

(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2007-161246

(P2007-161246A)

(43) 公開日 平成19年6月28日(2007.6.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60C 11/24 (2006.01)	B60C 11/24 Z	2G028
B60C 19/00 (2006.01)	B60C 19/00 G	
G01R 27/26 (2006.01)	G01R 27/26 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-357284 (P2006-357284)	(71) 出願人	599093568
(22) 出願日	平成18年12月15日 (2006.12.15)		ソシエテ ド テクノロジー ミシュラン
(31) 優先権主張番号	05292699.5		フランス エフ-63000 クレルモン
(32) 優先日	平成17年12月15日 (2005.12.15)		フェラン リュー プレッシュ 23
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(71) 出願人	599105403
			ミシュラン ルシエルシュ エ テクニク
			ソシエテ アノニム
			スイス ツェーハー1763 グランジュ
			パコ ルート ルイ プレイウ 10
			エ 12
		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭

最終頁に続く

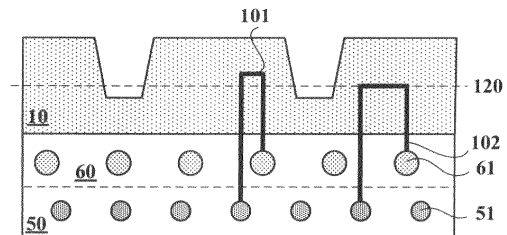
(54) 【発明の名称】 摩耗度指示タイヤ

(57) 【要約】

【課題】 摩耗度を自動的に検出できるタイヤを提供する。

【解決手段】 タイヤは、トレッド(70)及び第1及び第2プライ(50, 60)を含むベルトを有し、プライは、金属補強コードで構成され、第1のプライのコードが、第2のプライのコードに対して傾斜している。タイヤは、複数個のインダクタンス及び静電容量並びに少なくとも1つの双極電気素子(101, 102)で形成された少なくとも1つの共振回路を更に有する。双極電気素子は、共振回路の静電容量を相互に接続すると共にトレッドの摩耗限度に達する前に摩滅する恐れのあるトレッドの部分内へ延び、双極電気素子の少なくとも1つの特性が、トレッドの摩耗限度に達する前又は達した時にタイヤの摩耗の結果として変更される。共振回路は、タイヤのベルトの構成要素によって形成される。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トレッドと、第 1 のプライ及び第 2 のプライを含むベルトとを有するタイヤであって、前記第 1 のプライ及び前記第 2 のプライが、前記タイヤの赤道面に対して傾斜したゴムコンパウンド中に埋め込まれた実質的に平行な金属補強コードで構成され、前記第 1 のプライの前記コードが、前記第 2 のプライの前記コードに対して傾斜し、前記タイヤが、複数個のインダクタンス及び静電容量並びに少なくとも 1 つの双極電気素子で形成された少なくとも 1 つの共振回路を更に有し、前記少なくとも 1 つの双極電気素子が、前記共振回路の前記静電容量を相互に接続すると共に前記トレッドの摩耗限度に達する前に摩滅する恐れのある前記トレッドの部分内へ延びており、前記双極電気素子の少なくとも 1 つの特性が、前記トレッドの摩耗限度に達する前又は前記トレッドの摩耗限度に達した時にタイヤの摩耗の結果として変更されるようになっているタイヤにおいて、前記共振回路は、前記タイヤの前記ベルトの構成要素によって形成されている、タイヤ。

10

【請求項 2】

前記第 1 のプライの前記コードは、前記第 2 のプライの前記コードとは逆に傾斜している、請求項 1 記載のタイヤ。

【請求項 3】

前記双極電子素子は、キャパシタであり、前記キャパシタの静電容量は、タイヤ摩耗の結果として変更される、請求項 1 又は 2 記載のタイヤ。

【請求項 4】

前記キャパシタは、可変キャパシタであり、前記可変キャパシタは、前記可変キャパシタの静電容量は、タイヤ摩耗の関数と変化するよう構成されている、請求項 3 記載のタイヤ。

20

【請求項 5】

前記双極電子素子は、抵抗であり、前記抵抗の抵抗値は、タイヤ摩耗の結果として変更される、請求項 1 又は 2 記載のタイヤ。

【請求項 6】

前記抵抗は、所定摩耗しきい値に達すると、破壊される、請求項 5 記載のタイヤ。

【請求項 7】

前記抵抗は、可変抵抗であり、前記可変抵抗は、前記可変抵抗の抵抗値がタイヤ摩耗の関数として変化するよう構成されている、請求項 5 記載のタイヤ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイヤ摩耗制御に関し、特に、所定のタイヤ摩耗しきい値に達したことを自動的に検出することができるタイヤに関する。

【0002】

本明細書において、

「コード」は、金属又は非金属の単一のスレッド又はワイヤ、或いは数本のスレッド又はワイヤの組立体を意味するものと理解され、

40

「プライ」は、金属又は非金属であり、織成され又は織成されておらず、ゴムコンパウンド中に埋め込まれた互いに平行な補強コードの層を意味し、プライの厚さは、個々のコードの直径に近く、

「ベルト」は、ビードに繫留されていない少なくとも 2 枚のプライの組立体を意味し、

「軸方向」は、タイヤの回転軸線に本質的に平行な方向を意味し、

「半径方向（又はラジアル）」は、軸方向に垂直であって、タイヤの回転軸線と交差するベクトルに平行な方向を意味し、

「タイヤ」は、空気タイヤ又は非空気タイヤを意味する。

【背景技術】

【0003】

50

公知のように、タイヤのトレッドは、地面上でのタイヤの転動に起因して摩耗を受ける。トレッドが溝を備えている場合、この摩耗の結果として、溝の深さが減少することになり、それにより、濡れた地面上でのタイヤの性能が劣化する。或る特定の摩耗レベル（「トレッド摩耗限度」と呼ばれる）に達すると、タイヤはもはや最適条件下で転動を行うことができない。すると、タイヤ又はそのトレッド（「山かけ（retreading）」）を交換してスクラップにし、又はトレッドの残留厚さが許す限り、トレッドの溝を新たに切断形成する。

