

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5004417号
(P5004417)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 0 C 23/00 (2006.01)

B 6 0 C 23/00

Z

B 6 0 C 19/00 (2006.01)

B 6 0 C 19/00

B

G 0 1 M 17/02 (2006.01)

G 0 1 M 17/02

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-357298 (P2004-357298)
 (22) 出願日 平成16年12月9日(2004.12.9)
 (65) 公開番号 特開2005-186929 (P2005-186929A)
 (43) 公開日 平成17年7月14日(2005.7.14)
 審査請求日 平成19年12月7日(2007.12.7)
 (31) 優先権主張番号 10/731198
 (32) 優先日 平成15年12月9日(2003.12.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 599093568
 ソシエテ ド テクノロジー ミシュラン
 フランス エフー 6 3 0 0 0 クレルモン
 フェラン リュー プレッシュ 2 3
 (73) 特許権者 508032479
 ミシュラン ルシエルシュ エ テクニー
 ク ソシエテ アノニム
 スイス ツェーハー 1 7 6 3 グランジュ
 パコ ルート ルイ プレイウ 1 0
 (74) 代理人 100082005
 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】 タイヤ異常を検知するためのドップラーレーダー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

R F 信号をタイヤ(1)の一部に放射して当該タイヤからの反射信号を受信するように配置され、出力に出力信号を発生するレーダートランシーバ(8)と、

前記レーダートランシーバ(8)の前記出力に接続された入力と、出力とを有する信号プロセッサ(11)と、を具備し、

前記信号プロセッサ(11)は、前記レーダートランシーバ(8)が受信した前記反射信号の選択された範囲の調波に基づいて信号解析を実行し、前記調波はタイヤの回転速度に基づくものであり、さらに、タイヤの異常を表す出力信号を前記出力に出力するようになっていることを特徴とするタイヤ監視装置。

【請求項 2】

前記信号プロセッサは、前記選択した範囲内の調波の調波エネルギーの平均エネルギーに基づいて信号解析を実行する請求項 1 記載のタイヤ監視装置。

【請求項 3】

前記信号プロセッサは、前記選択した範囲内の調波の調波分布の重心に基づいて信号解析を実行する請求項 1 又は 2 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 4】

前記調波の範囲は、異常に基づいて選択される請求項 1 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 5】

前記異常は、バランス及びアライメントであり、前記選択した範囲の調波は、第 1 調波

から第 2 調波の範囲である請求項 4 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 6】

前記異常は、トレッドベルト剥離及び不均一トレッド摩耗であり、前記選択した範囲の調波は、第 3 調波から第 n 調波の範囲であり、ここで n はトレッドパターンに係する基本調波である請求項 4 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 7】

前記異常は、トレッド摩耗であり、前記選択した範囲の調波は、第 n 調波から第 m 調波の範囲であり、ここで n はトレッドパターンに係する基本調波であり、m はトレッドパターンエネルギーの整数倍調波である請求項 4 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 8】

前記レーダートランシーバはドップラーレーダートランシーバである請求項 1 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 9】

前記レーダートランシーバはドップラー微小パワーインパルスレーダートランシーバである請求項 8 に記載のタイヤ監視装置。

【請求項 10】

R F 信号をタイヤの一部に放射し、
放射を受けたタイヤから反射信号を受信し、
この受信した反射信号の選択された範囲の調波を解析して、タイヤの異常を検出し、この調波はタイヤの回転速度に基づくものであることを特徴とするタイヤ異常検出方法。

【請求項 11】

前記選択した範囲の調波の前記解析は、前記選択した範囲内の調波の調波エネルギーの平均エネルギーを評価することを含む請求項 10 に記載のタイヤ異常検出方法。

【請求項 12】

前記選択した範囲の調波の前記解析は、前記選択した範囲内の調波の調波分布の重心を評価する請求項 10 又は 11 に記載のタイヤ異常検出方法。

【請求項 13】

調波の範囲の前記選択は、検出したい異常に基づいて行う請求項 10 に記載のタイヤ異常検出方法。

【請求項 14】

前記異常は、バランス及びアライメントであり、前記選択した範囲の調波は、第 1 調波から第 2 調波の範囲である請求項 13 に記載のタイヤ異常検出方法。

【請求項 15】

前記異常は、トレッドベルト剥離及び不均一トレッド摩耗であり、前記選択した範囲の調波は、第 3 調波から第 n 調波の範囲であり、ここで n はトレッドパターンに係する基本調波である請求項 13 に記載のタイヤ異常検出方法。

