

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年2月3日(03.02.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/024402 A1

- (51) 国際特許分類:
B60C 3/04 (2006.01) B60C 11/03 (2006.01)
B60C 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/038096
- (22) 国際出願日: 2020年10月8日(08.10.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-127588 2020年7月28日(28.07.2020) JP
- (71) 出願人: 住友ゴム工業株式会社 (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒6510072 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: ▲濱▼村 健二 (HAMAMURA Kenji);
〒6510072 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 Hyogo (JP).
中島 郭葵 (NAKAJIMA Hiroki); 〒6510072 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 Hyogo (JP). 遠
- 矢 昂 (TOYA Subaru); 〒6510072 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 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 上代 哲司, 外 (JODAI Tetsuji et al.);
〒5300003 大阪府大阪市北区堂島1丁目1番25号 新山本ビル2階 堂島特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: PNEUMATIC TIRE

(54) 発明の名称: 空気入りタイヤ

(57) Abstract: Provided is a pneumatic tire having a sufficiently suppressed change in handling property and sufficiently improved durability. This pneumatic tire comprises a tread portion including a rubber layer, the rubber layer is formed of a rubber composition having 0.25 or less of a loss tangent ($15^{\circ}\text{C tan}\delta$) measured under such conditions as 15°C , frequency 10 Hz, initial strain 5%, and dynamic strain rate 1%, the tread portion includes a plurality of rib-like land portions formed by circumferential grooves continuously extending in the circumferential direction, the tread portion has a ground contact surface partitioned, at the equatorial plane, such that one ground contact area S_a and the other ground contact area S_b satisfy a relationship of $S_a > S_b$, and (Expression 1) and (Expression 2) are satisfied where W_t (mm) is the cross sectional width of the tire, D_t (mm) is the outer diameter, and V (mm^3) is a virtual volume being the volume of a space occupied by the tire when the tire is mounted on a standard rim and the internal pressure is 250 kPa. (Expression 1): $1600 \leq (D_t^2 \times \pi/4)/W_t \leq 2827.4$, (Expression 2): $[(V+1.5 \times 10^7)/W_t] \leq 2.88 \times 10^5$

(57) 要約: ハンドリング性の変化が十分に抑制され、耐久性も十分に改善された空気入りタイヤを提供する。トレッド部のゴム層が、 15°C 、周波数10Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接 ($15^{\circ}\text{C tan}\delta$) が0.25以下のゴム組成物によって形成されており、トレッド部には周方向に連続して延びる周方向溝によって複数のリブ状陸部が形成されて、トレッド部の接地面を赤道面で区分したとき、一方の接地面積 $S_a >$ 他方の接地面積 S_b であり、正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの断面幅を W_t (mm)、外径を D_t (mm) とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積 V (mm^3) としたとき、(式1) および (式2) を満足する空気入りタイヤ。 $1600 \leq (D_t^2 \times \pi/4) / W_t \leq 2827.4 \dots \dots$ (式1) $[(V+1.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \dots \dots$ (式2)

WO 2022/024402 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：空気入りタイヤ

技術分野

[0001] 本発明は、空気入りタイヤに関する。

背景技術

[0002] 近年、環境問題への関心の高まりや経済性といった観点から、自動車に対して低燃費化の要求が強くなっており、自動車に装着される空気入りタイヤ（以下、単に「タイヤ」ともいう）に対しても低燃費性の向上が強く求められている。

[0003] タイヤの低燃費性は、転がり抵抗によって評価することができ、転がり抵抗が小さいほど、低燃費性に優れたタイヤであることが知られている。

[0004] そこで、従来より、タイヤのトレッド部を構成するゴム組成物の配合を工夫することにより、転がり抵抗の低減を図ることが提案されている（例えば、特許文献1～4）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-178034号公報

特許文献2：特開2019-089911号公報

特許文献3：WO2018/186367号公報

特許文献4：特開2019-206643号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記した従来技術で製造されたタイヤは、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が小さいとはいえ、低速時と高速時でのハンドリング性の変化を抑制することが求められている。そして、これらのタイヤは、耐久性も十分とは言えない。

[0007] そこで、本発明は、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が十分に抑

制され、また、耐久性も十分に改善された空気入りタイヤを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者は、上記課題の解決について鋭意検討を行い、以下に記載する発明により上記課題が解決できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0009] 請求項 1 に記載の発明は、

トレッド部を有する空気入りタイヤであって、

前記トレッド部を構成するゴム層が、15℃、周波数10Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接（15℃tanδ）が、0.25以下であるゴム組成物によって形成されており、

前記トレッド部には、周方向に連続して延びる周方向溝によって、複数のリブ状陸部が形成されており、

前記トレッド部の接地面を赤道面で区分したときの一方の接地面積を S_a 、他方を S_b としたとき、 $S_a > S_b$ であり、

正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの断面幅を W_t （mm）、外径を D_t （mm）とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積 V （mm³）としたとき、下記（式1）および（式2）を満足することを特徴とする空気入りタイヤである。

$$1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \leq 2827.4 \quad \dots \text{(式1)}$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots \text{(式2)}$$

[0010] 請求項 2 に記載の発明は、

下記（式3）を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の空気入りタイヤである。

$$[(V + 2.0 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots \text{(式3)}$$

[0011] 請求項 3 に記載の発明は、

下記（式4）を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の空気入りタイヤである。

$$[(V + 2.5 \times 10^7) / Wt] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots \text{(式4)}$$

- [0012] 請求項4に記載の発明は、
前記 $15^\circ \text{C} \tan \delta$ が、0.20以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。
- [0013] 請求項5に記載の発明は、
正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの外径を D_t (mm)、タイヤの断面高さを H_t (mm) としたとき、 $(D_t - 2 \times H_t)$ が、470 (mm) 以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。
- [0014] 請求項6に記載の発明は、
扁平率が、40%以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。
- [0015] 請求項7に記載の発明は、
扁平率が、45%以上であることを特徴とする請求項6に記載の空気入りタイヤである。
- [0016] 請求項8に記載の発明は、
扁平率が、47.5%以上であることを特徴とする請求項7に記載の空気入りタイヤである。
- [0017] 請求項9に記載の発明は、
 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times Wt \leq 50$ であることを特徴とする請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。
- [0018] 請求項10に記載の発明は、
 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times Wt \leq 40$ であることを特徴とする請求項9に記載の空気入りタイヤである。
- [0019] 請求項11に記載の発明は、
 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times Wt \leq 30$ であることを特徴とする請求項10に記載の空気入りタイヤである。
- [0020] 請求項12に記載の発明は、

$S_b/S_a < 0.8$ であることを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。

[0021] 請求項13に記載の発明は、

$S_b/S_a < 0.75$ であることを特徴とする請求項12に記載の空気入りタイヤである。

[0022] 請求項14に記載の発明は、

$S_b/S_a < 0.7$ であることを特徴とする請求項13に記載の空気入りタイヤである。

[0023] 請求項15に記載の発明は、

タイヤ周方向に連続して延びる複数本の周方向溝がトレッド部に形成されており、

前記複数本の周方向溝の断面積の合計が、前記トレッド部の断面積の10～30%であることを特徴とする請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。

[0024] 請求項16に記載の発明は、

タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝がトレッド部に形成されており、前記複数本の横溝の容積の合計が、前記トレッド部の体積の2.0～5.0%であることを特徴とする請求項1ないし請求項15のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。

[0025] 請求項17に記載の発明は、

正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの外径を D_t (mm)としたとき、 D_t が、685(mm)未満であることを特徴とする請求項1ないし請求項16のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。

[0026] 請求項18に記載の発明は、

前記断面幅 W_t (mm)が、205mm未満であることを特徴とする請求項1ないし請求項17のいずれか1項に記載の空気入りタイヤである。

[0027] 請求項19に記載の発明は、

前記断面幅 W_t (mm)が、200mm未満であることを特徴とする請求

項18に記載の空気入りタイヤである。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が十分に抑制され、また、耐久性も十分に改善された空気入りタイヤを提供することができる。

発明を実施するための形態

[0029] [1] 本発明に係るタイヤの特徴

最初に、本発明に係るタイヤの特徴について説明する。

[0030] 1. 概要

本発明に係るタイヤは、まず、トレッド部を構成するゴム層が、15℃、周波数10Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接(15℃tanδ)が、0.25以下であるゴム組成物によって形成されていることを特徴としている。

[0031] そして、本発明に係るタイヤは、形状の面から見た場合、以下の特徴を備えている。

[0032] 即ち、トレッド部には、周方向に連続して延びる周方向溝によって、複数のリブ状陸部が形成されている。そして、トレッド部の接地面を赤道面で区分したときの一方の接地面積を S_a 、他方を S_b としたとき、 $S_a > S_b$ である。さらに、正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの断面幅を W_t (mm)、外径を D_t (mm)とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積 V (mm³)としたとき、下記(式1)および(式2)を満足している。

$$1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \leq 2827.4 \quad \dots (式1)$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots (式2)$$