【0004】

溝の深さを測定することによりトレッドの摩耗レベルをモニタすることができるが、この作業は、軽視される場合が多い。というのは、この作業は、厄介であると考えられ、しかも、これには、適当な測定ツールが必要であり、かかる測定ツールがいつでも手元にあるとは限らないからである。したがって、転動面に摩耗標識を設けて最小トレッド溝深さに達したことを車両の運転士に視覚的に警告するようにすることが長年提案されている。先行技術としては、着色ゴム片をタイヤトレッド内に設けてこれら着色ゴム片がタイヤ摩耗しきい値に達したときにトレッド表面上に表れるようにするためのほとんど数え切れなほどの種々の提案がある。それにもかかわらず、かかる着色摩耗標識の工業的用途は、少なからずトレッド内のこれらの正確な位置決めを行うのが困難であり、しかもコスト高であるという理由で、比較的珍しいという状態のままである。普及している視覚的タイヤ摩耗標識は、トレッドを形成するゴムとトレッドに設けられた溝又はキャビティとの間の視覚的コントラストを利用している。

10

20

【0005】

視覚的タイヤ摩耗標識は、性質上これらが正確であるにもかかわらず、ユーザが摩耗限度に達した時期を認識するために定期的にタイヤを点検しなければならないという欠点を備えている。したがって、画像分析を利用して摩耗限度に達するやいなや警告信号を発生させることができるようにすることによりトレッド摩耗にかかる摩耗標識によって明らかにされるようにモニタすることが提案された（例えば、米国特許出願公開第2002/0036039号明細書参照）。

【0006】

トレッド摩耗に関する情報を得る別のより直接的な手法は、トレッド摩耗の関数として信号が変更される磁気又は電気センサを用いることである。

30

【0007】

摩耗の進展を検出するために、トレッドそれ自体の磁気特性を用いる提案が幾つかあり、例えば、独国特許第19954825号明細書は、磁性ゴムで作られていて、存否が検出されるトレッドブロックを用いることを開示している。独国特許第19957645号明細書は、この技術的思想を発展させてトレッドの深さの中に磁極が交互に並んだ領域を設けることを記載している。

【0008】

別の手法は、導体をトレッドの内部に設け、摩耗によるこれら導体の除去に関連付けられた測定可能なパラメータの変化を検出することである。独国特許第2524463号明細書は、電気導体をトレッド内に組み込んで導体が摩耗限度に達するや否や切断されるようにするという技術を開示している。同じ技術的思想は、後になって日本国特開昭61-150804号公報によって提案されている。

40

【0009】

独国特許第19745734号明細書は、多数の導電性ループを有するセンサの使用を記載しており、これら導電性ループは、トレッド内で互いに異なる高さ位置まで延び、トレッドの摩耗が進むにつれて連続的に開路し、したがって、これら導電性ループが、開離状態のスイッチを形成するようになっており、検出回路が、これに対応した信号を車両内に設けられた評価ユニットに送るようになっている。

【0010】

独国特許第19930046号明細書は、正確に最小法定プロフィール深さのところに

50

配置され、プロフィールがこの深さの下まで摩耗したときに摩滅する金属コードの束を有するトレッドを記載している。この束を通して流れる誘導電流は、直径が減少すると変化し、可聴及び（又は）可視警告を開始させる。

【0011】

国際公開第03/031208号パンフレットは、トレッドブロック内部の電気抵抗又はキャパシタンスを測定し、かかる測定からブロックの高さを推定することから成る方法を記載している。

【0012】

米国特許出願公開第2005/061069号明細書は、トレッド内へ延びる導電性分岐部によって並列接続された数個のキャパシタを有する共振回路をタイヤに組み込むことを教示している。トレッドが摩耗すると、摩耗状態の部分中に延びる分岐部が壊れ、これにより、共振回路の同調周波数が変化する。

10

【0013】

【特許文献1】米国特許出願公開第2002/0036039号明細書

【特許文献2】独国特許第19954825号明細書

【特許文献3】独国特許第19957645号明細書

【特許文献4】独国特許第2524463号明細書

【特許文献5】日本国特開昭61-150804号公報

【特許文献6】独国特許第19745734号明細書

【特許文献7】独国特許第19930046号明細書

20

【特許文献8】国際公開第03/031208号パンフレット

【特許文献9】米国特許出願公開第2005/061069号明細書

【発明の開示】

【0014】

本発明は、下に位置するタイヤ構造を単純化し、タイヤのベルトの電磁的挙動を利用することによりこの技術的思想を改良することを目的としている。

【0015】

この目的は、トレッドと、第1のプライ及び第2のプライを含むベルトとを有するタイヤであって、第1及び第2のプライが、タイヤの赤道面に対して傾斜したゴムコンパウンド中に埋め込まれた実質的に互いに平行な金属補強コードで構成され、第1のプライのコードは、第2のプライのコードに対して傾斜し（優先的には、これとは逆に傾斜し）、少なくとも1つの双極電気素子が、第1のプライの少なくとも1本のコードを第2のプライの少なくとも1本のコードに接続し、第1のプライのコードと第2のプライのコードとの間で双極電気素子の辿る経路は、トレッド摩耗限度に達する前に摩滅する恐れのあるトレッドの部分内へ延び、双極電気素子の少なくとも1つの特性が、トレッド摩耗限度に達する前に又はトレッド摩耗限度に達したときにタイヤ摩耗の結果として変更されるようになっているタイヤによって達成される。