【請求項 16】

前記異常は、トレッド摩耗であり、前記選択した範囲の調波は、第 n 調波から第 m 調波の範囲であり、ここで n はトレッドパターンに係する基本調波であり、m はトレッドパターンエネルギーの整数倍調波である請求項 13 に記載のタイヤ異常検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に、ドップラーレーダ技術を利用した空気タイヤの異常及び／又は特性の検出に関するものである。より具体的に述べれば、本発明は、ドップラー微小パワーインパルスレーダ（MIR）を利用して、限定的ではないが例えばトレッド剥離、トレッド摩耗、トレッド不均一摩耗、タイヤバランス、異物検出などの空気タイヤの異常を検出するための方法及び装置を開示するものである。

【0002】

トレッドベルト剥離は、周知の潜在的危険の問題である。空気圧不足で、過荷重状態で

10

20

30

40

50

、温度の高い気候下で使用されるタイヤは、トレッドベルト剥離を生じる場合がある。このトレッドベルト剥離は、製造不良タイヤや再生不良タイヤ（いわゆるリーキャップタイヤ）に関係している場合もある。高速走行中にトレッドが空気タイヤから剥離すると、トレッドベルト剥離は、重大な結果となる場合がある。本発明は、このような状態や他の状態を検出して、ドライバにそのような状態を警告できるようにする装置及び方法を開示する。

【背景技術】

【0003】

実際に発生した故障や今にも発生しそうな故障を検出して、そのような故障をドライバに警告して、ドライバが注意し且つ対策を講じることができるようにするために、使用中のタイヤの監視する努力が従来よりなされている。そのような努力の1つが、下記特許文献1に記載されている。

10

【特許文献1】米国特許第5436612号明細書（AduddeI）

【0004】

上記特許文献1では、トラック上の複数の位置に複数のマイクロホンと無線発信機とを配置している。発信機は、複数のマイクロホンで検出された音を、ドライバのところに置かれた受信機に向けて無線送信する。この方法により、ドライバは、異常音を聴くことができ、聴いた場合には、適切な対策を講じることができる。

【特許文献2】米国特許第6244940号明細書（Phelanほか）

【0005】

20

上記特許文献2は、タイヤのインナーライナに取り付けることによりタイヤの内部に設置することができるパッチを開示している。パッチは、タイヤの温度と圧力を監視するセンサを支持している。異常を感知すると、車両のドライバに対して警告を発することができる。他のタイヤ温度監視技術が、下記の特許文献3に開示されている。

【特許文献3】米国特許第4570152号明細書（Moltonほか）

【0006】

上記特許文献3は、多数の永久磁石をタイヤボディ内の埋込んでいる。タイヤの走行により発生する過剰な熱によって、永久磁石の磁界に変動が生じる。その変動を検出して、車両のドライバに警告を発する。

タイヤを監視するため、特にトレッド剥離を監視するための更に別の公知技術が、下記の特許文献4に記載されている。

30

【特許文献4】米国特許第6028508号明細書（Manson）

【0007】

この特許文献4に開示される距離測定装置を利用したシステムは、センサから監視対象のタイヤの表面までの距離を検出するために、発信機と受信機とを組合せたセンサを使用されている。そして、センサからタイヤの表面までの距離が所定量を越えると、警報が発せられるように構成されている。

空気タイヤを監視するため更に別の公知技術が、下記の特許文献5に記載されている。

【特許文献5】米国特許出願公開第US2002/0189336A1号（McEwan）

【0008】

40

この特許文献5によれば、異なる型のタイヤ異常を監視するために、空気タイヤに対して様々な位置に複数のレーダーセンサをするを配置している。例えば、特許文献5は、タイヤトレッドの接線部分に対して放射するようにレーダーユニットを配置して、トレッドが無くなると、反射レーダー信号が検知可能な程減少するようにしたトレッド損耗検出を開示している。更に特許文献5は、タイヤの接線部分に対して放射するようにレーダーユニットを配置して、平均振幅とピーク振幅とを比較してレーダー反射波信号を検査する、タイヤに入り込んだ異物の検出を開示している。ほかのタイヤに係る特性や異常が、レーダーユニットを様々な配置することによって、検知できる。例えば、サイドウォールに対して放射するようにレーダーユニットを配置することによってサイドウォールの特性を検査できる。また、例えばタイヤを取り付けることができるホイールのスポーク又は開口に

