル和としてベクトル式を導き、そのベクトル式から一組のベクトル係数を決定し、集めたデータをこれらから造る将来のタイヤに適用してラジアルランアウトを最小にするか、逆に意図的に円から外れたタイヤを成形する。

10

【0018】

本発明方法はサブベクトルを同時に決定することによって得られる追加の効果を有する。すなわち、従来法とは違って、本発明方法はサブベクトルを決定するために取付け角度位置を正確に増加させる必要がない。それによって、連続生産運転中に得られた測定データを使用してサブベクトル係数をアップデートすることができるようになる。従って、本発明方法は大量生産運転時に生じる生産変数の変更に対応することができる。

【0019】

本発明のタイヤのユニホーミティを改善するためのタイヤ製造方法の実施例を示す添付図面を参照した以下の説明から本発明はよりよく理解できよう。しかし、本発明が下記実施例に限定されるものではない。

20

【0020】

以下、本発明の典型的な実施例を詳細に説明する。図面にはそうした実施例のいくつかが示されている。しかし、以下に示す実施例は本発明を説明するためのもので、本発明がこれらに限定されるものではない。一つの実施例で説明した特徴は他の実施例にも適用できる。また、全てまたは複数の実施例に共通な要素には同様な参照番号を使用した。

【0021】

最近の空気タイヤは一般に大きな注意力と精度で製造されている。タイヤ設計者のゴールは周方向および横方向の両方の不均一性がないタイヤに仕上げることである。そうした設計者の意志にもかかわらず、タイヤ製造プロセスの多くのステップで不均一性の原因が入り込む。完全円でない (ラジアルランアウト、R R O) タイヤは明らかに不均一なタイヤである。不均一性の他のタイプはラジアルフォースバリエーション (R F V) である。自由回転するハブに取り付けたタイヤが平らな表面上を走行したときに一定距離だけランアウトすることを考えてみてほしい。平らな表面上に働く一定のラジアルフォースはタイヤ設計値の関数であり、公知の種々の手段で測定することができる。

30

【0022】

このラジアルフォースの平均値はタイヤに加わる荷重に等しい。しかし、タイヤが走行するとタイヤの内部幾何学形状の変化でタイヤのラジアルスティフネスが局部的に変化するため、上記ラジアルフォースは僅かに変化する。この変化はグリーンタイヤの製造時に使用する継手部品の取付け状態の変動へ不正確な配置といったグリーンタイヤに起因するものがある。タイヤの硬化プロセスでも硬化プレスや硬化中の製品のすべり等に起因して別のファクターがさらに入る。

40

【0023】

[図1] はタイヤ製造プロセスを単純化して示したものである。タイヤカーカス10は成形ドラム15上で作られる。単一製造プロセスの場合にはカーカス10はドラム15上に残る。2段階製造プロセスの場合にはカーカス10がドラム15から外され、第2ステージのドラム (図示せず) 上で仕上げの処理が行なわれる。いずれの場合も、カーカス10は膨張され、仕上げられたトレッドバンド20が取付けられてグリーンタイヤ30が作られる。本発明の一実施例ではグリーンタイヤ30の R R O が測定装置70で測定される。基準点としては (バー

50

コード35が使用される。RRO波形はコンピュータ80に格納される。グリーン・タイヤ30を硬化室へ移動する。タイヤの位置決め基準点角度CAVREFを記録する。次に、タイヤを硬化キャビティ40へ装填し、硬化処理する。硬化処理をされたタイヤ30は均一性測定機械50へ送られてタイヤのRFVが測定され、記録される。

【0024】

〔図2〕のAはグリーンタイヤ30で測定されたRROの概念図である。横座標はタイヤの周方向角度を示し、縦座標はラジアル・ランアウトの変化値を表す。〔図2〕のAは生の測定信号であり、複合波形(composite waveform)とよばれる。この複合波形は無限な一連のハーモニック(高調波)から成る。複合波形をフーリエ分解することで個々のハーモニックが得られる。

10

【0025】

〔図2〕のBおよびCは上記複合波形の第1ハーモニックと第2ハーモニックとをそれぞれ抜き出して描いたものである。ラジアル・ランアウトの第1ハーモニックの大きさFRM1は最大値と最小値との間の差として定義される。第1ハーモニックの位相角または方位角FRA1は測定のための基準位置と放射方向最大距離位置と間の角度差として定義される。〔図2〕のBの直角座標の正弦波は右に示す極座標系では一つのベクトルで表わされる。〔図2〕のCでも正弦波プロットの右側に同じく極座標プロットでベクトルを示してある。第1ハーモニックFRH1のRROベクトルの長さはFRM1に等しくかつ方位角FRA1に等しい角度だけ回転している。同様に、〔図2〕のCの第2ハーモニックベクトルFRH2の大きさはFRM2で、方位角はFRA2である。H2ベクトルの対応極座標プロットはH1ベクトルに似ているが、角座標は方位角が2倍である。