30

【0016】

換言すると、本発明の要旨は、トレッドと、第1のプライ及び第2のプライを含むベルトとを有するタイヤであって、第1のプライ及び第2のプライが、タイヤの赤道面に対して傾斜したゴムコンパウンド中に埋め込まれた実質的に平行な金属補強コードで構成され、第1のプライのコードが、第2のプライのコードに対して傾斜し（優先的には、これとは逆に傾斜し）、タイヤが、複数個のインダクタンス及び静電容量並びに少なくとも1つの双極電気素子で形成された少なくとも1つの共振回路を更に有し、少なくとも1つの双極電気素子が、共振回路の静電容量を相互に接続すると共にトレッドの摩耗限度に達する前に摩滅する恐れのあるトレッドの部分内へ延びており、双極電気素子の少なくとも1つの特性が、トレッドの摩耗限度に達する前又はトレッドの摩耗限度に達した時にタイヤの摩耗の結果として変更されるようになっているタイヤにおいて、共振回路が、タイヤのベルトの構成要素によって形成されているタイヤにある。

40

【0017】

50

第1の好ましい実施形態によれば、双極素子は、静電容量がタイヤ摩耗の結果として連続的に変更されるキャパシタである。キャパシタは、可変キャパシタであるのがよく、この可変キャパシタは、その静電容量がタイヤ摩耗の関数として変化するように構成されている。かくして、摩耗の度合の現場測定が可能になる。

【0018】

第2の好ましい実施形態によれば、双極素子は、抵抗であり、その抵抗値は、タイヤ摩耗の結果として変更される。

【0019】

この技術的思想の第1の変形例では、抵抗は、所定の摩耗しきい値に達すると壊れるよう設計されている。測定は、「全てか無か」のタイプのものであり、かかる測定により、しきい値に達したかどうかを判定することができるに過ぎず、実際の摩耗の度合に関する情報は得られない。

10

【0020】

第2の変形例では、抵抗は、可変抵抗であり、この可変抵抗は、その抵抗値がタイヤ摩耗の関数として変化するように構成されている。したがって、摩耗の度合の現場測定を得ることができる。

【0021】

当然のことながら、容量性と抵抗性の両方を備えた双極素子を用いることにより第1の実施形態と第2の実施形態を組み合わせることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0022】

本発明は、以下の詳細な説明及び添付の図面を参照すると一層よく理解できる。

【0023】

図1は、ラジアル空気タイヤ10の構造を概略的に示しており、このタイヤは、気密合成ゴムで作られたインナーライナ20と、直線状に配置されると共にゴム中にサンドイッチされたテキスタイルコード31で構成されたカーカスプライ30と、タイヤ10をリム（図示せず）に取り付け保持するビードワイヤ40と、少なくとも2枚の半径方向に隣接したブレーカプライ50, 60で作られたブレーカベルトと、道路と接触するようにブレーカプライ50, 60上に配置されたトレッド70とを有する。タイヤ10の2枚のブレーカプライ50, 60は各々、タイヤの赤道面に対して適当な角度（代表的には約20°）傾斜したスチールコード51, 61で補強され、一方のプライのコード51は、他方のコード61とは逆に傾斜している。

30

【0024】

ブレーカベルト中に構成されたプライのこの特定の構造は、電磁放射線がベルト中に強力に吸収されることを説明している。図2に概略的に示されているように、隣り合うプライ50, 60の組をなすコード51, 61は、多数の単位平行四辺形80及び複合平行四辺形90から成る格子を形成している。

【0025】

図3に示すように、これら平行四辺形は各々、共振回路を構成しており、ベルトのコードの部分によって形成される平行四辺形の4辺は、インダクタンスLのループと見なすことができ、平行四辺形の角の各々のところのコード-ゴムコンパウンド-コードインターフェイスは、静電容量Cとなる。図4は、等価なLC回路を示している。

40

【0026】

周知のように、共振回路を、その共振周波数に近い周波数の電磁放射線により励振することができる。励振される回路の数が多ければ多いほど、電磁放射線の吸収度はそれだけ一層強くなる。タイヤのベルト中に存在する様々な形状の（及びしたがって漸変インダクタンスL）多くの回路は、吸収関数が複雑な形状のものであるということを説明している。その特性は、コード51, 61の性状、プライ50, 60の数及び構造、隣り合うブレーカプライ50, 60相互間の距離d、ブレーカプライ50, 60に用いられるゴムコンパウンドの抵抗率、タイヤ10の周囲に対するブレーカプライ50, 60のコード51,

50

6 1 の傾斜角 α () 及び傾斜角 β ()、プレーカプライのピッチ p_1 、 p_2 、金属コード 5 1、6 1 の直径及び高周波導電率等の影響を受ける。

【0027】

本発明は、タイヤベルトにより形成されていて、タイヤトレッドの摩耗を測定する共振回路を利用することにある。この利用は、図 5 に示すように双極接続素子を導入することにより可能になる。双極素子 1 0 1、1 0 2 は、第 1 のプライ 5 0 の少なくとも 1 本のコード 5 1 を第 2 のプライ 6 0 の少なくとも 1 本のコード 6 1 に接続し、これら双極素子は、トレッド摩耗限度（破線 1 2 0 で指示されている）に達する前に摩滅する恐れのあるトレッド 1 0 の部分内に延びている。この特定の（しかしながら、非限定的な）例では、双極素子は、摩耗限度に達する前に壊れ（素子 1 0 1）又は正確にこの限度に達した時点で壊れる（素子 1 0 2）よう設計された導電性ステープルである。

【0028】

図 6 は、共振回路を形成するコード 5 1、6 1 及びコードのうちの 2 本を互いに接続する双極素子 1 0 3 の概略斜視図である。

【0029】

図 7 及び図 8 に示すように、双極素子の役割は、ベルトのコードにより形成された共振回路を部分的に短絡させ、かくして、ベルトの吸収挙動を変更させることにある。双極素子の特性（静電容量 C 、抵抗値 R 等）が摩耗の結果として変化するや否や、ベルトの吸収挙動が変更される。この変更は、当業者に知られている手段を用いて、車両に取り付けられている検出器によって或る距離を置いたところで検出でき、例えば、この変更を利用して警告信号をトリガすることができる。