[0033] トレッド部を形成するゴム組成物の物性およびタイヤの形状について、上記のような特徴を備えることにより、転がり抵抗が低減されているだけでなく、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が十分に抑制され、また、耐久性も十分に改善された空気入りタイヤを提供することができる。

[0034] なお、上記記載において、接地面積とは、溝、サイド等を除いたタイヤの接地面が、タイヤ全周にわたって実際に路面に接する実接地面積である。

[0035] そして、「正規リム」とは、タイヤが基づいている規格を含む規格体系において、当該規格がタイヤ毎に定めるリムであり、例えば、JATMA（日本自動車タイヤ協会）であれば「JATMA YEAR BOOK」に記載されている適用サイズにおける標準リム、ETRTO（The European Tyre and Rim Technical Organisation）であれば「STANDARDS MANUAL」に記載されている“Measuring Rim”、TRA（The Tire and Rim Association, Inc.）であれば「YEAR BOOK」に記載されている“Design Rim”を指す。そして、規格に定められていないタイヤの場合には、リム組み可能であって、内圧が保持できるリム、即ちリム／タイヤ間からエア漏れを生じさせないリムの内、最もリム径が小さく、次いでリム幅が最も狭いものを指す。

[0036] そして、上記記載において、タイヤの外径 D_t とは、タイヤを正規リムに組付け、内圧を250kPaにして無負荷とした状態のタイヤの外径であり、タイヤの断面幅 W_t とは、タイヤを正規リムに組付け、内圧を250kPaにして無負荷とした状態のタイヤにおいて、タイヤ側面の模様や文字など全てを含むサイドウォール間の直線距離（タイヤの総幅）からタイヤの側面の模様、文字などを除いた幅である。

[0037] また、タイヤの仮想体積 V （ mm^3 ）は、具体的には、タイヤを正規リムに組付け、内圧を250kPaにして無負荷とした状態のタイヤにおけるタイヤの外径 D_t （mm）、タイヤの断面高さ（ビード部底面からトレッド最表面までの距離であり、タイヤの外径とリム径の呼びとの差の $1/2$ ） H_t （mm）、タイヤの断面幅 W_t （mm）に基づいて、以下の式により求めることができる。

$$V = [(D_t / 2)^2 - \{(D_t / 2) - H_t\}^2] \times \pi \times W_t$$

[0038] 2. 本発明に係るタイヤにおける効果発現のメカニズム

本発明に係るタイヤにおける効果発現のメカニズム、即ち、転がり抵抗が低減されているだけではなく、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が十分に抑制され、また、耐久性が十分に改善されるメカニズムについては、以下のように推測される。

[0039] (1) タイヤの形状

上記したように、本発明においては、前記タイヤの断面幅 W_t (mm) と外径 D_t (mm) とが、 $1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \leq 2827.4$ (式1) を満足するようにしている。

[0040] 上記(式1)は、タイヤの断面幅 W_t に対して、タイヤを横方向から見たときの面積 $[(D_t / 2)^2 \times \pi] = (D_t^2 \times \pi / 4)$ を大きくして、式1に規定する数値範囲を満足することにより、単位時間当たりの変形の繰り返しが減り、その結果、熱交換に使える時間が長くなることでサイド部の熱放出性を向上させると共に、トレッド部と路面との間の摩擦を軽減させることができるため、低転がり抵抗化および耐久性の向上を図ることができると考えられる。なお、(式1)において、 $(D_t^2 \times \pi / 4) / W_t$ は、1700以上であるとより好ましく、1865以上であるとさらに好ましく、1963.5以上であるとさらに好ましく、2018以上であるとさらに好ましい。

[0041] しかしながら、このようなタイヤは、タイヤを横方向から見たときの面積が大きく、即ち、外径 D_t が大きくなるにつれて、高速走行時にトレッド部全体に作用する遠心力が増大することによって、タイヤの部分的な不均一性が助長され、接地領域での接地圧の不均一化を招く恐れがある。

[0042] 特に、走行速度を上げていくと、それに伴って、遠心力も大きくなるため、低速時と高速時でハンドリング性が大きく変化する恐れがある。

[0043] そこで、本発明においては、さらに、タイヤの仮想体積 V (mm³) および断面幅 W_t (mm) が、 $[(V + 1.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5$ (式2) を満足するようにしている。

[0044] このように、タイヤの断面幅 W_t の減少に合わせてタイヤの仮想体積 V を

減少させ、タイヤそのものの体積を減らすことにより、転がり抵抗を低減させた状態で、遠心力の増加に伴う外径の成長を抑制し、かつ、高速走行時における発熱を低減させてトレッドの剛性低下を抑制することができると考えられる。

[0045] このとき、 $[(V + 2.0 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5$ (式3) であるとより好ましく、 $[(V + 2.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5$ (式4) であると、さらに好ましい。

[0046] また、本発明においては、トレッド部に、周方向に連続して延びる周方向溝によって、複数のリブ状陸部が形成されており、トレッド部の接地面を赤道面で区分したときの一方の接地面積を S_a 、他方を S_b としたとき、 $S_a > S_b$ となるようにしている。このように、複数のリブ状陸部を形成させ、トレッド部の接地面積が赤道を挟んで左右不均一となるように構成することにより、走行速度を上げてても接地圧の急激な不均一化を抑制することができるため、低速時と高速時でのハンドリング性の変化を抑制することができると考えられる。なお、周方向溝は、周方向に連続して延びる溝であればよく、ジグザグ状、波状など、直線状でない溝も周方向溝に含まれる。

[0047] ここで、「リブ状陸部」とは、2本の周方向溝によって挟まれ、深い方の周方向溝と同じ深さ、またはそれ以上の深さの横溝によって区切られた陸部（ブロック状陸部）以外の陸部、即ち、2本の周方向溝によって挟まれた陸部であって、当該2本の周方向溝の両方に連通する横溝が形成されていない陸部、または、当該2本の周方向溝の内、深い方の溝よりも浅い横溝が形成され、かつ、その浅い横溝が当該2本の周方向溝の両方に連通している陸部を指す。

[0048] そして、 S_b / S_a は、0.8未満であることが好ましく、0.75未満であるとより好ましく、0.7未満であるとさらに好ましい。

[0049] (2) トレッド部を形成するゴム組成物

本発明においては、さらに、トレッド部を、15℃、周波数10Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接(15℃ $\tan \delta$)が

、0.25以下であるゴム組成物によって形成している。このように、 15°C $\tan \delta$ を0.25以下と小さくすることにより、トレッド部での発熱性を低減させることができ、タイヤの温度上昇が抑えられるため、ゴム組成物自体の耐久性の低下および温度上昇に伴う外径の成長を抑えて、タイヤの損傷を防いで耐久性を高めることができる。なお、0.23以下であるとより好ましく、0.20以下であるとさらに好ましく、0.18以下であると特に好ましい。

[0050] 上記した 15°C $\tan \delta$ の測定は、タイヤの少なくとも溝底よりも半径方向外側、好ましくは最も深い周方向溝の半分の深さよりも半径方向外側から切り出したゴムに対して行う。そして、具体的には、例えば、GABO社製「イプレクサー（登録商標）」の粘弾性測定装置を用いて測定する。

[0051] [2] 本発明に係るタイヤにおけるより好ましい態様

本発明に係るタイヤは、以下の態様を取ることにより、さらに大きな効果を得ることができる。

[0052] 1. 扁平率

本発明に係るタイヤは、扁平率が40%以上のタイヤであることが好ましく、これにより、タイヤのサイド部の高さを大きくして、サイド部の面積を大きくすることができるため、タイヤ全体の放熱性がさらに高められて、トレッドやサイドの剛性の低下が抑制される。その結果、ハンドリング性の変化を十分に抑制することができる。また、高速走行時における転がり抵抗をさらに低減させると共に、タイヤの耐久性をさらに高めることができる。

[0053] なお、上記した扁平率(%)は、内圧を250kPaとしたときのタイヤの断面高さ H_t (mm)と断面幅 W_t (mm)を用いて、下式により求めることができる。

$$(H_t / W_t) \times 100 (\%)$$

[0054] そして、上記した扁平率は、45%以上であるとより好ましく、47.5%以上であるとさらに好ましい。そして、50%以上であるとまたさらに好ましく、52.5%以上であると特に好ましく、55%以上であると最も好