20

【0026】

以下の実施例では、第1ハーモニックH1を最適化する特殊な実施例を説明するが、その他のハーモニック、例えばH2、H3を最適する場合も本発明の範囲内である。また、以下の実施例ではラジアルランアウトを最適する場合を説明する。

【0027】

〔図3〕は最適化をしなかったときのグリーンタイヤ・ラジアルランアウトの第1高調波に対する寄与度を示すベクトル極座標プロット線である。これらは各種の工具ベクトル(tolling vectors)、製品ベクトル(product vector)、インターセプトベクトル(intercept vectors)および可変ベクトル(variable magnitude vectors)を含む。工具ベクトルは工具ベクトルは第1段階の成形ドラムベクトル(ii)、第2段階の成形ドラムベクトル(iii)と、タイヤ頂部成形ドラムベクトル(iv)と、移送リングベクトル(v)とである。成形ドラムはタイヤ成形時にカーカスおよびタイヤ頂部を保持し、移送リングはタイヤ頂部をタイヤカーカス上に載せるときにそれを保持する。製品ベクトルはベルトプライベクトル(viとびvii)、キャップベクトル(viii)およびトレッドベクトル(ix)である。ベルトプライは保護スチールベルトである、キャップはベルトプライ上を覆うナイロンカバーであり、トレッドはタイヤと地面との間に来る層である。グリーンタイヤ・ラジアルランアウトは他の成分とのベクトル和である。残りの未確認のファクタをインターセプトベクトル(i) IIとしてまとめる。全てのファクタが分っている場合にはインターセプトベクトルIIは存在しない。本明細書では未確認効果はこのインターセプトベクトルIIとして計算に入れる。本発明の一つのユニークな点は、工具ベクトルと製品ベクトルとを用いることによって硬化後のユニホーミティを最適化することができることにある。ベクトル空間でこれらの効果を扱うことができるのは各高調波を抽出できた時だけである。

30

40

【0028】

グリーンタイヤRRO(xii)の測定はタイヤの成形が完了し、グリーンタイヤを成形ドラム15から取出す前に行うのが好ましい。〔図3〕～〔図5〕にはカーカスゲインベクトル(x)およびタイヤ頂部ゲインベクトル(xi)も示してある。好ましい方法では測定ドラムはタイヤ成形ドラム15である(一段製造機械では単一のドラム、二段階製造機械では仕上げドラム)。このグリーンタイヤRROの測定をオフラインで専用測定器具を用いて行うこともできる。いずれにせよ、測定ドラムのラジアルランアウトを用いることでグ

50

リーンRROベクトルに誤りの貢献度 (false contribution) を導入できる。このグリーンタイヤRROを測定した結果は、真のタイヤのランアウトとRROの測定に使用したドラムのランアウトとの和である。しかし、タイヤの硬化後のRFVに影響を与えるのはグリーンタイヤRROだけである。

【0029】

〔図4〕は最適化ステップの概念図を示す。この図ではベクトル(iv)～(ix)が一つのユニットとして変数ベクトルに対して回転されている。この最適でグリーンタイヤ・ラジアルランアウトが大きく減っていることは直ちに明らかである。最適化を実行するステップは以下で説明する。

【0030】

〔図5〕はタイヤ頂部のラジアルランアウトベクトルをグリーンタイヤのラジアルランアウトベクトルの測定値とカーカスのラジアルランアウトベクトルの測定値との差として示したベクトルプロット線である。この計算方法を用いることでタイヤ頂部のラジアルランアウトベクトルを直接測定したことと同じになり、タイヤ頂部の測定が不要になる。

【0031】

〔図6〕は最適化を加えなかったときのグリーンタイヤ・ラジアルランアウトの第1高調波に対する寄与度のグループ化を示すベクトル極座標プロット線図である。参照番号xiiiは定数ベクトルiv～ixと可変ベクトルxiの結果として得られるベクトル和である。参照番号xivは定数ベクトルi～iiiと可変ベクトルxのベクトル和である。参照番号xiiは〔図3〕と同じグリーンタイヤ・ラジアルランアウトである。