【0030】

双極素子の特性の変化は、急な場合（「全てか無か（オール・オア・ナッシング）」の場合）があり、この場合、これによりしきい値に達したかどうかを判定することができるに過ぎない。図 5 及び図 6 に示されている双極素子は、この種のものであり、導電性ステープルが壊れるや否や、抵抗値 R （図 8）は、劇的に増大し、これにより、ベルトにより形成された LC 回路のうちの幾つかの共振周波数が完全に変わる。

【0031】

当然のことながら、トレッド内へ種々の高さまで延びる幾つかの双極素子（例えば、図 5 の素子 1 0 1、1 0 2）を用いること及び摩耗度を再構成するのにこのように得られた閾測定値を組み合わせることが可能である。

【0032】

吸収周波数の変化は、2 枚のプライで形成されたタイヤベルトについて測定される。互いに異なるプライに属する 2 本のコードが双極素子により短絡した場合、共振周波数は、1 8 . 8 M H z である。この周波数は、2 本のコード相互間の接続が壊されるや否や 2 0 M H z にシフトする。1 . 2 M H z のこの周波数シフト分は、検出に足るレベルであるが、例えば、双極素子の個数を増やすことにより又は双極素子の設置場所を賢明に選択することにより周波数シフト分を更に増大させるのがよい。

【0033】

しかしながら、特性が段階的に又は連続的に変化する双極素子を設けることも又可能である。かかる素子を用いる場合、双極素子が延びるトレッドブロック又はリップの摩耗度の測定を実施することが可能である。非常に単純なケースが、図 9 に示されている。コード 5 1、6 1 を接続する双極素子 1 0 5 は、数個の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 から成っている。摩耗が進むと、双極素子 1 0 5 の総合抵抗が変化し、 R_1 、 R_2 、 R_3 は、漸次取り除かれる。摩耗限度 1 2 0 に達すると、コード 5 1、6 1 相互間の導電性接続はもはや存在しない。当業者であれば、抵抗値を適切に選択することにより、共振回路の共振周波数の変化を生じさせて検出された周波数を用いて対応の摩耗度及び摩耗限度に達する前に依然として摩耗するゴムの量（ゴムの厚さ）を突き止めることができる。

【0034】

言うまでもないこととして、図 9 の抵抗に代えて静電容量を用いてもよい。抵抗と静電

容量の組み合わせも又利用できる。

【0035】

図5～図8に示す例では、共振回路を形成する4本のコードのうちの2本だけが、双極素子によって互いに接続されているが、これは本発明を制限する特徴ではない。4本のコードを導電性双極素子によって接続した場合、共振は生じない。双極素子のうちの少なくとも1つが壊れた場合にのみ、共振回路は、効果的に共振し始め、これは、当業者に知られている手段によって検出できる。

【0036】

当然のことながら、上述した本発明の種々の実施形態のうちの幾つか又は全てを組み合わせた状態でタイヤ内に設けることが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】空気ラジアルタイヤの略図である。