ましい。なお、上限は特にないが、例えば、100%以下である。

[0055] 2. 損失正接 ($\tan \delta$) と断面幅 W_t (mm) との関係

断面幅 W_t が大きくなるに伴って、トレッドセンター部の接地圧とトレッドショルダ一部部の接地圧との差が大きくなりやすくなり、発熱性をコントロールすることが難しくなると想定される。そこで、断面幅 W_t が大きくなるに伴って、 $\tan \delta$ が小さくなるようにすれば、発熱性をコントロールできると考え、15℃における損失正接 ($15^\circ \text{C} \tan \delta$) と断面幅 W_t (mm) との関係について検討した。その結果、 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W_t \leq 50$ を満足していれば、幅に応じて発熱性をコントロールでき、高速走行時における転がり抵抗をさらに低減させると共に、タイヤの耐久性をさらに高めることができることが分かった。

[0056] そして、 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W_t \leq 40$ であるとより好ましく、 $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W_t \leq 30$ であるとさらに好ましいことが分かった。

[0057] 3. トレッド部の溝

本発明に係るタイヤは、タイヤ周方向に連続して延びる周方向溝がトレッド部に形成されており、トレッド部の接地面における周方向溝の溝幅 L_0 に対する周方向溝の最大の深さの80%の深さにおける溝幅 L_{80} の比 (L_{80}/L_0) が、0.3~0.7であることが好ましい。これにより、トレッド部の陸部の底面で陸部全体の動きを抑制することが可能となり、トレッド部の欠けを抑制して、耐久性の改善を図ることができると考えられる。0.35~0.65であるとより好ましく、0.40~0.60であるとさらに好ましく、0.45~0.55であると特に好ましい。

[0058] 上記した L_0 および L_{80} は、正規リムに装着し、内圧を250kPaとし、無負荷の状態としたタイヤのトレッド周方向溝のトレッド表面部における溝端部の直線距離 (L_0)、および、溝深さ80%の位置での溝壁部の最小距離 (L_{80}) を指しており、簡易的には、タイヤを幅2~4cmで半径方向に切り出したセクションのビード部間を、リム幅に合わせて押さえつけた状態にすることで求めることができる。

- [0059] そして、トレッド部に、複数本の周方向溝が形成され、複数本の周方向溝の断面積の合計が、トレッド部の断面積の10～30%であることが好ましい。これにより、トレッド部の動きを抑制し、トレッド部の欠けを抑制して、耐久性の改善を図ることができると考えられる。15～27%であるとより好ましく、18～25%であるとさらに好ましく、21～23%であると特に好ましい。
- [0060] 上記した周方向溝の断面積は、正規リムに装着し、内圧を250kPaとし、無負荷の状態としたタイヤにおいて、トレッド周方向溝の端部を繋いだ直線と溝壁とにより構成される面積の合計値を指しており、簡易的には、タイヤを幅2～4cmで半径方向に切り出したセクションのビード部間を、リム幅に合わせて押さえつけた状態にすることで求めることができる。
- [0061] また、トレッド部に、タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝が形成されており、複数本の横溝の容積の合計が、トレッド部の体積の2.0～5.0%であることが好ましい。これにより、トレッド部の動きを抑制し、トレッド部の欠けを抑制して、耐久性の改善を図ることができると考えられる。2.2～4.0%であるとより好ましく、2.5～3.5%であるとさらに好ましく、2.7～3.0%であると特に好ましい。
- [0062] 上記した横溝の容積は、正規リムに装着し、内圧を250kPaとし、無負荷の状態としたタイヤにおいて、横溝の端部を繋いだ面と溝壁とにより構成される容積の合計値を指しており、簡易的には、タイヤを幅2～4cmで半径方向に切り出したセクションのビード部間をリム幅に合わせて押さえつけた状態で、個々の横溝の容積を算出し、溝の数を乗じることで求めることができる。また、トレッド部の体積は、前記セクションからトレッド部の横溝を含まない部分の面積を算出して外径を乗じたものから、前記横溝の容積との差を求めることにより、算出することができる。
- [0063] なお、トレッド部の欠けの抑制と耐久性のさらなる向上を図るためには、これらの横溝に、溝深さGdに対する溝幅Gwの比(Gw/Gd)が、0.50～0.80である横溝が含まれていることが好ましく、0.53～0.

77であるとより好ましく、0.55~0.75であるとさらに好ましく、0.60~0.70であると特に好ましい。

[0064] 上記した横溝の溝幅、溝深さは、内圧を250kPaとし、無負荷の状態としたタイヤにおいて、横溝のトレッド表面端部を繋いだ直線のうち、溝方向に対して垂直かつ最大であるもの、および、横溝の最大深さを指しており、簡易的には、タイヤを幅2~4cmで半径方向に切り出したセクションのビード部間をリム幅に合わせて押さえつけた状態から算出することができる。

[0065] 4. タイヤの形状

本発明に係るタイヤにおいて、正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際、具体的な外径Dt (mm)としては、515mm以上であることが好ましく、558mm以上であるとより好ましく、585mm以上であるとさらに好ましく、658mm以上であると特に好ましく、673mm以上であると最も好ましい。一方、843mm未満であることが好ましく、725mm未満であるとより好ましく、707mm未満であるとさらに好ましく、685mm未満であると特に好ましく、655mm未満であると最も好ましい。

[0066] そして、具体的な断面幅をWt (mm)としては、115mm以上であることが好ましく、130mm以上であるとより好ましく、150mm以上であるとさらに好ましく、170mm以上であるとさらにより好ましく、185mm以上であると特に好ましく、193mm以上であると最も好ましい。一方、305mm未満であることが好ましく、245mm未満であるとより好ましく、210mm未満であるとさらに好ましく、205mm未満であると特に好ましく、200mm未満であると最も好ましい。

[0067] そして、具体的な断面高さHt (mm)としては、37mm以上であることが好ましく、87mm以上であるとより好ましく、95mm以上であるとさらに好ましい。一方、180mm未満であることが好ましく、112mm未満であるとより好ましく、101mm未満であるとさらに好ましい。

[0068] そして、具体的な仮想体積 V としては、 $13,000,000\text{mm}^3$ 以上であることが好ましく、 $29,000,000\text{mm}^3$ 以上であるとより好ましく、 $36,000,000\text{mm}^3$ 以上であるとさらに好ましい。一方、 $66,000,000\text{mm}^3$ 未満であることが好ましく、 $44,000,000\text{mm}^3$ 未満であるとより好ましく、 $38,800,000\text{mm}^3$ 未満であるとさらに好ましい。

[0069] また、本発明において、走行時の乗り心地の安定性を考慮すると、 $(D_t - 2 \times H_t)$ は、 $450(\text{mm})$ 以上であることが好ましく、 $470(\text{mm})$ 以上であるとより好ましく、 $480(\text{mm})$ 以上であるとさらに好ましい。一方、トレッド部の変形を考慮すると、 $560(\text{mm})$ 未満であることが好ましく、 $530(\text{mm})$ 未満であるとより好ましく、 $510(\text{mm})$ 未満であるとさらに好ましい。

[0070] [3] 実施の形態

以下、実施の形態に基づいて、本発明を具体的に説明する。

[0071] 1. トレッド部を形成するゴム組成物

本発明に係るタイヤのトレッド部を形成するゴム組成物は、以下に記載するゴム成分、充填剤、軟化剤、加硫剤および加硫促進剤などの各種配合材料について、その種類や量、特に、充填剤と軟化剤とを、適宜、調整することにより得ることができる。

[0072] (1) ゴム成分

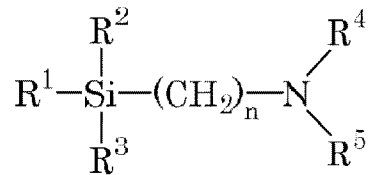
本実施の形態において、ゴム成分としては、ブタジエンゴム(BR)、スチレンブタジエンゴム(SBR)、イソプレン系ゴム、ニトリルゴム(NBR)などのタイヤの製造に一般的に用いられるゴム(ポリマー)を用いることができるが、これらの内でも、ブタジエンゴム(BR)、スチレンブタジエンゴム(SBR)、およびイソプレン系ゴムを使用することが好ましい。これらのゴムは、各ゴム相のそれぞれを相分離させて、互いに絡まった形とすることができるため、ゴム内部の歪みを小さくすることができる。

[0073] (a) BR

ゴム成分100質量部中のBRの含有量は、1質量部以上、100質量部未満である。なかでも25質量部超が好ましく、35質量部超がより好ましく、45質量部超が特に好ましい。また、85質量部未満が好ましく、75質量部未満がより好ましく、65質量部未満がさらに好ましく、55質量部未満が特に好ましい。BRの重量平均分子量は、例えば、10万超、200万未満である。BRのビニル結合量は、例えば1質量%超、30質量%未満である。BRのシス含量は、例えば1質量%超、98質量%未満である。BRのトランス量は、例えば1質量%超、60質量%未満である。なお、BRのシス含量は、赤外吸収スペクトル分析法によって測定できる。