【0032】

〔図7〕は最適化した後のグリーンタイヤ・ラジアルランアウトの第1高調波に対する寄与度のグループ化を示すベクトル極座標プロット線図である。参照番号xiiiは定数ベクトルiv～ixと可変ベクトルxiの結果として得られるベクトル和である。参照番号xivは定数ベクトルi～iiiと可変ベクトルxのベクトル和である。参照番号xiiは〔図4〕と同じ最適化されたグリーンタイヤ・ラジアルランアウトである。

【0034】

ベクトル空間を用いて図示した上記のグラフ表示を次に下記式(1)を用いて改めて説明する。各用語は〔図3〕の実施例に示したベクトルを表す。本発明方法には〔図3〕に記載していない追加の効果や本明細書に明記のない追加の効果を加えることができ、それらも本発明の範囲内であるということは明らかである。

【0035】

$$FRH1 = (FRH1cr \text{ 効果ベクトル}) + (FRH1sr \text{ 効果ベクトル}) + (\text{第1段階成形ドラムRROベクトル}) + (\text{第2段階成形ドラムRROベクトル}) + (\text{タイヤ頂部成形ドラムRROベクトル}) + (\text{移送リングRROベクトル}) + (\text{ベルト1プライRROベクトル}) + (\text{ベルト2プライRROベクトル}) + (\text{キャップRROベクトル}) + (\text{トレッドRROベクトル}) \quad (1)$$

【0036】

上記の式はラジアルランアウトの第1高調波のモデル化に適用されるが、FRH2～FRH5のような他の高調波にも適用できる。

【0037】

本発明方法の最初の第段階は上記モデル化式を作るためのデータを集める段階である。グリーンRROおよびエフェクトベクトルは測定された数量である。ゲインベクトル、製品ベクトル、工具ベクトルおよびインターセプトベクトルを推定する必要がある。これはベクトル回転および回帰分析でできる。

【0038】

まず最初に、アクセス可能なタイヤ上の基準点、例えばタイヤカーカスまたは製品ジョイントに付けたバーコードのような基準点を全体プロセスで識別に利用することにする。以下に記載する本発明の特定な一つの実施例では測定ドラム自体のラジアルランアウトの改善をする。このエフェクトはタイヤ成形ドラム15を測定ドラムとして使用する場合には

重要なエフェクトになる。測定ドラム上へのタイヤカーカスの装填角を記録する。この特定実施例ではカーカス10が単一機械の第1ステップか二段プロセス機械の第2ステップに装填したときの装填角を測定する。ベクトル係数に対するドラムランアウト測定のエフェクトを正確に見積もるためには、所定タイヤサンプル内で広いタイヤ装填角度を確保するのが有利である。

【0039】

次に、タイヤを仕上ステージの成形ドラム15上に載置し、回転して、測定装置70を用いて仕上げられたグリーンタイヤ30のRROを測定する。あるいは、仕上げられたグリーンタイヤを測定装置から外し、外へ移動してRROを測定することもできる。このRROの測定はモデル化されないエフェクトをランダム化するために多重のタイヤで繰り返す。RROの測定値を得る装置70は多数公知であり、例えばビジョンシステムまたはレーザを使用した非接触システムがある。接線イメージングをベースにしたラジアルランアウトの測定システムがラジアルイメージングを使用したものより好ましいことが分かっている。こうして得られたRROデータはコンピュータ80に記録する。

【0040】

適当なタイヤサンプルでこれらのデータを得た後にRRO波形から調和（ハーモニック）データを抽出する。本発明ではグリーンラジアルランアウトGR1（大きさFRM1、方位角FRA1）、カーカスランアウト（大きさFRM1cr、方位角FRA1cr）およびタイヤ頂部ランアウト（大きさFRM1sr、方位角FRA1sr）の第1高調波データをそれぞれ抽出し、保存する。具体的用語は下記〔表1〕に示す。

【0041】

【表1】

ベクトル	大きさ	方位角
グリーンRRO	FRM1	FRA1
カーカスゲイン	Gcr	θ
タイヤ頂部ゲイン	Gsr	θ
インターセプト (II)	IM1	IA1
第1段成形ドラム	BM1r	BA1r
第2段成形ドラム	TM1r	TA1r
移送リング	RM1r	RA1r
タイヤ頂部成形ドラム	SM1r	SA1r
ベルトブライ	NM1r	NA1r
キャップ	BZM1r	BZA1r
トレッド	KM1r	KA1r

【0042】

式(1)を製作現場環境へ直ぐに容易に適用できるようにするためには式(1)を解くデジタルコンピュータを使用するのが有利である。そのためには上記ベクトル式をデカルト座標の一組の算術式に変える必要がある。デカルト座標では各ベクトルまたはサブベクトルは下記の例に示すようにx-成分とy-成分とを有する