50

対して放射するようにレーダーユニットを配置することによって、回転速度を検出できる。

【 0 0 0 9 】

タイヤの損耗及びタイヤ保護の技術の分野において様々な技術が知られているが、上記した理想的な特徴や性能特性の全てを全体として一体化した技術は未だ出現していない。

本明細書において上述した公知文献以外にも、下記文献を挙げることができる。

【非特許文献 1】Science & Technology Review 1996年 1 月 / 2 月号「Micropower Impulse Rader (微小パワーインパルスレーダー) 」

【 0 0 1 0 】

上記した全ての米国特許文献の開示の全内容は、ここに引用することにより、本明細書に組み入れる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記した問題を解決せんとするものであり、タイヤの損耗及びタイヤ保護の技術の分野、特にタイヤ異常検出に関するものである。

【 0 0 1 2 】

広義で言うならば、本出願において開示する技術の例の或る目的は、タイヤ異常の検出のための改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。より詳細には、本出願において開示する実施例の或る目的は、タイヤ異常の指示及び測定のために M I R (微小パワーインパルスレーダー) 技術を使用する改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の或る実施例の別の目的は、タイヤトレッド剥離の始まりの検出、並びに、それ以外のタイヤ関連異常、例えば、限定されるものではないが、トレッド摩耗、トレッド不均一摩耗、タイヤバランス及びアライメント、タイヤに刺さった異物などの検出のための改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。

【 0 0 1 4 】

本発明の或る実施例の更に別の目的は、上述したMoltonほかの米国特許第 4 5 7 0 1 5 2 号明細書の埋込み磁石又は上述したPhelanほかの米国特許第 6 2 4 4 9 4 0 号明細書のパッド取付センサのようにタイヤ自体の何か特別な特徴を必要とすることなく、タイヤ関連異常を検出する改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。

【 0 0 1 5 】

本発明の或る実施例の更に別の目的は、タイヤ取付センサを付加的に設ける必要なく、どのような空気タイヤにも係るタイヤ関連異常を検出するための改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の実施例の更に別の目的は、単一の固定センサを使用して、複数のタイヤ関連特性及び異常を検出するための改良した装置及びそのための方法を提供せんとするものである。

【 0 0 1 7 】

本発明のその他の目的及び効果は、以下の詳細な説明において述べると共に、以下の詳細な説明から当業者には明らかになる筈である。更に、以下に詳細に説明し図解する本発明の特徴や工程に対する変更や修正は、本発明の精神から離れることなく、本発明の様々な実施例や使用方法において実現可能であることも理解される筈である。変更や修正は、以下に説明し図解する手段や特徴や工程をそれらに均等な手段や特徴や工程に置換することや、様々な部品、特徴、工程などの機能上や動作上や位置上の反転などを含むが、それらに限定されるものではない。

【 0 0 1 8 】

更に、本発明の様々な実施例や様々な現在好ましい実施例は、ここに開示する特徴や部

10

20

30

40

50

品や工程や配置やそれらの均等物の様々な組合せや配置（図面に明確に示されていない又は図面を参照しての詳細な説明に記載されていない特徴や部品や工程や配置の組合せも含む）を含むものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の第1の特徴によるならば、車両に取付られている空気タイヤのトレッド表面及びその下の層を検査するためにMIR（微小パワーインパルスレーダー）技術を使用する、タイヤ関連異常を検出するための改良した装置及びそのための方法が提供される。

【0020】

本発明の特に具体的な実施例によるならば、適切な信号処理装置及び方法と共にドップラーレーダーシステムを使用して、空気タイヤにおけるタイヤトレッド剥離の始まりおよびそのほかのタイヤ関連異常を検出するための改良した装置及びそのための方法が提供される。

【0021】

本明細書の発明の概要において必ずしも説明していない本発明の他の実施例は、本明細書の発明の概要において言及した特徴や部品や工程、及び/又は本明細書において別に検討している他の特徴や部品や工程の性質の様々な組合せも含むこともできる。