[0074] BRとしては特に限定されず、高シス含量（シス含量が90%以上）のBR、低シス含量のBR、シンジオタクチックポリブタジエン結晶を含有するBR等を使用できる。BRは、非変性BR、変性BRのいずれでもよく、変性BRとしては、例えば、下記式で表される化合物（変性剤）により変性されたBRを使用できる。

[0075] [化1]



[0076] なお、式中、R1、R2およびR3は、同一または異なって、アルキル基、アルコキシ基、シリルオキシ基、アセタール基、カルボキシル基（-COOH）、メルカプト基（-SH）またはこれらの誘導体を表す。R4およびR5は、同一または異なって、水素原子またはアルキル基を表す。R4およびR5は結合して窒素原子と共に環構造を形成してもよい。nは整数を表す。

[0077] 上記式で表される化合物（変性剤）により変性された変性BRとしては、重合末端（活性末端）を上記式で表される化合物により変性されたBRを使用できる。

[0078] R₁、R₂およびR₃としてはアルコキシ基が好適である（好ましくは炭素数1～8、より好ましくは炭素数1～4のアルコキシ基）。R₄およびR₅としてはアルキル基（好ましくは炭素数1～3のアルキル基）が好適である。nは、好ましくは1～5、より好ましくは2～4、更に好ましくは3である。また、R₄およびR₅が結合して窒素原子と共に環構造を形成する場合、4～8員環であることが好ましい。なお、アルコキシ基には、シクロアルコキシ基（シクロヘキシルオキシ基等）、アリーロキシ基（フェノキシ基、ベンジルオキシ基等）も含まれる。

[0079] 上記変性剤の具体例としては、2-ジメチルアミノエチルトリメトキシシラン、3-ジメチルアミノプロピルトリメトキシシラン、2-ジメチルアミノエチルトリエトキシシラン、3-ジメチルアミノプロピルトリエトキシシラン、2-ジエチルアミノエチルトリメトキシシラン、3-ジエチルアミノプロピルトリメトキシシラン、2-ジエチルアミノエチルトリエトキシシラン、3-ジエチルアミノプロピルトリエトキシシラン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0080] また、変性BRとしては、以下の化合物（変性剤）により変性された変性BRも使用できる。変性剤としては、例えば、エチレングリコールジグリシジルエーテル、グリセリントリグリシジルエーテル、トリメチロールエタントリグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル等の多価アルコールのポリグリシジルエーテル；ジグリシジル化ビスフェノールA等の2個以上のフェノール基を有する芳香族化合物のポリグリシジルエーテル；1, 4-ジグリシジルベンゼン、1, 3, 5-トリグリシジルベンゼン、ポリエポキシ化液状ポリブタジエン等のポリエポキシ化合物；4, 4'-ジグリシジルージフェニルメチルアミン、4, 4'-ジグリシジルージベンジルメチルアミン等のエポキシ基含有3級アミン；ジグリシジルアニリン、N, N'-ジグリシジルー4-グリシジルオキシアニリン、ジグリシジルオルソトルイジン、テトラグリシジルメタキシレンジアミン、テトラグリシジルアミノジフェニルメタン、テトラグリシジルーp-フェニレンジア

ミン、ジグリシジルアミノメチルシクロヘキサン、テトラグリシジル-1, 3-ビスアミノメチルシクロヘキサン等のジグリシジルアミノ化合物；ビス- (1-メチルプロピル) カルバミン酸クロリド、4-モルホリンカルボニルクロリド、1-ピロリジンカルボニルクロリド、N, N-ジメチルカルバミド酸クロリド、N, N-ジエチルカルバミド酸クロリド等のアミノ基含有酸クロリド；1, 3-ビス- (グリシジルオキシプロピル) -テトラメチルジシロキサン、(3-グリシジルオキシプロピル) -ペンタメチルジシロキサン等のエポキシ基含有シラン化合物；(トリメチルシリル) [3-(トリメトキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(トリエトキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(トリプロポキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(トリブトキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(メチルジメトキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(メチルジエトキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(メチルジプロポキシシリル) プロピル] スルフィド、(トリメチルシリル) [3-(メチルジブトキシシリル) プロピル] スルフィド等のスルフィド基含有シラン化合物；エチレンイミン、プロピレンイミン等のN-置換アジリジン化合物；メチルトリエトキシシラン、N, N-ビス(トリメチルシリル) -3-アミノプロピルトリメトキシシラン、N, N-ビス(トリメチルシリル) -3-アミノプロピルトリエトキシシラン、N, N-ビス(トリメチルシリル) アミノエチルトリメトキシシラン、N, N-ビス(トリメチルシリル) アミノエチルトリエトキシシラン等のアルコキシシラン；4-N, N-ジメチルアミノベンゾフェノン、4-N, N-ジ-tert-ブチルアミノベンゾフェノン、4-N, N-ジフェニルアミノベンゾフェノン、4, 4'-ビス(ジメチルアミノ) ベンゾフェノン、4, 4'-ビス(ジエチルアミノ) ベンゾフェノン、4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ) ベンゾフェノン、N, N, N', N'-ビス-(テトラエチルアミノ) ベンゾフェノン等のアミノ基および/または置換アミノ基を有する(チオ)ベン

ゾフェノン化合物；4-N，N-ジメチルアミノベンズアルデヒド、4-N，N-ジフェニルアミノベンズアルデヒド、4-N，N-ジビニルアミノベンズアルデヒド等のアミノ基および／または置換アミノ基を有するベンズアルデヒド化合物；N-メチル-2-ピロリドン、N-ビニル-2-ピロリドン、N-フェニル-2-ピロリドン、N-t-ブチル-2-ピロリドン、N-メチル-5-メチル-2-ピロリドン等のN-置換ピロリドンN-メチル-2-ピペリドン、N-ビニル-2-ピペリドン、N-フェニル-2-ピペリドン等のN-置換ピペリドン；N-メチル-ε-カプロラクタム、N-フェニル-ε-カプロラクタム、N-メチル-ω-ラウロラクタム、N-ビニル-ω-ラウロラクタム、N-メチル-β-プロピオラクタム、N-フェニル-β-プロピオラクタム等のN-置換ラクタム類；その他、N，N-ビス-(2，3-エポキシプロポキシ)-アニリン、4，4-メチレン-ビス-(N，N-グリシジルアニリン)、トリス-(2，3-エポキシプロピル)-1，3，5-トリアジン-2，4，6-トリオン類、N，N-ジエチルアセトアミド、N-メチルマレイミド、N，N-ジエチル尿素、1，3-ジメチルエチレン尿素、1，3-ジビニルエチレン尿素、1，3-ジエチル-2-イミダゾリジノン、1-メチル-3-エチル-2-イミダゾリジノン、4-N，N-ジメチルアミノアセトフェン、4-N，N-ジエチルアミノアセトフェノン、1，3-ビス(ジフェニルアミノ)-2-プロパノン、1，7-ビス(メチルエチルアミノ)-4-ヘプタノン等を挙げることができる。なお、上記化合物(変性剤)による変性は公知の方法で実施可能である。なお、これらの変性BRは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0081] BRとしては、例えば、宇部興産(株)、JSR(株)、旭化成(株)、日本ゼオン(株)等の製品を使用できる。

[0082] (b) SBR

ゴム成分100質量部中のSBRの含有量は、1質量部以上、100質量部未満である。なかでも5質量部超が好ましく、15質量部超がより好まし

く、25質量部超が特に好ましい。また、65質量部未満が好ましく、55質量部未満がより好ましく、45質量部未満がさらに好ましく、35質量部未満が特に好ましい。

[0083] SBRの重量平均分子量は、例えば、10万超、200万未満である。SBRのスチレン含量は、5質量%以上、特に8質量%以上である。また、35質量%未満が好ましく、25質量%未満がより好ましく、15質量%未満がさらに好ましい。SBRのビニル結合量（1，2-結合ブタジエン単位量）は、例えば、5質量%超、70質量%未満である。一般に、スチレン含量が低くなるほど、また、ビニル結合量が低くなるほど、ゴム組成物のガラス転位点温度 T_g が低くなるため、低スチレン含量、低ビニル結合量であることが好ましい。なお、SBRの構造同定（スチレン含量、ビニル結合量の測定）は、例えば、日本電子（株）製JNM-ECAシリーズの装置を用いて行うことができる。

[0084] SBRとしては特に限定されず、例えば、乳化重合スチレンブタジエンゴム（E-SBR）、溶液重合スチレンブタジエンゴム（S-SBR）等を使用できる。SBRは、非変性SBR、変性SBRのいずれであってもよい。