【0043】

$$FRH1_x = (FRM1) \cdot \cos(FRA1) \quad \text{および}$$

(2)

$$FRH1_y = (FRM1) \cdot \sin(FRA1)$$

【 0 0 4 4 】

従属ベクトル (F R H 1 r x 、 F R H 1 r y) は下記式のベクトル和である。

【 0 0 4 5 】

$$\begin{aligned} FRH1_{rx} = & Gcr \cdot FRM1_{cr} \cdot \cos(\theta + FRA1_{cr}) + \\ & Gsr \cdot FRM1_{sr} \cdot \cos(c + FRA1_{sr}) + \\ & BM1r \cdot \cos(BA1r + CBD_REF) + \\ & TM1r \cdot \cos(TA1r + FBD_REF) + \\ & SM1r \cdot \cos(SA1r + SBD_REF) + \\ & RM1r \cdot \cos(RA1r + TSR_REF) + \\ & NM1r \cdot \cos(NA1r + NBD_REF) + \\ & BZM1r \cdot \cos(BZA1r + BBD_REF) + \\ & KM1r \cdot \cos(KA1r + KBD_REF) + \\ & IM1r \cdot \cos(IA1r) \end{aligned} \quad (3)$$

10

$$\begin{aligned} FRH1_{ry} = & Gcr \cdot FRM1_{cr} \cdot \sin(\theta + FRA1_{cr}) + \\ & Gsr \cdot FRM1_{sr} \cdot \sin(e + FRA1_{sr}) + \\ & BM1r \cdot \sin(BA1r + CBD_REF) + \\ & TM1r \cdot \sin(TA1r + FBD_REF) + \\ & SM1r \cdot \sin(SA1r + SBD_REF) + \\ & RM1r \cdot \sin(RA1r + TSR_REF) + \\ & NM1r \cdot \sin(NA1r + NBD_REF) + \\ & BZM1r \cdot \sin(BZA1r + BBD_REF) + \\ & KM1r \cdot \sin(KA1r + KBD_REF) + \\ & IM1r \cdot \sin(IA1r) \end{aligned} \quad (4)$$

20

【 0 0 4 6 】

これらの式を標準的三角関数単位 (trigonometric identities) で展開すると下記が得られる：

【 0 0 4 7 】

30

$$\begin{aligned} FRH1_{rx} = & Gcr \cdot \cos(\theta) \cdot FRM1_{cr} \cdot \cos(FRA1_{cr}) - Gcr \cdot \sin(\theta) \cdot FRM1_{cr} \cdot \sin(FRA1_{cr}) + \\ & Gsr \cdot \cos(e) \cdot FRM1_{sr} \cdot \cos(FRA1_{sr}) - Gsr \cdot \sin(e) \cdot FRM1_{sr} \cdot \sin(FRA1_{sr}) + \\ & BM1r \cdot \cos(BA1r) \cdot \cos(CBD_REF) - BM1r \cdot \sin(BA1r) \cdot \sin(CBD_REF) + \\ & TM1r \cdot \cos(TA1r) \cdot \cos(FBD_REF) - TM1r \cdot \sin(TA1r) \cdot \sin(FBD_REF) + \\ & SM1r \cdot \cos(SA1r) \cdot \cos(SBD_REF) - SM1r \cdot \sin(SA1r) \cdot \sin(SBD_REF) + \\ & RM1r \cdot \cos(RA1r) \cdot \cos(TSR_REF) - RM1r \cdot \sin(RA1r) \cdot \sin(TSR_REF) + \\ & NM1r \cdot \cos(NA1r) \cdot \cos(NBD_REF) - NM1r \cdot \sin(NA1r) \cdot \sin(NBD_REF) + \\ & BZM1r \cdot \cos(BZA1r) \cdot \cos(BBD_REF) - BZM1r \cdot \sin(BZA1r) \cdot \sin(BBD_REF) + \\ & KM1r \cdot \cos(KA1r) \cdot \cos(KBD_REF) - KM1r \cdot \sin(KA1r) \cdot \sin(KBD_REF) + \\ & IM1r \cdot \cos(IA1r) \end{aligned}$$