本明細書の他の部分を検討することにより、当業者は、上記した実施例の特徴をより良く理解できるであろう。

【実施例】

【0022】

当業者に向けた本発明の最良態様を含む本発明の十分で実施可能な開示を、以下、添付図面を参照して行う。

なお、本明細書及び図面に亘って同一参照番号を、本発明の同一又は同様な特徴を示すために使用する。

【0023】

発明の概要の項で説明したように、本発明は特に、適切な信号処理装置及び方法と共にドップラーレーダーシステムを使用して、空気タイヤの異常を検出するための改良した装置及びそのための方法に係るものである。

【0024】

図1は、空気タイヤ1の典型的な空気タイヤの横断面図を示している。空気タイヤ1は、トレッドブロック部分2と、サイドウォール部分5と、ビード部分6と、ビード4と、ベルト部分7とからなっている。更に図1には、トレッドベルト剥離が発生する可能性のある大体の領域3が図示されており、詳細に後述する。

【0025】

図2は、空気タイヤ1の別の典型的な横断面図を示している。図2に示す空気タイヤ1は、図1に示す空気タイヤ1の構成要素の全てを含んでいるが、トレッドベルト剥離が発生する可能性のある僅かに異なる領域3'を図解するために強調してある。図2には、タイヤ1内の異常を検出するための本発明による装置の典型例を図示している。図示するように、方向性アンテナ9と微小パワーインパルスレーダー（MIR）トランシーブユニットからなるドップラーレーダーユニット8が図示されている。ドップラーレーダーユニット8からの電気信号は信号処理ユニット11に送られ、その信号処理ユニット11からの電気信号は信号利用手段12に送られる。これらは詳細に後述する。

【0026】

図2に示すように、ドップラーレーダーユニット8のアンテナ8は、タイヤ1のトレッドブロック領域10の外面向けられており、タイヤ1のトレッドブロック領域10の外面向けて放射する。ドップラーレーダーユニット8と信号処理ユニット11とは協働して、タイヤ表面またはタイヤ表面の下のトレッドベルトがアンテナ9に接近しているとき、タイヤ表面またはタイヤ表面の下のトレッドベルトの速度の急激な変化を検出するように動作する。ドップラーレーダーユニット8が発生する電気信号は、タイヤ表面またはタ

10

20

30

40

50

イヤ表面の下のトレッドベルトの半径方向の速度に比例している。

【 0 0 2 7 】

本発明の技術の作用を更に説明するために、「トレッドベルト剥離」の概念を簡単に説明することが適当であろう。現象としてのトレッドベルト剥離は、空気タイヤのトレッドパッケージからのスチールベルトの剥離に関係している。トレッドベルト剥離は、ゴムと金属との結合が弱い開始点で始まり、更に、引き裂かれてゆく。そして、その開始点は、タイヤゴムの老化と共に、更に、撓みが局部加熱を生じる度に、成長する。開始点の成長と共に、ポケットが形成される。トレッドベルト剥離が進行してゆくと、ポケットが成長し、更に合体してゆく。トレッドベルト剥離は、シェアーログラフィ(shearography)として知られている技術を利用して測定できる。空気タイヤのトレッドベルト剥離を測定するために使用される1つの典型的なシェアーログラフィ技術は、圧力室内にテスト対象のタイヤを置く。テスト対象タイヤを、常圧で、例えばCCDビデオカメラで撮影し、イメージをメモリに記憶する。その後、圧力室から空気を抜いて、テスト対象タイヤを再撮影する。タイヤ内の空気ポケット、すなわち、トレッドベルト剥離を示す場所は、タイヤの外表面の空気圧が減少しているため、膨張し、その結果、タイヤを変形させる。変形状態で撮影されたタイヤのイメージが、記憶してあるイメージから電子的に減算され、その結果得られる差のイメージが表示される。その表示されるイメージは、モニタ上に干渉縞として表示され、タイヤ内のトレッドベルト剥離の箇所を明らかにする。当然であるが、上記したテスト方法は、テストとしては有効であるが、走行している車両に使用する場合には全く不適當である。本発明は、トレッドベルト剥離検出の比較/確認のために有効な非破壊的技術を提案する。