【図2】2枚のブレーカプライのコードにより形成された格子の略図である。

【図3】2枚の隣り合うブレーカプライのコードにより形成された共振回路の略図である。

【図4】図3の構造に対応した共振回路の略図である。

【図5】本発明のタイヤの部分半径方向断面の略図である。

【図6】共振回路を形成するコード及びコードのうちの2本を互いに接続している双極素子の概略斜視図である。

20

【図7】本発明のタイヤのベルトに対応した共振回路の略図である。

【図8】本発明のタイヤのベルトに対応した共振回路の略図である。

【図9】本発明のタイヤの部分半径方向断面の略図である。

【符号の説明】

【0038】

10 ラジアル空気圧タイヤ

30 カーカスプライ

31 引張コード

40 ビードワイヤ

50, 60 ブレーカプライ

51, 61 スチールコード

70 トレッド

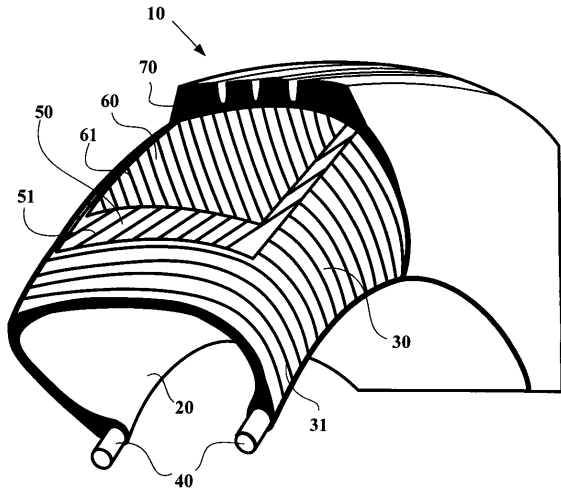
80 単位平行四辺形

90 複合平行四辺形

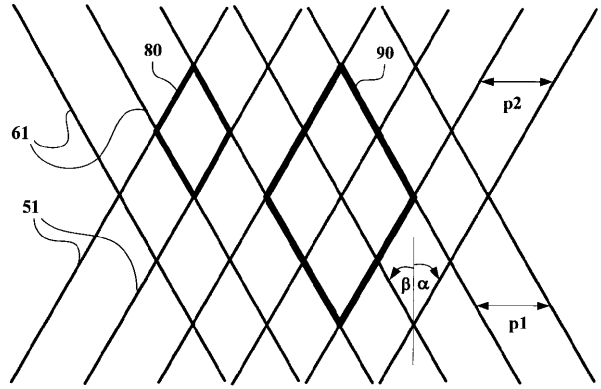
101, 102 双極素子

30

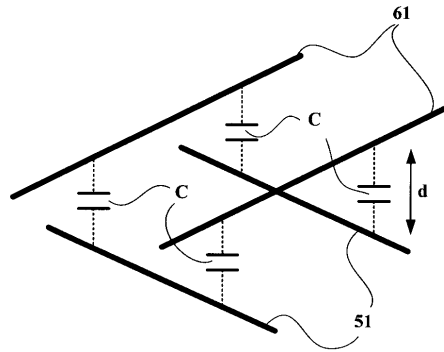
【 図 1 】



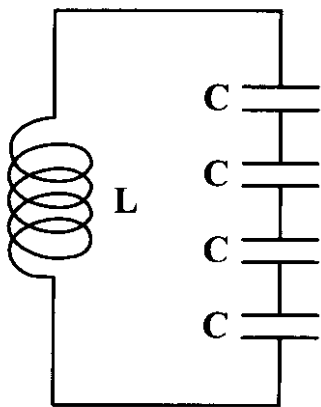
【 図 2 】



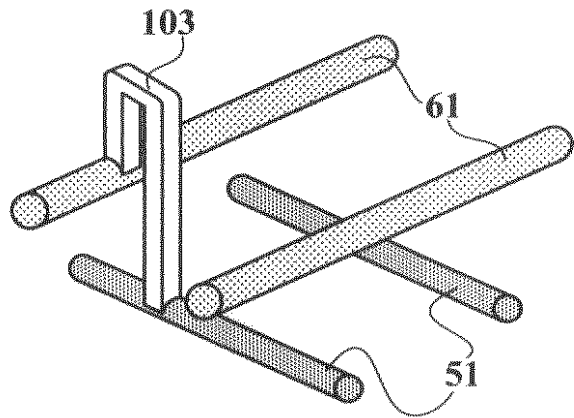
【 図 3 】



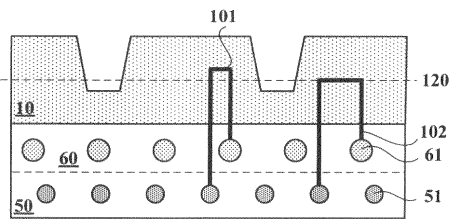
【 図 4 】



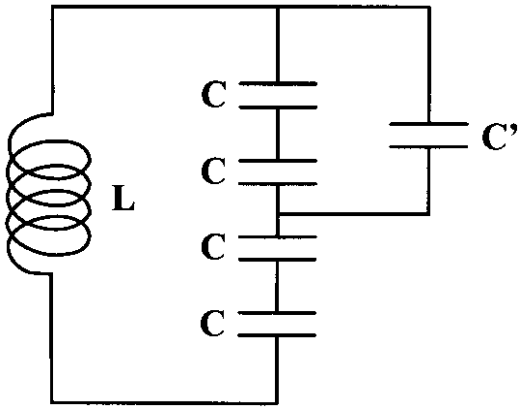
【 図 6 】



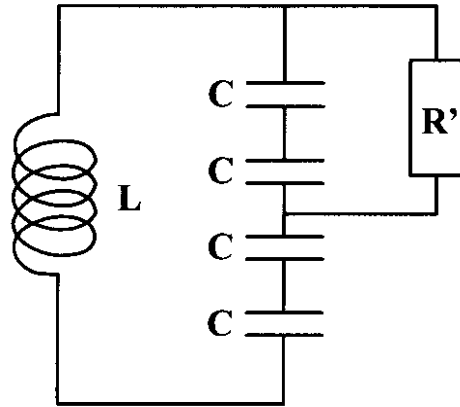
【 図 5 】



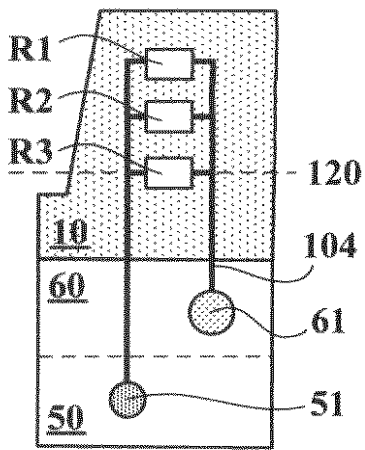
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100065189

弁理士 穴戸 嘉一

(74)代理人 100088694

弁理士 弟子丸 健

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(72)発明者 ディヴィッド マイアット

フランス エフ - 6 3 1 1 9 シャトーゲイ ポンピーニャリユー ド ミュスカデ 9

Fターム(参考) 2G028 CG02 CG07 DH14 EJ01 LR06 MS05

【 外国語明細書 】

WEAR INDICATING TYRE

FIELD OF INVENTION

The present invention concerns tyre wear control and in particular tyres that allow to automatically detect that a predetermined tyre wear threshold has been reached.

DEFINITIONS

In the present document :

“cord” is understood to mean a single thread or wire, metallic or non metallic, or an assembly of several threads or wires ;

“ply” refers to a layer of parallel reinforcing cords, metallic or non metallic, woven or unwoven, and embedded in a rubber composition, the thickness of the ply being close to the diameter of an individual cord ;

“belt” refers to an assembly of at least two plies that is unanchored to the bead;

“axial” refers to a direction essentially parallel to the rotation axis of a tyre;

“radial” refers to a direction parallel to a vector perpendicular to the axial direction and which intersects the rotation axis of the tyre;

“tyre” refers to pneumatic or non pneumatic tyres.

BACKGROUND OF INVENTION

As is known, the tread of a tyre undergoes wear that results from the rolling of the tyre on the ground. If the tread has grooves, the effect of this wear is to reduce the depth of the grooves, thereby degrading the performance of the tyre on wet ground. On reaching a certain wear level, referred to as “tread wear limit”, the tyre no longer enables rolling to take place under optimum conditions. The tyre or its tread (“retreading”) is then replaced and scrapped or, if the residual thickness of the tread so allows, the grooves of the tread are cut out afresh.