[0085] 変性SBRとしては、シリカ等の充填剤と相互作用する官能基を有するSBRであればよく、例えば、SBRの少なくとも一方の末端を、上記官能基を有する化合物（変性剤）で変性された末端変性SBR（末端に上記官能基を有する末端変性SBR）や、主鎖に上記官能基を有する主鎖変性SBRや、主鎖および末端に上記官能基を有する主鎖末端変性SBR（例えば、主鎖に上記官能基を有し、少なくとも一方の末端を上記変性剤で変性された主鎖末端変性SBR）や、分子中に2個以上のエポキシ基を有する多官能化合物により変性（カップリング）され、水酸基やエポキシ基が導入された末端変性SBR等が挙げられる。

[0086] 上記官能基としては、例えば、アミノ基、アミド基、シリル基、アルコキシシリル基、イソシアネート基、イミノ基、イミダゾール基、ウレア基、エーテル基、カルボニル基、オキシカルボニル基、メルカプト基、スルフィド

基、ジスルフィド基、スルホニル基、スルフィニル基、チオカルボニル基、アンモニウム基、イミド基、ヒドラゾ基、アゾ基、ジアゾ基、カルボキシル基、ニトリル基、ピリジル基、アルコキシ基、水酸基、オキシ基、エポキシ基等が挙げられる。なお、これらの官能基は、置換基を有していてもよい。

[0087] また、変性SBRとして、例えば、前記化合物（変性剤）により変性されたSBRを使用できる。

[0088] SBRとしては、例えば、住友化学（株）、JSR（株）、旭化成（株）、日本ゼオン（株）等により製造・販売されているSBRを使用できる。なお、SBRは、単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0089] (c) イソプレン系ゴム

ゴム成分100質量部中のイソプレン系ゴムの含有量（合計含有量）は、1質量部以上、100質量部未満である。なかでも5質量部超が好ましく、15質量部超がより好ましい。また、55質量部未満が好ましく、45質量部未満がより好ましく、35質量部未満がさらに好ましく、25質量部未満が特に好ましい。イソプレン系ゴムとしては、天然ゴム（NR）、イソプレンゴム（IR）、改質NR、変性NR、変性IR等が挙げられる。

[0090] NRとしては、例えば、SIR20、RSS#3、TSR20等、タイヤ工業において一般的なものを使用できる。IRとしては、特に限定されず、例えば、IR2200等、タイヤ工業において一般的なものを使用できる。改質NRとしては、脱タンパク質天然ゴム（DPNR）、高純度天然ゴム（UPNR）等、変性NRとしては、エポキシ化天然ゴム（ENR）、水素添加天然ゴム（HNR）、グラフト化天然ゴム等、変性IRとしては、エポキシ化イソプレンゴム、水素添加イソプレンゴム、グラフト化イソプレンゴム等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0091] (d) その他のゴム成分

また、その他のゴム成分として、ニトリルゴム（NBR）などのタイヤの

製造に一般的に用いられるゴム（ポリマー）を含んでもよい。

[0092] (2) ゴム成分以外の配合材料

(a) 充填剤

本実施の形態において、ゴム組成物は、充填剤を含有することが好ましい。具体的な充填剤としては、例えば、シリカ、カーボンブラック、炭酸カルシウム、タルク、アルミナ、クレー、水酸化アルミニウム、マイカなどが挙げられ、この内でも、シリカやカーボンブラックが、補強剤として好ましく使用できる。なお、シリカを使用する場合には、シランカップリング剤と併用することが好ましい。

[0093] (イ) シリカ

ゴム組成物は、シリカを含むことが好ましい。前記シリカのBET比表面積は、良好な耐久性能が得られる観点から $140\text{ m}^2/\text{g}$ 超が好ましく、 $160\text{ m}^2/\text{g}$ 超がより好ましい。一方、良好な高速走行時の転がり抵抗性を得られる観点からは $250\text{ m}^2/\text{g}$ 未満が好ましく、 $220\text{ m}^2/\text{g}$ 未満であることがより好ましい。なお、上記したBET比表面積は、ASTM D3037-93に準じてBET法で測定される N_2SA の値である。

[0094] 充填補強剤としてシリカを用いる場合、ゴム成分100質量部に対するシリカの含有量は、良好な耐久性能を得る観点から60質量部超が好ましく、70質量部超がより好ましい。一方、200質量部以下が好ましく、150質量部以下がより好ましく、130質量部以下がさらに好ましい。

[0095] シリカとしては、例えば、乾式法シリカ（無水シリカ）、湿式法シリカ（含水シリカ）などが挙げられる。なかでも、シラノール基が多いという理由から、湿式法シリカが好ましい。

[0096] シリカとしては、例えば、デグッサ社、ローディア社、東ソー・シリカ（株）、ソルベイジャパン（株）、（株）トクヤマ等の製品を使用できる。

[0097] (ロ) シランカップリング剤

ゴム組成物は、シリカと共にシランカップリング剤を含むことが好ましい。シランカップリング剤としては、特に限定されず、例えば、ビス（3-オ

リエトキシシリルプロピル) テトラスルフィド、ビス (2-トリエトキシシリルエチル) テトラスルフィド、ビス (4-トリエトキシシリルブチル) テトラスルフィド、ビス (3-トリメトキシシリルプロピル) テトラスルフィド、ビス (2-トリメトキシシリルエチル) テトラスルフィド、ビス (2-トリエトキシシリルエチル) トリスルフィド、ビス (4-トリメトキシシリルブチル) トリスルフィド、ビス (3-トリエトキシシリルプロピル) ジスルフィド、ビス (2-トリエトキシシリルエチル) ジスルフィド、ビス (4-トリエトキシシリルブチル) ジスルフィド、ビス (3-トリメトキシシリルプロピル) ジスルフィド、ビス (2-トリメトキシシリルエチル) ジスルフィド、ビス (4-トリメトキシシリルブチル) ジスルフィド、3-トリメトキシシリルプロピル-N, N-ジメチルチオカルバモイルテトラスルフィド、2-トリエトキシシリルエチル-N, N-ジメチルチオカルバモイルテトラスルフィド、3-トリエトキシシリルプロピルメタクリレートモノスルフィド、などのスルフィド系、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、2-メルカプトエチルトリエトキシシラン、Momentive社製のNXT、NXT-Zなどのメルカプト系、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシランなどのビニル系、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシランなどのアミノ系、 γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシランなどのグリシドキシ系、3-ニトロプロピルトリメトキシシラン、3-ニトロプロピルトリエトキシシランなどのニトロ系、3-クロロプロピルトリメトキシシラン、3-クロロプロピルトリエトキシシランなどのクロロ系などがあげられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0098] シランカップリング剤としては、例えば、デグッサ社、Momentive社、信越シリコーン(株)、東京化成工業(株)、アヅマックス(株)、東レ・ダウコーニング(株)等の製品を使用できる。

[0099] シランカップリング剤の含有量は、シリカ100質量部に対して、例えば

、3質量部超、25質量部未満である。

[0100] (ハ) カーボンブラック

ゴム組成物は、カーボンブラックを含むことが好ましい。カーボンブラックの含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、1質量部超、200質量部未満である。

[0101] カーボンブラックとしては特に限定されず、SAF、ISAF、HAF、MAF、FEF、SRF、GPF、APF、FF、CF、SCFおよびECFのようなファーネスブラック（ファーネスカーボンブラック）；アセチレンブラック（アセチレンカーボンブラック）；FTおよびMTのようなサーマルブラック（サーマルカーボンブラック）；EPC、MPCおよびCCのようなチャンネルブラック（チャンネルカーボンブラック）；グラファイトなどをあげることができる。これらは、1種を単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0102] カーボンブラックの窒素吸着比表面積（ N_2SA ）は、例えば $30m^2/g$ 超、 $250m^2/g$ 未満である。カーボンブラックのジブチルフタレート（DBP）吸収量は、例えば $50ml/100g$ 超、 $250ml/100g$ 未満である。なお、カーボンブラックの窒素吸着比表面積は、ASTM D4820-93に従って測定され、DBP吸収量は、ASTM D2414-93に従って測定される。

[0103] 具体的なカーボンブラックとしては特に限定されず、N134、N110、N220、N234、N219、N339、N330、N326、N351、N550、N762等が挙げられる。市販品としては、例えば、旭カーボン（株）、キャボットジャパン（株）、東海カーボン（株）、三菱化学（株）、ライオン（株）、新日化カーボン（株）、コロンビアカーボン社等の製品を使用できる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0104] (ニ) その他の充填剤

ゴム組成物には、上記したカーボンブラック、シリカの他に、タイヤ工業

において一般的に用いられている、例えば、炭酸カルシウム、タルク、アルミナ、クレー、水酸化アルミニウム、マイカ等の充填剤をさらに含有してもよい。これらの含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.1質量部超、200質量部未満である。