【 0 0 2 8 】

上述したように本発明は、トレッドベルト剥離の始まりを検出するためにドップラー微小パワーインパルスレーダー(MIR)トランシーバユニット8を使用する。本発明により使用するドップラー微小パワーインパルスレーダー(MIR)の特定な例には、上述したMcEwanの米国特許出願公開公報に開示されるドップラーレーダートランシーバ又はその他の市場で入手可能な製品がある。前述したように、本発明は、トレッドベルト剥離の始まりやその他のタイヤ関連異常を検出するために、微小パワーインパルスレーダー(MIR)装置が発生する信号を処理し解析する信号プロセッサを使用する。この本発明の概念を図解するために、図3を参照する、図3は、テスト用タイヤの1回転の間に、微小パワーインパルスレーダー(MIR)装置から出力される出力電圧データの典型例のグラフを示している。このテスト用タイヤは、上述した技術の同様な技術を使用したシェアーログラフィで測定して明らかなトレッドベルト剥離が全くないものである。本発明の技術を使用してテスト対象タイヤ中のトレッドベルト剥離の有無を検出するために、図3に示すようなデータを、離散フーリエ変換(DFT)による調和解析を利用して解析する。その目的のため、所与の1回転に対応するサンプルの数を知らねばならない。図3と図4を参照すると、既知のサンプリング周波数、例えば、40000サンプル/秒で、回転中のサンプル数を得ることができ、標準的な離散フーリエ変換(DFT)解析を使用できる。そのような処理の結果をプロットでき、図4に示すように表される。図4において、微小パワーインパルスレーダー(MIR)装置から得られた電圧信号の平方として「エネルギー」を表しており、任意の単位で表されている。従って、図4は、「エネルギー」(任意単位)対「テスト中のタイヤの回転速度に基づく調波」の比較を表している。

【 0 0 2 9 】

図5と図6は、同様な解析を示しており、図5のデータは、テスト中のタイヤの15回転での平均を表しており、図6のグラフは、図5のデータを使用した、図4と同様な解析結果を表している。

【 0 0 3 0 】

図4及び図6に示す導き出されたエネルギースペクトルからトレッドベルト剥離や他のタイヤ異常を判定するために、以下の技術を使用できる。最初、調波エネルギースペクトルの平均エネルギー E_{av} を、以下の式を使用して計算できる。

【 0 0 3 1 】

【 数 1 】

$$E_{av} = \frac{\sum_{i=1}^N E_i}{N} \quad \text{式 1}$$

そして、調波分布の重心、CMを以下のように計算できる。

【 0 0 3 2 】

10

【 数 2 】

$$CM = \frac{\sum_{i=1}^N iE_i}{\sum_{i=1}^N E_i} \quad \text{式 2}$$

ここで、 E_i は、調波スペクトルの i 番目のエネルギー成分であり、 N はサンプル数である。

20

【 0 0 3 3 】

式 1 から計算される値は増大し、式 2 から計算される値は減少することが予想されよう。この予想を確認するために、シェアーログラフィによる測定で、トレッドベルト剥離の量が異なる数個のタイヤ（タイヤ A からタイヤ D）をテストした。図 7 は、それらタイヤでの調波分布におけるエネルギー分布の重心対平均エネルギー（任意単位）をプロットしている。タイヤ A は、トレッドベルト剥離がほとんどなく、タイヤ D は、テストしたタイヤの中でトレッドベルト剥離が最も大きかった。特定の調波に絞った特別なアルゴリズムとは異なり、これら 2 つの値を利用する利点は、CM と E_{av} が、タイヤの型式や直径やテスト条件によって大きく変化する可能性のある値ではなく、むしろトレッドベルト剥離を呈する全タイヤの一般的な挙動に係っていることである。この基本的なテストアルゴリズムに対して幾つかの変更修正が更に可能である。第 1 の変更は、図 7 からわかるように 2 次元的な表示を 1 次元測定を変えることに係る。これを実施する方法の 1 つは、以下の比を使用することである。

30

【 0 0 3 4 】

【 数 3 】

$$G = \frac{CM}{E_{av}} \quad \text{式 3}$$

40

【 0 0 3 5 】

エネルギー一定数が決定され且つ式 3 が適用されるときにタイヤが与えるべき値が予め分かっていないので、式 3 は、測定した初期値を使用して正規化すなわち標準化すべきである。複数のタイヤをテストする場合、タイヤ A について G を測定でき、タイヤ B、C、D のための正規化ファクター G_0 として使用できる。