40

$$\begin{aligned} FRH1_{ry} = & Gcr \cdot \cos(\theta) \cdot FRM1_{cr} \cdot \sin(FRA1_{cr}) + Gcr \cdot \sin(\theta) \cdot FRM1_{cr} \cdot \cos(FRA1_{cr}) + \\ & Gsr \cdot \cos(e) \cdot FRM1_{sr} \cdot \sin(FRA1_{sr}) + Gsr \cdot \sin(e) \cdot FRM1_{sr} \cdot \cos(FRA1_{sr}) + \\ & BM1r \cdot \cos(BA1r) \cdot \sin(CBD_REF) + BM1r \cdot \sin(BA1r) \cdot \cos(CBD_REF) + \\ & TM1r \cdot \cos(TA1r) \cdot \sin(FBD_REF) + TM1r \cdot \sin(TA1r) \cdot \cos(FBD_REF) + \\ & SM1r \cdot \cos(SA1r) \cdot \sin(SBD_REF) + SM1r \cdot \sin(SA1r) \cdot \cos(SBD_REF) + \\ & RM1r \cdot \cos(RA1r) \cdot \sin(TSR_REF) + RM1r \cdot \sin(RA1r) \cdot \cos(TSR_REF) + \\ & NM1r \cdot \cos(NA1r) \cdot \sin(NBD_REF) + NM1r \cdot \sin(NA1r) \cdot \cos(NBD_REF) + \\ & BZM1r \cdot \cos(BZA1r) \cdot \sin(BBD_REF) + BZM1r \cdot \sin(BZA1r) \cdot \cos(BBD_REF) + \\ & KM1r \cdot \cos(KA1r) \cdot \sin(KBD_REF) + KM1r \cdot \sin(KA1r) \cdot \cos(KBD_REF) + \\ & IM1r \cdot \cos(IA1r) \end{aligned}$$

【 0 0 4 8 】

展開した式を単純化し、極座標からデカルト座標に変え、下記の単位を代入する：

50

【 0 0 4 9 】

$$\mathbf{a} = \text{Gcr} \cdot \text{COS}(\Theta) , \mathbf{b} = \text{Gcr} \cdot \text{SIN}(\Theta) \quad (11)$$

$$\mathbf{c} = \text{Gsr} \cdot \text{COS}(\Theta) , \mathbf{d} = \text{Gsr} \cdot \text{SIN}(\Theta) \quad (12)$$

$$\mathbf{e} = \text{BM1r} \cdot \text{COS}(\text{BA1r}) , \mathbf{f} = \text{BM1r} \cdot \text{SIN}(\text{BA1r}) \quad (13)$$

$$\mathbf{g} = \text{TM1r} \cdot \text{COS}(\text{TA1r}) , \mathbf{h} = \text{TM1r} \cdot \text{SIN}(\text{TA1r}) \quad (14)$$

$$\mathbf{i} = \text{SM1r} \cdot \text{COS}(\text{SA1r}) , \mathbf{j} = \text{SM1r} \cdot \text{SIN}(\text{SA1r}) \quad (15)$$

$$\mathbf{k} = \text{RM1r} \cdot \text{COS}(\text{RA1r}) , \mathbf{l} = \text{RM1r} \cdot \text{SIN}(\text{RA1r}) \quad (16)$$

$$\mathbf{m} = \text{NM1r} \cdot \text{COS}(\text{NA1r}) , \mathbf{n} = \text{NM1r} \cdot \text{SIN}(\text{NA1r}) \quad (17)$$

$$\mathbf{o} = \text{BZM1r} \cdot \text{COS}(\text{BZA1r}) , \mathbf{p} = \text{BZM1r} \cdot \text{SIN}(\text{BZA1r}) \quad (18)$$

$$\mathbf{q} = \text{KM1r} \cdot \text{COS}(\text{KA1r}) , \mathbf{r} = \text{KM1r} \cdot \text{SIN}(\text{KA1r}) \quad (19)$$