- 2 -

The wear level of a tread can be monitored by measuring the depth of the grooves, but that operation is often neglected because it is considered troublesome and because it requires a suitable measuring tool, which may not always be at hand. It has therefore long been proposed to position wear indicators on the rolling surfaces so as to visually alert the driver of the vehicle when the minimum tread groove depth has been reached. Prior art contains an almost innumerable variety of propositions to provide pieces of coloured rubber within the tyre tread which appear on the tread surface when a tyre wear threshold is reached. Industrial applications of such coloured wear indicators have nevertheless remained relatively rare, not least because their precise positioning within the tread is difficult to obtain and costly. More common visual tyre wear indicators take advantage of the visual contrast between the rubber forming the tread and a groove or cavity in the said tread.

Irrespective of their precise nature, visual tyre wear indicators have the drawback that the user has to periodically inspect the tyres in order to realise when the wear limit is reached. It has therefore been proposed (see, for example, **US 2002/0036039**) to monitor the tread wear, as revealed by such wear indicators, by image analysis, which can be used to generate an alert signal as soon as the wear limit is reached.

Another, more direct way of obtaining information on the tread wear is to use magnetic or electrical sensors whose signals are altered as a function of tread wear.

There have been several proposals to use magnetic properties of the tread itself in order to detect the progress of wear : for instance, **DE 199 54 825** divulges the use of tread blocks made from magnetic rubber, the presence (or absence) of which is detected. **DE 199 57 645** extends this concept to providing areas of alternating magnetic polarity in the depth of the tread.

Another approach is to provide conductors inside the tread and to detect changes of measurable parameters related to the removal of these conductors by wear. **DE 25 24 463** divulges the idea of incorporating an electrical conductor into the tread, such that the conductor is cut as soon as the wear limit is reached. The same concept has later been proposed by **JP 61-150 804**.

- 3 -

DE 197 45 734 describes the use of a sensor comprising a number of conductive loops which extend at different heights in the tread and open successively as tread wear progresses, so that they form open switches ; a detection circuit delivers a corresponding signal to an assessment unit present in the vehicle.

DE 199 30 046 describes a tread containing a bundle of metallic cords located precisely at the minimum lawful profile depth and wearing away when the profile is worn below this depth. An induction current passing through the bundle changes as the diameter reduces and initiates an audible and/or visual warning.

WO 03/031208 describes a method consisting in measuring the electrical resistance or capacitance inside a tread block and deducing the height of the block therefrom.

US 2005/061069 teaches the incorporation into the tyre of a resonant circuit comprising several capacitors connected in parallel by means of conductive branches which extend into the tread. When the tread is worn, the branches extending into the worn part break, which changes the tuning frequency of the resonant circuit.

The present invention aims at improving this concept by simplifying the underlying tyre structure, taking advantage of the electromagnetic behaviour of the tyre's belt.

SUMMARY OF THE INVENTION

This goal is achieved by a tyre comprising a tread and a belt comprising a first and a second ply, the first and second plies being made up of substantially parallel metallic reinforcing cords embedded in a rubber composition that are inclined with respect to the equatorial plane of the tyre, the cords of the first ply being inclined with respect to (and preferentially inclined oppositely to) the cords of the second ply, wherein at least one dipolar electric element connects at least one cord of the first ply to at least one cord of the second ply, the path followed by the dipolar electric element between the cord of the first ply and the cord of the second ply extending into the part of the tread that can be worn away before reaching the tread wear limit, such that at least one characteristic of the dipolar electric element is modified as a consequence of tyre wear before or when the tread wear limit is reached.

- 4 -

In other words, the invention consists in a tyre comprising a tread and a belt comprising a first and a second ply, the first and second plies being made up of substantially parallel metallic reinforcing cords embedded in a rubber composition that are inclined with respect to the equatorial plane of the tyre, the cords of the first ply being inclined with respect to (and preferentially inclined oppositely to) the cords of the second ply, the tyre moreover comprising at least one resonant circuit formed by a plurality of inductances and capacities and at least one dipolar electric element connecting capacities of the resonant circuit and extending into the part of the tread that can be worn away before reaching the tread wear limit, such that at least one characteristic of the dipolar electric element is modified as a consequence of tyre wear before or when the tread wear limit is reached, the resonant circuit being formed by elements of the belt of the tyre.

According to a first preferred embodiment, the dipolar element is a capacitor whose capacity is continuously modified as a consequence of tyre wear. The capacitor may be a variable capacitor which is arranged such that the capacity of the capacitor changes as a function of tyre wear. Thus an *in situ* measurement of the degree of wear is made possible.

According to a second preferred embodiment, the dipolar element is a resistance whose resistance value is modified as a consequence of tyre wear.

In a first variant of this concept, the resistance is designed to break when a predetermined wear threshold is reached. The measurement is of the "all or nothing" type and only allows to determine whether the threshold has been reached or not ; there is no information on the actual degree of wear.

In a second variant, the resistance is a variable resistance which is arranged such that its resistance value changes as a function of tyre wear. Therefore an *in situ* measurement of the degree of wear can be obtained.

Of course, it is possible to combine the first and the second embodiments by using a dipolar element that has both capacitive and resistive properties.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- 5 -

The invention may be better understood by reference to the detailed description which follows and to the drawings, in which :

- figure 1 is a schematic view of a pneumatic radial tyre ;
- figure 2 is a schematic representation of the lattice formed by the cords of two breaker plies ;
- figure 3 is a schematic representation of a resonant circuit formed by the cords of two adjacent breaker plies ;
- figure 4 is a schematic representation of the resonant circuit corresponding to the arrangement of figure 3 ;
- figure 5 is a schematic representation of a partial radial section of a tyre according to the invention ;
- figure 6 is a schematic perspective view of cords forming a resonant circuit and a dipolar element connecting two of the cords ;
- figures 7 and 8 are schematic representations of resonant circuits corresponding to the belt of a tyre according to the invention ;
- figure 9 is a schematic representation of a partial radial section of a tyre according to the invention.

DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

Figure 1 schematically represents the structure of a radial pneumatic tyre 10 comprising an inner liner 20 made of airtight synthetic rubber, a carcass ply 30 composed of textile cords 31, laid down in straight lines and sandwiched in rubber, bead wires 40 holding the tyre 10 onto the rim (not illustrated), a breaker belt made of at least two radially adjacent breaker plies 50 and 60, and a tread 70 laid over the breaker plies 50 and 60 to be in contact with the road. Each of the two breaker plies 50 and 60 of tyre 10 is reinforced with steel cords 51 and 61 that are inclined with respect to the equatorial plane of the tyre at an appropriate angle (typically around 20°), the cords 51 of one ply being inclined oppositely to the cords 61 of the other ply.

This particular arrangement of the plies comprised in the breaker belt explains the strong absorption of electromagnetic radiation in the belt. As schematically

- 6 -

represented in figure 2, the sets of cords 51 and 61 of the adjacent plies 50 and 60 form a lattice comprising a great number of elementary 80 and composite 90 parallelograms.

As shown in figure 3, each of these parallelograms constitutes a resonant circuit : the four sides of the parallelogram formed by parts of cords of the belt can be considered as a loop of inductance L , whereas the cord-rubber composition-cord interface at each of the angles of the parallelogram constitutes a capacity C . Figure 4 shows the equivalent LC circuit.

As it is well known, a resonant circuit can be excited by electromagnetic radiation of a frequency that is close to its resonant frequency. The more circuits are excited, the stronger the electromagnetic radiation is absorbed. The great number of circuits of varying shapes (and, therefore, of varying inductance L) present in the belt of a tyre explains the fact that the absorption function is of complex shape. Its characteristics are influenced by the nature of the cords 51 and 61, the number and structure of plies 50 and 60, the distance d between adjacent breaker plies 50 and 60, resistivity of the rubber composition used in the breaker plies 50 and 60, the inclination α and β of the cords 51 and 61 of the breaker plies 50 and 60 with respect to the circumference of the tyre 10, the pitch p_1 and p_2 of the breaker plies, the diameter and the high frequency conductivity of metallic cords 51 and 61 etc.

The present invention consists in the use of the resonant circuits formed by the tyre belt for measuring the wear of the tyre tread. This use is made possible by introducing a dipolar connecting element, as shown in figure 5. The dipolar elements 101 and 102 connect at least one cord 51 of the first ply 50 to at least one cord 61 of the second ply 60, and extend into the part of the tread 10 that can be worn away before reaching the tread wear limit (indicated by the dashed line 120). In this particular (but non limitative) example, the dipolar elements are electrically conductive staples designed to break *before* the wear limit is reached (element 101) or exactly *when* this limit is reached (element 102).

Figure 6 gives a schematic perspective view of cords 51 and 61 forming a resonant circuit and a dipolar element 103 connecting two of the cords.

As illustrated in figures 7 and 8, the role of the dipolar elements is to short-circuit partly the resonant circuits formed by the cords of the belt and thus to modify the

- 7 -

absorption behaviour of the belt. As soon as the characteristics of the dipolar elements (capacity C' , resistance value R' etc.) change as a consequence of wear, the absorption behaviour of the belt is modified. This modification can be detected at a distance by a detector mounted on the vehicle, using means known to the person skilled in the art, and, for example, be used to trigger an alert signal.

The change of the characteristics of the dipolar element can be abrupt ("all or nothing") in which case it only allows to determine whether the threshold has been reached or not. The dipolar elements represented in figures 5 and 6 are of this type : as soon as the electrically conductive staples break, the resistance value R' (figure 8) increases dramatically, which thoroughly modifies the resonance frequency of some of the LC circuits formed by the belt.

It is of course possible to use several dipolar elements extending to different heights into the tread (such as elements 101 and 102 of figure 5) and to combine the threshold measurements so obtained to reconstruct the degree of wear.

The change in absorption frequency has been measured on a tyre belt formed of two plies. When two cords belonging to different plies are short-circuited by a dipolar element, the resonance frequency is 18.8 MHz. This frequency shifts to 20 MHz as soon as the connection between the two cords is broken. The frequency shift of 1.2 MHz is enough to be detected, but it could still be increased, for example by increasing the number of dipolar elements or by judiciously choosing the emplacement of the dipolar element.

It is, however, also possible to have a dipolar element whose characteristics change stepwise or even continuously. If such an element is used, it is possible to carry out a measurement of the degree of wear of the tread block or rib into which the dipolar element extends. A very simple case is represented in figure 9. The dipolar element 105 connecting cords 51 and 61 comprises several resistances R_1 , R_2 , and R_3 . As wear progresses, the overall resistance of dipolar element 105 changes, R_1 , R_2 , and R_3 being removed progressively. When the wear limit 120 is reached, there is no more electrically conductive connection between cords 51 and 61. The person skilled in the art is able, by appropriately choosing the resistance values, to produce a change of the resonance frequency of the resonating circuit such that the detected frequency can be

- 8 - J

used to identify the corresponding degree of wear and the quantity of rubber (thickness of rubber) still to be worn before the wear limit is reached.

It goes without saying that the resistances of figure 9 could be replaced by capacities. Combinations of resistances and capacities could be used as well.

In the examples represented in figures 5 to 8, only two of the four cords forming the resonant circuit are connected by a dipolar element, but this is not a limitative feature. If the four cords are connected by electrically conductive dipolar elements, there is no resonance. Only when at least one of the dipolar elements breaks the resonating circuit begins to effectively resonate, which can be detected by means known to the person skilled in the art.