トレッドベルト剥離広がりテストでは、新しいタイヤの初期値を測定でき、その値を、それ以降の測定のための正規化ファクターとして使用できる。すなわち、 j 番目の測定の値は以下ようになる。

【 0 0 3 6 】

【数 4】

$$G_j = \frac{CM_j}{G_0 E_{Avj}} \quad \text{式 4}$$

【0037】

ここで、 G_0 は、初期測定の値である。殆どの場合、最初の測定の値は、理想状態にあるタイヤを表しており、それ以降の状態の測定に際して参照されるものである。正規化を利用することは、2つのことを達成できる。第一に、ドップラー微小パワーインパルスレーダー（MIR）でトレッドベルト剥離や他のタイヤ異常を測定する際に検討されなければならないレーダーパワーの変動及びレーダー位置の変動を除去できる。第二に、テスト対象の特定のタイヤについて、すなわち、エネルギーレベルが何であるか、特別なトレッドパッケージのCM、及び車両効果を特別に知る必要がなくなる。

10

【0038】

別の変更は、基本的な測定に対してなすことができるものであり、時間基準の安定化及び平均化の改良に関するものである。完璧に滑らかなではない道路上を車両が走行する場合に相当量のノイズが発生する。このノイズは、ドップラー微小パワーインパルスレーダー（MIR）の車両上の取り付け位置や、車両の複数のタイヤの相対的に独立した動きを含む複数の音源から発生する。この相対的な動きは、ドップラーに基づくシステムにおいて電圧ノイズを発生するであろう時間に間に、或る運動量となる。大きな振幅のノイズが存在する場合には、サンプリングした信号をフィルターリングする必要がある。最も基本的なフィルターリング方法では、信号を単純に時間平均することであり、例えば、図5及び図6に図解したデータを集めて時間平均する。しかし、沢山のサンプルに対して平均をとる場合には、安定した時間基準が必要である。

20

【0039】

トレッドベルト剥離の様々な徴候を評価する過程において沢山のテストを実行した。これらのテストの1つに、初めは新しかったタイヤに発生していたようなトレッドベルト剥離を識別しようとしたトレッドベルト剥離の広がり研究がある。トレッドベルト剥離広がり研究のテストの過程において、トレッドベルト剥離測定を混乱させる可能性がある他の影響が複数あることが分かった。これらの影響の第一は、不均一摩耗である。トレッドベルト剥離広がり研究のテストにおいて、試験対象タイヤの一つは、相当量の不均一摩耗が広がり始めたが、トレッドベルト剥離はなかった。トレッドベルト剥離のために開発した同一測定技術を使用した場合、不均一摩耗の広がり研究は、トレッドベルト剥離と実質的類似性を示したことがわかった。他方、不均一摩耗がより広がると、調波分布の重心（CM）が、平均エネルギーと同様には、高速で変化しないことがわかった。そこで、測定式3の変更は以下になる。

30

【0040】

【数 5】

$$G = \frac{CM}{\sqrt{E_{av}}} \quad \text{式 5}$$

40

【0041】

実際、測定値に対する平均エネルギーの影響を減少することは、不均一摩耗に対する測定感度を弱めると思われる。更にテストして、不均一摩耗だけでなくトレッド摩耗に対してトレッドベルト剥離検出器が非常に感応することがわかった。それはトレッド摩耗を測定するに利点があると考えられるが、トレッドベルト剥離測定に問題がある可能性がある。測定は、平均エネルギーの増大と調波分布の重心（CM）の移動に基づくが、解析する

50

調波の無原則的な選択は、トレッドベルト剥離が不正確な測定となる。

【 0 0 4 2 】

上記した影響を考えると、ウインドー処理が必要となる。ウインドー処理は、検討する調波の範囲を選択することによって、関心対象の現象を変えて解析を実施することを意味する。例えば、第 3 調波から第 n 調波の範囲の調波を検討することによって、トレッドベルト剥離と不均一摩耗を測定することができた。ここで、n は、上述した方法を使用した場合のトレッドパターンに関する基本調波である。第 n 調波から第 m 調波の範囲の調波を選択することによって、試験対象タイヤのトレッド摩耗を測定できた。ここで、m は、平均エネルギーを測定した、トレッドパターンエネルギーの整数倍（2 倍）調波である。更に、第 1 調波と第 2 調波を観察して、バランスとアライメントとを測定できた。典型的な例では、n は第 6 0 調波であり、m は第 1 2 0 調波である。調波の範囲に関してウインドー処理を使用して、トレッドベルト剥離または他のタイヤ異常を同定できるので、以下のような区分関数関係が導かれる。