10

【 0 0 5 0 】

式 (3) および (4) の展開式にこれら単位を入れると下記になる：

【 0 0 5 1 】

20

$$\begin{aligned} \text{FRH1r}_x = & \mathbf{a} \cdot \text{FRM1crx} - \mathbf{b} \cdot \text{FRM1cry} & + \\ & \mathbf{c} \cdot \text{FRM1srx} - \mathbf{d} \cdot \text{FRM1sry} & + \\ & \mathbf{e} \cdot \text{CBD_REFx} - \mathbf{f} \cdot \text{CBD_REFy} & + \\ & \mathbf{g} \cdot \text{FBD_REFx} - \mathbf{h} \cdot \text{FBD_REFy} & + \\ & \mathbf{i} \cdot \text{SBD_REFx} - \mathbf{j} \cdot \text{SBD_REFy} & + \\ & \mathbf{k} \cdot \text{TSR_REFx} - \mathbf{l} \cdot \text{TSR_REFy} & + \\ & \mathbf{m} \cdot \text{NBD_REFx} - \mathbf{n} \cdot \text{NBD_REFy} & + \\ & \mathbf{o} \cdot \text{BBD_REFx} - \mathbf{p} \cdot \text{BBD_REFy} & + \\ & \mathbf{q} \cdot \text{KBD_REFx} - \mathbf{r} \cdot \text{KBD_REFy} & + \\ & \text{Ix} \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \text{FRH1r}_y = & \mathbf{a} \cdot \text{FRM1cry} + \mathbf{b} \cdot \text{FRM1crx} & + \\ & \mathbf{c} \cdot \text{FRM1sry} + \mathbf{d} \cdot \text{FRM1srx} & + \\ & \mathbf{e} \cdot \text{CBD_REFy} + \mathbf{f} \cdot \text{CBD_REFx} & + \\ & \mathbf{g} \cdot \text{FBD_REFy} + \mathbf{h} \cdot \text{FBD_REFx} & + \\ & \mathbf{i} \cdot \text{SBD_REFy} + \mathbf{j} \cdot \text{SBD_REFx} & + \\ & \mathbf{k} \cdot \text{TSR_REFy} + \mathbf{l} \cdot \text{TSR_REFx} & + \\ & \mathbf{m} \cdot \text{NBD_REFy} + \mathbf{n} \cdot \text{NBD_REFx} & + \\ & \mathbf{o} \cdot \text{BBD_REFy} + \mathbf{p} \cdot \text{BBD_REFx} & + \\ & \mathbf{q} \cdot \text{KBD_REFy} + \mathbf{r} \cdot \text{KBD_REFx} & + \\ & \text{Iy} \end{aligned} \quad (21)$$

30

【 0 0 5 2 】

上記の式 (20) および (21) は直ちにマトリックスの形式に書き換えることができ、上記の係数ベクトル (a,b) (c,d) (e,f) (g,h) (i,j) (k,l) (m,n) (o,p) (q,r)、(IIX,IY) が分れば、そのマトリックス式からモデル化式が得られ、そのモデル化式を用いて個々のタイヤのVRH1ベクトルが推定できる。他のプロセス要素を含めたり、異なる生産機構を考慮に入れるようにこの基礎的な式を変形することができる。これらの係数ベクトルは上記マトリックス式を解くための公知の種々の数学的方法によって得ることができる。

40

【 0 0 5 3 】

製作現場でリアルタイムで使用でき、係数のアップデートを容易にするためには、各係数を最小二乗法回帰推定法によって同時に決定することで本発明方法はより簡単に実行できる。すなわち、全ての成形ドラムおよび製品のための全ての係数を単一の回帰ステップ

50

で解くことができる。最後にベクトル係数を将来作るタイヤ用データベースとして保存する。上記係数は以下のように物理的な意味を有している：(a,b)はカーカスラジアルランアウト（グリーンタイヤフォールスラウンド、すなわち、グリーンタイヤラジアルランアウト）1mm 当たりのGTFRのmmの単位を有するカーカスゲインベクトル、(c,d)は頂部ランアウト 1mm 当たりのGTFRのmmの単位を有するタイヤ頂部ゲインベクトル、(e,f)はGTFRのmmの単位を有する第1ステップの成形ドラムベクトル、(g,h)はGTFRのmmの単位を有する第2ステップの成形ドラムベクトルドラムベクトル、(i,j)はGTFRのmmの単位を有するタイヤ頂部成形ドラムベクトル、(k,l)はGTFRのmmの単位を有する移送リングベクトル、(m,n)はGTFRのmmの単位を有するベルトプライベクトル、(o,p)はGfFIRのmmの単位を有するキャップベクトル、(q,r)はGTFRのmmの単位を有するトレッドベクトル、(Ix, Iy)はGTFRのmmの単位を有するインターセプトベクトルIIである。

10

【0054】

上記の式は一つの第1段階成形ドラム、一つの第2段階成形ドラム、一つの頂部成形ドラム等のためのものである。製品ファクタおよび工具ファクタはネスト（入れ子）ファクターである。すなわち、実際のプロセスは多数の成形ドラムと多数の製品を含むが、各タイヤはその一つだけと会うということを意味する。従って、完全な式は各成形ドラムおよび各製品のためのベクトルを含むことができる。