[0105] (b) 軟化剤

ゴム組成物は、オイル（伸展油を含む）や液状ゴム等を軟化剤として含んでもよい。これらの合計含有量は、ゴム成分100質量部に対して5質量部超が好ましく、10質量部超がより好ましい。一方、70質量部未満が好ましく、50質量部未満がより好ましく、30質量部未満がさらに好ましい。なお、オイルの含有量には、ゴム（油展ゴム）に含まれるオイルの量も含まれる。

[0106] オイルとしては、例えば、鉱物油（一般にプロセスオイルと言われる）、植物油脂、またはその混合物が挙げられる。鉱物油（プロセスオイル）としては、例えば、パラフィン系プロセスオイル、アロマ系プロセスオイル、ナフテン系プロセスオイルなどを用いることができる。植物油脂としては、ひまし油、綿実油、あまに油、なたね油、大豆油、パーム油、やし油、落花生油、ロジン、パインオイル、パインタール、トール油、コーン油、こめ油、べに花油、ごま油、オリーブ油、ひまわり油、パーム核油、椿油、ホホバ油、マカデミアナッツ油、桐油等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0107] 具体的なプロセスオイル（鉱物油）としては、例えば、出光興産（株）、三共油化工業（株）、（株）ジャパンエナジー、オリソイ社、H&R社、豊国製油（株）、昭和シェル石油（株）、富士興産（株）等の製品を使用できる。

[0108] 軟化剤として挙げた液状ゴムとは、常温（25℃）で液体状態の重合体であり、かつ、固体ゴムと同様のモノマーを構成要素とする重合体である。液状ゴムとしては、ファルネセン系ポリマー、液状ジエン系重合体及びそれらの水素添加物等が挙げられる。

- [0109] ファルネセン系ポリマーとは、ファルネセンを重合することで得られる重合体であり、ファルネセンに基づく構成単位を有する。ファルネセンには、 α -ファルネセン（(3E, 7E)-3, 7, 11-トリメチル-1, 3, 6, 10-ドデカテトラエン）や β -ファルネセン（7, 11-ジメチル-3-メチレン-1, 6, 10-ドデカトリエン）などの異性体が存在する。
- [0110] ファルネセン系ポリマーは、ファルネセンの単独重合体（ファルネセン単独重合体）でも、ファルネセンとビニルモノマーとの共重合体（ファルネセン-ビニルモノマー共重合体）でもよい。
- [0111] 液状ジエン系重合体としては、液状スチレンブタジエン共重合体（液状SBR）、液状ブタジエン重合体（液状BR）、液状イソプレン重合体（液状IR）、液状スチレンイソプレン共重合体（液状SIR）などが挙げられる。
- [0112] 液状ジエン系重合体は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）で測定したポリスチレン換算の重量平均分子量（Mw）が、例えば、 1.0×10^3 超、 2.0×10^5 未満である。なお、本明細書において、液状ジエン系重合体のMwは、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）で測定したポリスチレン換算値である。
- [0113] 液状ゴムの含有量（液状ファルネセン系ポリマー、液状ジエン系重合体等の合計含有量）は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、1質量部超、100質量部未満である。
- [0114] 液状ゴムとしては、例えば、クラレ（株）、クレイバレー社等の製品を使用できる。
- [0115] (c) 樹脂成分
- また、ゴム組成物は、必要に応じて、樹脂成分を含有することが好ましい。樹脂成分は、常温で固体であっても、液体であってもよく、具体的な樹脂成分としては、スチレン系樹脂、クマロン系樹脂、テルペン系樹脂、C5樹脂、C9樹脂、C5C9樹脂、アクリル系樹脂等の樹脂成分が挙げられ、2種以上を併用しても良い。樹脂成分の含有量は、ゴム成分100質量部に対

して、2質量部超で、45質量部未満が好ましく、30質量部未満がより好ましい。

[0116] スチレン系樹脂は、スチレン系単量体を構成モノマーとして用いたポリマーであり、スチレン系単量体を主成分（50質量%以上）として重合させたポリマー等が挙げられる。具体的には、スチレン系単量体（スチレン、*o*-メチルスチレン、*m*-メチルスチレン、*p*-メチルスチレン、 α -メチルスチレン、*p*-メトキシスチレン、*p*-*t e r t*-ブチルスチレン、*p*-フェニルスチレン、*o*-クロロスチレン、*m*-クロロスチレン、*p*-クロロスチレン等）をそれぞれ単独で重合した単独重合体、2種以上のスチレン系単量体を共重合した共重合体の他、スチレン系単量体およびこれと共重合し得る他の単量体のコポリマーも挙げられる。

[0117] 前記他の単量体としては、アクリロニトリル、メタクリロニトリルなどのアクリロニトリル類、アクリル類、メタクリル酸などの不飽和カルボン酸類、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチルなどの不飽和カルボン酸エステル類、クロロプレン、ブタジエンイソプレンなどのジエン類、1-ブテン、1-ペンテンのようなオレフィン類；無水マレイン酸等の α 、 β -不飽和カルボン酸またはその酸無水物等が例示できる。

[0118] クマロン系樹脂としては、クマロンインデン樹脂が好ましく使用される。クマロンインデン樹脂は、樹脂の骨格（主鎖）を構成するモノマー成分として、クマロンおよびインデンを含む樹脂である。クマロン、インデン以外に骨格に含まれるモノマー成分としては、スチレン、 α -メチルスチレン、メチルインデン、ビニルトルエンなどが挙げられる。

[0119] クマロンインデン樹脂の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、1.0質量部超、50.0質量部未満である。

[0120] クマロンインデン樹脂の水酸基価（OH価）は、例えば、15mg KOH/g超、150mg KOH/g未満である。なお、OH価とは、樹脂1gをアセチル化するとき、水酸基と結合した酢酸を中和するのに要する水酸化カリウムの量をミリグラム数で表したものであり、電位差滴定法（JIS K

0070:1992)により測定した値である。

- [0121] クマロンインデン樹脂の軟化点は、例えば、30℃超、160℃未満である。なお、軟化点は、JIS K 6220-1:2001に規定される軟化点を環球式軟化点測定装置で測定し、球が降下した温度である。
- [0122] テルペン系樹脂としては、ポリテルペン、テルペンフェノール、芳香族変性テルペン樹脂などが挙げられる。ポリテルペンは、テルペン化合物を重合して得られる樹脂およびそれらの水素添加物である。テルペン化合物は、 $(C_5H_8)_n$ の組成で表される炭化水素およびその含酸素誘導体で、モノテルペン $(C_{10}H_{16})$ 、セスキテルペン $(C_{15}H_{24})$ 、ジテルペン $(C_{20}H_{32})$ などに分類されるテルペンを基本骨格とする化合物であり、例えば、 α -ピネン、 β -ピネン、ジペンテン、リモネン、ミルセン、アロオシメン、オシメン、 α -フェランドレン、 α -テルピネン、 γ -テルピネン、テルピノレン、1,8-シネオール、1,4-シネオール、 α -テルピネオール、 β -テルピネオール、 γ -テルピネオールなどが挙げられる。
- [0123] ポリテルペンとしては、上述したテルペン化合物を原料とする α -ピネン樹脂、 β -ピネン樹脂、リモネン樹脂、ジペンテン樹脂、 β -ピネン/リモネン樹脂などのテルペン樹脂の他、該テルペン樹脂に水素添加処理した水素添加テルペン樹脂も挙げられる。テルペンフェノールとしては、上記テルペン化合物とフェノール系化合物とを共重合した樹脂、および該樹脂に水素添加処理した樹脂が挙げられ、具体的には、上記テルペン化合物、フェノール系化合物およびホルマリンを縮合させた樹脂が挙げられる。なお、フェノール系化合物としては、例えば、フェノール、ビスフェノールA、クレゾール、キシレノールなどが挙げられる。芳香族変性テルペン樹脂としては、テルペン樹脂を芳香族化合物で変性して得られる樹脂、および該樹脂に水素添加処理した樹脂が挙げられる。なお、芳香族化合物としては、芳香環を有する化合物であれば特に限定されないが、例えば、フェノール、アルキルフェノール、アルコキシフェノール、不飽和炭化水素基含有フェノールなどのフェノール化合物；ナフトール、アルキルナフトール、アルコキシナフトール、

不飽和炭化水素基含有ナフトールなどのナフトール化合物；スチレン、アルキルスチレン、アルコキシスチレン、不飽和炭化水素基含有スチレンなどのスチレン誘導体；クマロン、インデンなどが挙げられる。