【 0 0 4 3 】

【数 6】

$$G_j = \begin{cases} \frac{f(CM_j)}{G_0 g(E_{avj})} & CM_0/a < CM_j \leq CM_0 \text{ の場合} \\ \frac{l(CM_j)}{G_0 m(E_{avj})} & CM_j < CM_0/a \text{ の場合} \end{cases} \quad \text{式 6}$$

【 0 0 4 4 】

ここで、 $f(CM_j)$ 、 $g(E_{avj})$ 、 $l(CM_j)$ 、 $m(E_{avj})$ は、十分な測定を実現する経験的に決定される関数であり、研究対象の現象に対して十分な感度を実現できる経験的に決定される重み付け関数である。重心の異なる値毎に、様々な現象の広がりには違いがあることが観察されるので、式 6 において、「a」は、挙動を正しく区分するために的確に選択された実数値の定数である。式 6 で定義される区分関数は、トレッドベルト剥離、トレッド摩耗、不均一摩耗を、十分識別しつつ測定するために使用可能な沢山

【 0 0 4 5 】

以上、タイヤ関連異常を検出するための装置とそのための方法、特に、微小パワースレーダー（MIR）と、タイヤの特定な型の異常乃至は欠陥を検出する根拠として調波の範囲に関係した信号解析技術とを使用する装置とそのための方法を説明した。本発明では、内部パッチ又は他のセンサのような特別に追加するものを必要とせず、空気タイヤ自体の変更なく空気タイヤに監視技術を適用でき且つ使用されるハードウェアが簡単であるので、本発明の沢山の利点が理解できよう。しかし、特別に追加するものを必要としないが、タイヤ関連のハードウェアを追加して本発明を実施することを排除するものではない。

【 0 0 4 6 】

以上、特定な実施例を参照して本発明を詳細に説明したが、上記した記載を理解した上で、当業者が上記実施例を変更し修正し又は上記実施例の均等物を容易に実現できることは理解できるであろう。従って、上記実施例の開示は、例示に過ぎず、限定を意味するものではない。また、上記実施例の開示は、当業者にとって容易に実現できる変更、修正、追加を除外するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 7 】