【0055】

最終ステップでは〔図4〕に示す概念図に従って個々のタイヤを製作する時に上記モデルを適用してそのRROを最適化する。次のタイヤを製作するときに定数ベクトルを回転してグリーンタイヤRROを最小にする。この回転は可変係数(a,b) (c,d)と組合せた時に全てのエフェクト（効果）の推定ベクトル和が最小となるように計算する。〔図3〕および〔図4〕に示すように、ベクトル4～9をグループにして回転して、得られるグリーンRROを大幅に小さくする。あるいは、グリーンタイヤラジアルランアウトのゼロレベルに最適化するようにタイヤ製造ステップを変えることもできる。プロセスのこの位置ではタイヤ頂部は既に造られており、カーカス上への位置決めを待っている移送リング上にある。これは数学的には〔図4〕の定数ベクトルiv、v、vi、vii、viii、ixおよび可変ベクトルxiを一つの合力ベクトルに結合することを意味する。これは〔図6〕および〔図7〕で参照記号xiiiで示されている。カーカスも既に造られており、第2ステップの成形ドラムで膨張されている。これは数学的には定数ベクトルi、ii、iiiおよび可変ベクトルxを一つの合力ベクトルに結合することを意味する。これは〔図6〕および〔図7〕で参照記号xivで示されている。ここで、第1の合力を第2の合力とは反対側に回転させる。この回転は移送リングの下で第2ステップの成形ドラムを回転させてiv、v、vi、vii、viii、ixおよびxiの合力をi、ii、iiiおよびxの合力とは反対側に位置決め（effect positioning）することによって達成される。各タイヤ成形ドラムは識別番号を有し、各タイヤには単一の同定番号、例えばバーコードが付けられている。これらの識別番号をトレースすることによって個々のタイヤに対して記録された情報を検索して後の段階で組合せて利用できる。タイヤ成形が完了した時点でグリーンRROを測定し、そのハーモニックの大きさFRM1および方位角FRA1を、成形ドラム上または測定ドラム上のタイヤの取付け角度と一緒に記録する。測定および記録されたタイヤ情報（FRM1、FRA1、成形ドラム識別番号、取付け角度）を見つけるためのデータベースの調査を容易にするために、リーダーで単一バーコードを読み取ってタイヤを識別する。可変の効果はタイヤ毎に変わるので固定ベクトルの回転もタイヤ毎に変える。

20

30

40

【0056】

本発明のさらに他の利点およびユニークな特徴は、各個体タイヤで測定したデータで複雑な製造プロセスに関連する変動を考慮に入れて予測係数ベクトルをアップデートできる能力にある。グリーンRROを連続的に測定するので、本発明モデルは新しい生産データと一緒に定期的な間隔でアップデートでき、プロセス変化に対する推算式を調節することができる。このアップデートは既存のデータに追加するか、元のデータと交換する予測係数ベクトルの新しい独立したセットを計算するのに用いることができる。

50

【0057】

本発明は、上記のタイヤ製造方法に適用可能な種々の変形、改良を含み、それらは特許請求の範囲の均等範囲であるということを理解しなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明方法を実施することができるタイヤ製造プロセスの概念図。

【図2】2A～2Cは当初の複合波形といくつかのハーモニック成分とを示すタイヤのラジアルランアウトの概念図。

【図3】グリーンタイヤのラジアルランアウトおよび得られるラジアルランアウトに対する各種寄与物を示すベクトルの極指標プロット線図。

10

【図4】最適化の後のグリーンタイヤ・ラジアルランアウトおよび得られるラジアルランアウトに対する各種の寄与物を示すベクトルの極座標プロット線図。

【図5】グリーンタイヤラジアルランアウトベクトルおよびカーカスラジアルランアウトベクトルの差として予測したタイヤ頂部のラジアルランアウトベクトルを示すベクトルの極座標プロット線図。

【図6】ベクトル寄与物の2つのグループ化と得られるラジアルランアウトとを示すベクトルの極座標プロット線図。

【図7】最適化の後のベクトル寄与物の2つのグループ化と得られるラジアルランアウトとを示すベクトルの極座標プロット線図。

【図1】

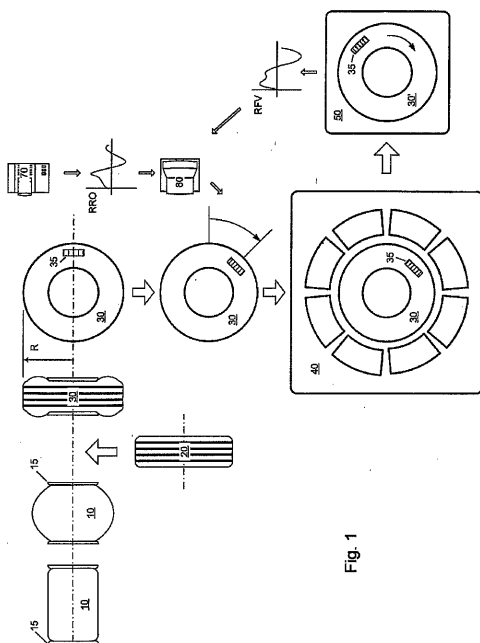
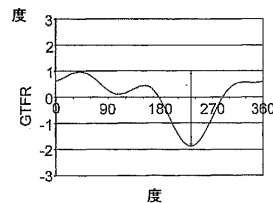
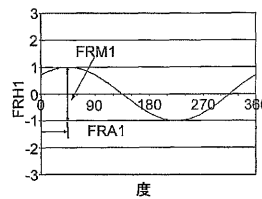