[0124] 「C5樹脂」とは、C5留分を重合することにより得られる樹脂をいう。C5留分としては、例えば、シクロペンタジエン、ペンテン、ペンタジエン、イソプレン等の炭素数4～5個相当の石油留分が挙げられる。C5系石油樹脂としては、ジシクロペンタジエン樹脂（DCPD樹脂）が好適に用いられる。

[0125] 「C9樹脂」とは、C9留分を重合することにより得られる樹脂をいい、それらを水素添加したものや変性したものであってもよい。C9留分としては、例えば、ビニルトルエン、アルキルスチレン、インデン、メチルインデン等の炭素数8～10個相当の石油留分が挙げられる。具体例としては、例えば、クマロンインデン樹脂、クマロン樹脂、インデン樹脂、および芳香族ビニル系樹脂が好適に用いられる。芳香族ビニル系樹脂としては、経済的で、加工しやすく、発熱性に優れているという理由から、 α -メチルスチレンもしくはスチレンの単独重合体または α -メチルスチレンとスチレンとの共重合体が好ましく、 α -メチルスチレンとスチレンとの共重合体がより好ましい。芳香族ビニル系樹脂としては、例えば、クレイトン社、イーストマンケミカル社等より市販されているものを使用することができる。

[0126] 「C5C9樹脂」とは、前記C5留分と前記C9留分を共重合することにより得られる樹脂をいい、それらを水素添加したものや変性したものであってもよい。C5留分およびC9留分としては、前記の石油留分が挙げられる。C5C9樹脂としては、例えば、東ソー（株）、LUHUA社等より市販されているものを使用することができる。

[0127] アクリル系樹脂としては特に限定されないが、例えば、無溶剤型アクリル系樹脂を使用できる。

[0128] 無溶剤型アクリル系樹脂は、副原料となる重合開始剤、連鎖移動剤、有機溶媒などを極力使用せずに、高温連続重合法（高温連続塊重合法）（米国特

許第4, 414, 370号明細書、特開昭59-6207号公報、特公平5-58005号公報、特開平1-313522号公報、米国特許第5, 010, 166号明細書、東亜合成研究年報TREND2000第3号p42-45等に記載の方法)により合成された(メタ)アクリル系樹脂(重合体)が挙げられる。なお、本発明において、(メタ)アクリルは、メタクリルおよびアクリルを意味する。

[0129] 上記アクリル系樹脂を構成するモノマー成分としては、例えば、(メタ)アクリル酸や、(メタ)アクリル酸エステル(アルキルエステル、アリールエステル、アラルキルエステルなど)、(メタ)アクリルアミド、および(メタ)アクリルアミド誘導体などの(メタ)アクリル酸誘導体が挙げられる。

[0130] また、上記アクリル系樹脂を構成するモノマー成分として、(メタ)アクリル酸や(メタ)アクリル酸誘導体と共に、スチレン、 α -メチルスチレン、ビニルトルエン、ビニルナフタレン、ジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ジビニルナフタレンなどの芳香族ビニルを使用してもよい。

[0131] 上記アクリル系樹脂は、(メタ)アクリル成分のみで構成される樹脂であっても、(メタ)アクリル成分以外の成分をも構成要素とする樹脂であっても良い。また、上記アクリル系樹脂は、水酸基、カルボキシル基、シラノール基等を有してよい。

[0132] 樹脂成分としては、例えば、丸善石油化学(株)、住友ベークライト(株)、ヤスハラケミカル(株)、東ソー(株)、Rutgers Chemicals社、BASF社、アリゾナケミカル社、日塗化学(株)、(株)日本触媒、JXエネルギー(株)、荒川化学工業(株)、田岡化学工業(株)等の製品を使用できる。

[0133] (d) 老化防止剤

ゴム組成物は、老化防止剤を含むことが好ましい。老化防止剤の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、1質量部超、10質量部未満である。

[0134] 老化防止剤としては、例えば、フェニル- α -ナフチルアミン等のナフチルアミン系老化防止剤；オクチル化ジフェニルアミン、4, 4'-ビス(α , α' -ジメチルベンジル)ジフェニルアミン等のジフェニルアミン系老化防止剤；N-イソプロピル-N'-フェニル-p-フェニレンジアミン、N-(1, 3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-p-フェニレンジアミン、N, N'-ジ-2-ナフチル-p-フェニレンジアミン等のp-フェニレンジアミン系老化防止剤；2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの重合体等のキノリン系老化防止剤；2, 6-ジ-t-ブチル-4-メチルフェノール、スチレン化フェノール等のモノフェノール系老化防止剤；テトラキス-[メチレン-3-(3', 5'-ジ-t-ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン等のビス、トリス、ポリフェノール系老化防止剤などが挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種類以上を組み合わせて用いてもよい。

[0135] なお、老化防止剤としては、例えば、精工化学(株)、住友化学(株)、大内新興化学工業(株)、フレクシス社等の製品を使用できる。

[0136] (e) ステアリン酸

ゴム組成物は、ステアリン酸を含んでもよい。ステアリン酸の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.5質量部超、10.0質量部未満である。ステアリン酸としては、従来公知のものを使用でき、例えば、日油(株)、NOF社、花王(株)、富士フイルム和光純薬(株)、千葉脂肪酸(株)等の製品を使用できる。

[0137] (f) 酸化亜鉛

ゴム組成物は、酸化亜鉛を含んでもよい。酸化亜鉛の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.5質量部超、10質量部未満である。酸化亜鉛としては、従来公知のものを使用でき、例えば、三井金属鉱業(株)、東邦亜鉛(株)、ハクスイテック(株)、正同化学工業(株)、堺化学工業(株)等の製品を使用できる。

[0138] (g) ワックス

各ゴム組成物においては、ワックスを含むことが好ましい。ワックスの含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.5~20質量部、好ましくは1.5~15質量部、より好ましくは3.0~10.0質量部である。

[0139] ワックスとしては、特に限定されず、パラフィンワックス、マイクロクリスタリンワックス等の石油系ワックス；植物系ワックス、動物系ワックス等の天然系ワックス；エチレン、プロピレン等の重合物等の合成ワックスなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0140] なお、ワックスとしては、例えば、大内新興化学工業（株）、日本精蠟（株）、精工化学（株）等の製品を使用できる。

[0141] (h) 架橋剤および加硫促進剤

ゴム組成物は、硫黄等の架橋剤を含むことが好ましい。架橋剤の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.1質量部超、10.0質量部未満である。

[0142] 硫黄としては、ゴム工業において一般的に用いられる粉末硫黄、沈降硫黄、コロイド硫黄、不溶性硫黄、高分散性硫黄、可溶性硫黄などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0143] なお、硫黄としては、例えば、鶴見化学工業（株）、軽井沢硫黄（株）、四国化成工業（株）、フレクシス社、日本乾溜工業（株）、細井化学工業（株）等の製品を使用できる。

[0144] 硫黄以外の架橋剤としては、例えば、田岡化学工業（株）製のタッキロールV200、フレクシス社製のDURALINK HTS（1,6-ヘキサメチレンジチオ硫酸ナトリウム・二水和物）、ランクセス社製のKA9188（1,6-ビス（N,N'-ジベンジルチオカルバモイルジチオ）ヘキササン）等の硫黄原子を含む加硫剤や、ジクミルパーオキサイド等の有機過酸化物等が挙げられる。

[0145] ゴム組成物は、加硫促進剤を含むことが好ましい。加硫促進剤の含有量は

、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.3質量部超、10.0質量部未満である。

[0146] 加硫促進剤としては、2-メルカプトベンゾチアゾール、ジ-2-ベンゾチアゾリルジスルフィド、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド等のチアゾール系加硫促進剤；テトラメチルチウラムジスルフィド（TMTD）、テトラベンジルチウラムジスルフィド（TBzTD）、テトラキス（2-エチルヘキシル）チウラムジスルフィド（TOT-N）等のチウラム系加硫促進剤；N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-オキシエチレン-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N-オキシエチレン-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド、N,N'-ジイソプロピル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド等のスルフェンアミド系加硫促進剤；ジフェニルグアニジン、ジオルトトリルグアニジン、オルトトリルビグアニジン等のグアニジン系加硫促進剤を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0147] (i) その他

ゴム組成物には、前記成分の他、タイヤ工業において一般的に用いられている添加剤、例えば、脂肪酸金属塩、カルボン酸金属塩、有機過酸化物等を更に配合してもよい。これらの添加剤の含有量は、ゴム成分100質量部に対して、例えば、0.1質量部超、200質量部未満である。

[0148] 2. トレッドゴム組成物の作製

前記ゴム組成物は、一般的な方法、例えば、ゴム成分とシリカやカーボンブラック等のフィラーとを混練するベース練り工程と、前記ベース練り工程で得られた混練物と架橋剤とを混練する仕上げ練り工程とを含む製造方法により作製される。