【図 1】トレッド剥離が生じる可能性のある領域を図解するための典型的な空気タイヤの横断面図。

【図 2】本発明による検出装置と共に、ベルト剥離領域を図解するための同様な典型的な空気タイヤの横断面図。

【図 3】ドップラー微小パワーインパルスレーダー装置の典型的な出力電圧データを示すグラフ。

【図 4】図 3 のグラフのデータに基づいた典型的な調和解析を例示するグラフ。

【図 5】タイヤ 15 回転平均でのドップラー微小パワーインパルスレーダー装置の典型的な出力電圧データを示すグラフ。

【図 6】図 5 のグラフのデータに基づいた典型的な調和解析を例示するグラフ。

【図 7】本発明の方法の効果を説明する典型的な解析結果を例示するグラフ。

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

1 空気タイヤ

2 トレッドブロック部分

3、3' トレッドベルト剥離が発生する可能性のある領域

4 ビード

5 サイドウォール部分

6 ビード部分

7 ベルト部分

8 ドップラーレーダーユニット（ドップラー微小パワーインパルスレーダー（MIR）トランシーバユニット）

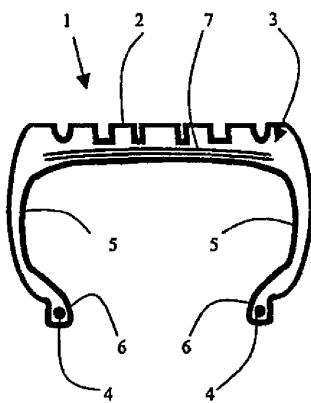
9 方向性アンテナ

10 タイヤのトレッドブロック領域

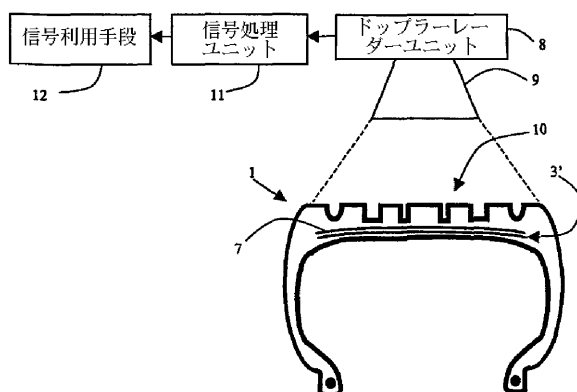
11 信号処理ユニット

12 信号利用手段

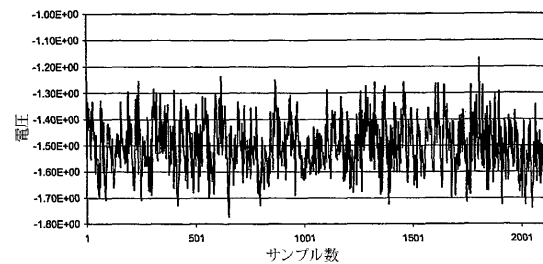
【図 1】



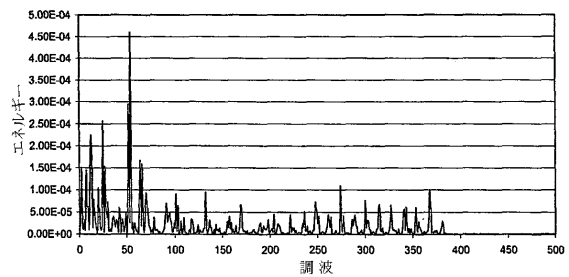
【図 2】



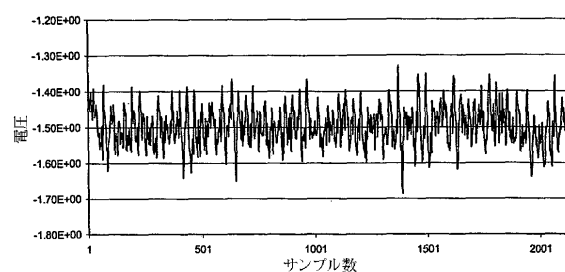
【図 3】



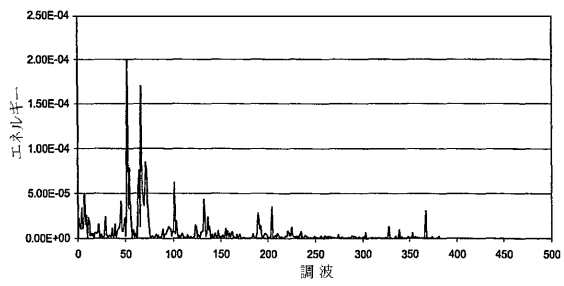
【図 4】



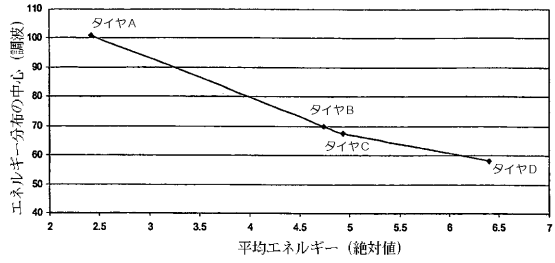
【図 5】



【図 6】



【図 7】



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 ジャック ティーセン

アメリカ合衆国 2 9 6 0 5 サウスカロライナ イーズレイ ウェスト チェスター ウェイ
2 1 9

(72)発明者 ジョージ フィリップ オブライエン

アメリカ合衆国 2 9 6 7 3 サウスカロライナ ピドмонт レン スクール ロード 1 4 2

審査官 森林 宏和

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0189336(US, A1)

特開昭62-295709(JP, A)

特開2003-146036(JP, A)

特開平05-229320(JP, A)

特開2003-054229(JP, A)

特表2002-519239(JP, A)

特開2003-127628(JP, A)

特開2003-080912(JP, A)

特開2004-205437(JP, A)

特開2004-069360(JP, A)

国際公開第2001/098123(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60C 23/00 - 23/20

B60C 19/00

G01M 17/02