Fig. 1

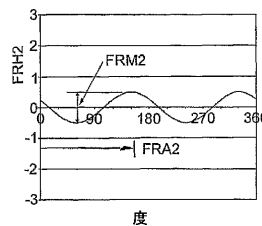
【図2】



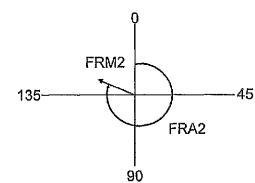
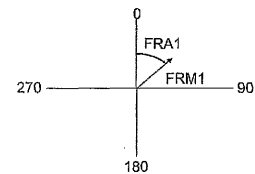
2A



2B



2C



【図 3】

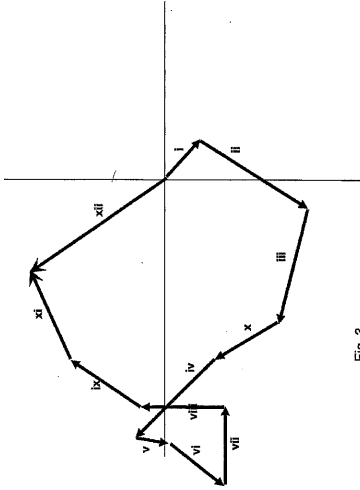


Fig. 3

【図 4】

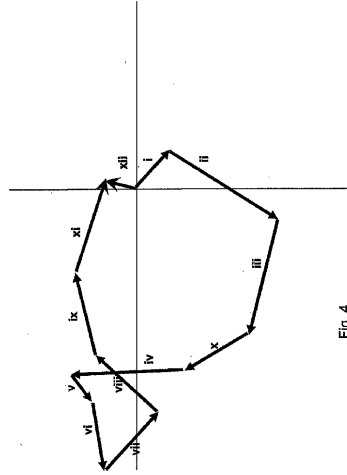


Fig. 4

【図 5】

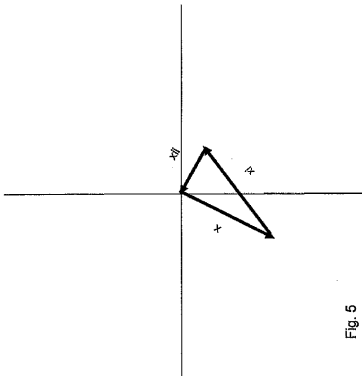


Fig. 5

【図 7】

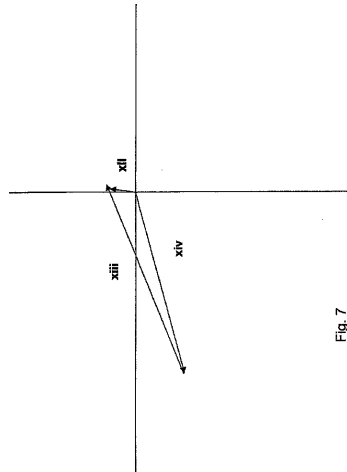


Fig. 7

【図 6】

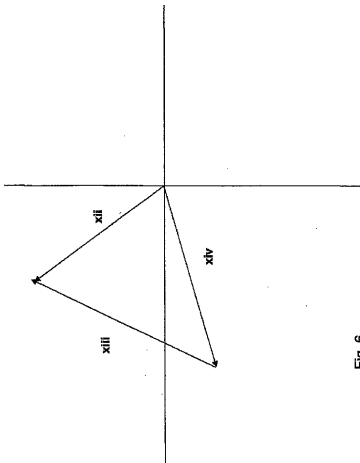


Fig. 6

フロントページの続き

(74)代理人 100095898

弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 マウビー, ウィリアム, デヴィッド

アメリカ合衆国 29605 サウスカロライナ グリーンヴィル メリーフィールド コート
12

(72)発明者 パーシン, ユーゲン, マーシャル

アメリカ合衆国 29621 サウスカロライナ アンダーソン レディース レーン 1040

(72)発明者 トレイラー, ジェイムス, マイケル

アメリカ合衆国 29650 サウスカロライナ グリアー クロスウインズ ストリート 12
9

審査官 竹村 秀康

(56)参考文献 特開平06-182903 (JP, A)

特開平01-139245 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 44/00

B29C 67/20 -67/24

B29D 30/00 -30/72