It is of course possible to combine within a tyre some or all of the different embodiments of the invention presented above.

CLAIMS

1 – Tyre comprising a tread and a belt comprising a first and a second ply, the first and second plies being made up of substantially parallel metallic reinforcing cords embedded in a rubber composition that are inclined with respect to the equatorial plane of the tyre, the cords of the first ply being inclined with respect to the cords of the second ply, the tyre moreover comprising at least one resonant circuit formed by a plurality of inductances and capacities and at least one dipolar electric element connecting capacities of the resonant circuit and extending into the part of the tread that can be worn away before reaching the tread wear limit, such that at least one characteristic of the dipolar electric element is modified as a consequence of tyre wear before or when the tread wear limit is reached, the tyre being **characterised in that** the resonant circuit is formed by elements of the belt of the tyre.

2 – Tyre according to Claim 1, characterised in that the cords of the first ply are inclined oppositely to the cords of the second ply.

3 – Tyre according to Claim 1 or 2, characterised in that said dipolar element is a capacitor and in that its capacity is modified as a consequence of tyre wear.

4 – Tyre according to Claim 3, characterised in that said capacitor is a variable capacitor which is arranged such that the capacity of the capacitor changes as a function of tyre wear.

5 – Tyre according to Claim 1 or 2, characterised in that said dipolar element is a resistance and in that its resistance value is modified as a consequence of tyre wear.

6 – Tyre according to Claim 5, characterised in that said resistance is broken when a predetermined wear threshold is reached.

7 – Tyre according to Claim 5, characterised in that said resistance is a variable resistance which is arranged such that its resistance value changes as a function of tyre wear.

ABSTRACT

Tyre comprising a tread and a belt comprising a first and a second ply, the first and second plies being made up of substantially parallel metallic reinforcing cords embedded in a rubber composition that are inclined with respect to the equatorial plane of the tyre, the cords of the first ply being inclined with respect to the cords of the second ply, the tyre moreover comprising at least one resonant circuit formed by a plurality of inductances and capacities and at least one dipolar electric element connecting capacities of the resonant circuit and extending into the part of the tread that can be worn away before reaching the tread wear limit, such that at least one characteristic of the dipolar electric element is modified as a consequence of tyre wear before or when the tread wear limit is reached, wherein the resonant circuit is formed by elements of the belt of the tyre.

FIG.5

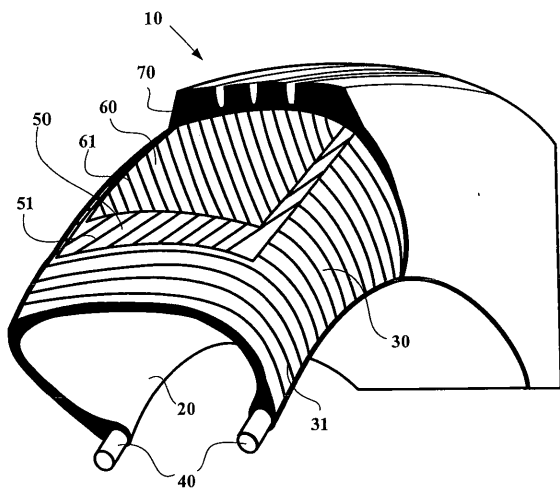


FIG. 1

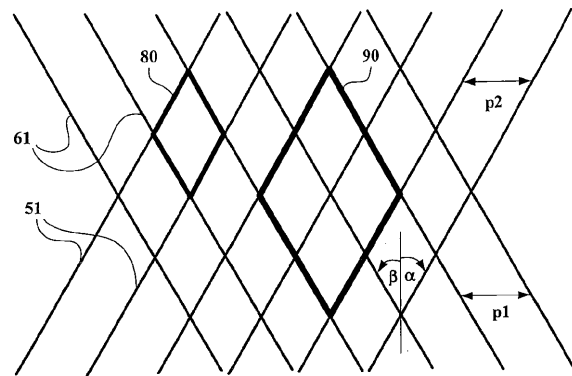


FIG. 2

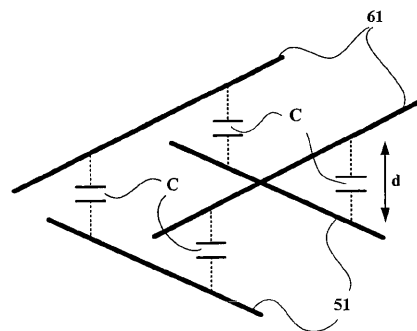


FIG. 3

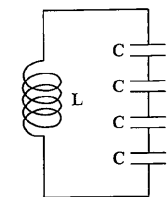


FIG. 4

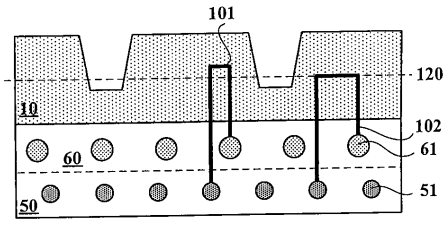


FIG. 5

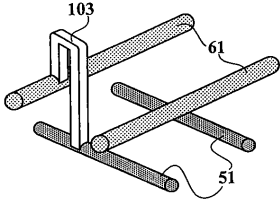


FIG. 6

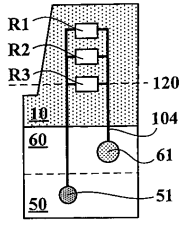


FIG. 9

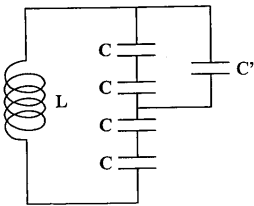


FIG. 7

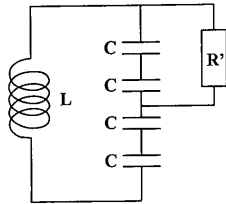


FIG. 8