[0149] 混練は、例えば、バンバリーミキサー、ニーダー、オープンロールなどの公知の（密閉式）混練機を用いて行うことができる。

[0150] ベース練り工程の混練温度は、例えば、50℃超、200℃未満であり、

混練時間は、例えば、30秒超、30分未満である。ベース練り工程では、上記成分以外にも、従来ゴム工業で使用される配合剤、例えば、オイル等の軟化剤、ステアリン酸、酸化亜鉛、老化防止剤、ワックス、加硫促進剤などを必要に応じて適宜添加、混練してもよい。

[0151] 仕上げ練り工程では、前記ベース練り工程で得られた混練物と架橋剤とが混練される。仕上げ練り工程の混練温度は、例えば、室温超、80℃未満であり、混練時間は、例えば、1分超、15分未満である。仕上げ練り工程では、上記成分以外にも、加硫促進剤、酸化亜鉛等を必要に応じて適宜添加、混練してもよい。

[0152] 3. タイヤの製造

本発明のタイヤは、前記仕上げ練り工程を経て得られた未加硫ゴム組成物を用いて通常の方法で製造される。すなわち、未加硫ゴム組成物を、トレッドの形状にあわせて押出し加工し、他のタイヤ部材と共に、タイヤ成型機上にて通常の方法で成形することにより、まず、未加硫タイヤを作製する。

[0153] 具体的には、成形ドラム上に、タイヤの気密保持性を確保するための部材としてのインナーライナー、タイヤの受ける荷重、衝撃、充填空気圧に耐える部材としてのカーカス、カーカスを強く締付けトレッドの剛性を高める部材としてのベルトなどを巻回し、両側縁部にカーカスの両端を固定すると共に、タイヤをリムに固定させるための部材としてのビード部を配置して、トロイド状に成形した後、外周の中央部にトレッド、径方向外側にサイドウォール部を貼り合わせることで、未加硫タイヤを作製する。

[0154] なお、本実施の形態においては、ベルトとして、タイヤ周方向に対して、15°～30°の角度で傾斜して延びる傾斜ベルト層を設けることが好ましく、これにより、タイヤの耐久性を確保すると共に、トレッドの剛性を十分に維持することができる。また、周方向に拘束することができるため、外径の成長を抑え易くなる。

[0155] その後、作製された未加硫タイヤを加硫機中で加熱加圧することによりタイヤを得る。加硫工程は、公知の加硫手段を適用することで実施できる。加

硫温度としては、例えば、120℃超、200℃未満であり、加硫時間は、例えば、5分超、15分未満である。

[0156] このとき、前記タイヤは、トレッド部が、周方向に連続して延びる周方向溝によって、複数のリブ状陸部が形成されて、トレッド部の接地面を赤道面で区分したときの一方の接地面積を S_a 、他方を S_b としたとき、 $S_a > S_b$ となるように形成されると共に、正規リムに組み込み、内圧を250KPaとした際、上記した（式1）および（式2）を満足する形状に成形される。

[0157] なお、上記（式1）および（式2）を満足し得る具体的なタイヤとしては、145/60R18、145/60R19、155/55R18、155/55R19、155/70R17、155/70R19、165/55R20、165/55R21、165/60R19、165/65R19、165/70R18、175/55R19、175/55R20、175/55R22、175/60R18、185/55R19、185/60R20、195/50R20、195/55R20等のサイズ表記のタイヤが挙げられる。

[0158] 本実施の形態においては、（式1）および（式2）を満足し得るタイヤの内でも、乗用車用空気入りタイヤに適用することが好ましく、これらの各式を満足することにより、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減されるだけでなく、低速時と高速時でのハンドリング性の変化および耐久性が十分に改善された空気入りタイヤを提供するという本発明における課題の解決に対して、より好適に貢献することができる。

実施例

[0159] 以下、実施例により、本発明についてさらに具体的に説明する。

[0160] [実験1]

本実験においては、175サイズのタイヤを作製し、評価した。

[0161] 1. トレッド用ゴム組成物の製造

最初に、トレッド用ゴム組成物の製造を行った。

[0162] (1) 配合材料

まず、以下に示す各配合材料を準備した。

[0163] (a) ゴム成分

(イ) NR : TSR 20

(ロ) SBR : 次段落に記載の方法に従って作製された変性溶液重合SBR
(スチレン含量 : 10質量%、ビニル結合量 : 20質量%、Mw : 25万

)

(ハ) BR : 宇部興産(株)製のBR150

[0164] 上記SBRは、以下に示す手順に従って作製した。まず、窒素置換されたオートクレーブ反応器に、シクロヘキサン、テトラヒドロフラン、スチレン、および1,3-ブタジエンを仕込んだ。反応器の内容物の温度を20℃に調整した後、n-ブチルリチウムを添加して重合を開始した。断熱条件で重合し、最高温度は85℃に達した。重合転化率が99%に達した時点で1,3-ブタジエンを追加し、さらに5分重合させた後、N,N-ビス(トリメチルシリル)-3-アミノプロピルトリエトキシシランを変性剤として加えて反応を行った。重合反応終了後、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾールを添加した。次いで、スチームストリッピングにより脱溶媒を行い、110℃に調温された熱ロールにより乾燥してSBRを得た。

[0165] (b) ゴム成分以外の配合材料

(イ) カーボンブラック : 三菱化学(株)製のダイヤブラックN220

(ロ) シリカ : エボニック社製のウルトラシルVN3

(BET比表面積 : 165 m²/g)

(ハ) シランカップリング剤 : デグサ社製のSi266

(ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)ジスルフィド)

(ニ) オイル : (株)ジャパンエナジー製のプロセスX-140

(ホ) 老化防止剤 : アリゾナケミカル社製のSA85

(α-メチルスチレン系樹脂)

(ヘ) 酸化亜鉛 : 三井金属鉱業社製の亜鉛華1号

- (ト) ステアリン酸：日油（株）製のステアリン酸「椿」
- (チ) ワックス：大内新興化学（株）製のサンノックワックス
- (リ) 老化防止剤－１：大内新興化学工業（株）製のノクラック 6C
(N-フェニル-N'-(1,3-ジメチルブチル)-p-フェニレンジアミン)
- (ヌ) 架橋剤および加硫促進剤
- 硫黄：鶴見化学工業（株）製の粉末硫黄
- 加硫促進剤－１：大内新興化学工業（株）製のノクセラ－ CZ-G (CBS)
(N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド)
- 加硫促進剤－２：大内新興化学工業（株）製のノクセラ－ D (DPG)
(1,3-ジフェニルグアニジン)

[0166] (2) ゴム組成物の製造

表1および表2に示す各配合内容に従い、バンバリーミキサーを用いて、硫黄および加硫促進剤以外の材料を150℃の条件下で5分間混練りして、混練物を得た。なお、各配合量は、質量部である。

[0167] 2. タイヤの製造

次に、得られた混練物に、硫黄および加硫促進剤を添加し、オープンロールを用いて、80℃の条件下で5分間練り込み、トレッドゴム組成物を得た。得られたトレッドゴム組成物を用いてトレッドを成形し、他のタイヤ部材と共に貼り合わせて未加硫タイヤを形成し、170℃の条件下で10分間プレス加硫して、サイズが175タイプの各試験用タイヤ（実施例1-1～実施例1-5および比較例1-1～比較例1-5）を製造した。

[0168] なお、各試験用タイヤにおいて、前記した(L_{80}/L_0)は0.5、周方向溝の断面積の合計はトレッド部の断面積の22%とし、溝幅/溝深さが0.65の横溝を含んでいる横溝の容積の合計はトレッド部の体積の3.5%とした。

[0169] 3. パラメータの算出

その後、各試験用タイヤの外径 D_t (mm)、断面幅 W_t (mm)、断面高さ H_t (mm)、 S_b/S_a 、扁平率 (%) を求めるとともに、仮想体積 V (mm^3) を求めた。併せて、各試験用タイヤのトレッド部のゴム層から、タイヤ周方向が長辺となるように、長さ 20mm ×幅 4mm ×厚さ 2mm で切り出して粘弾性測定用ゴム試験片を作製した。各ゴム試験片について、GA B O社製のイプレクサーシリーズを用いて、 15°C 、周波数 10Hz 、初期歪 5% 、動歪 1% の条件下で $\tan\delta$ ($15^\circ\text{C}\tan\delta$) を測定した。なお、サンプルの厚み方向はタイヤ半径方向とした。結果を、表1および表2に示す。

[0170] なお、 S_a および S_b については、次のようにして求めることができる。即ち、タイヤを正規リムに組み付け、正規内圧を加え、トレッド表面に墨を塗り、正規荷重を負荷して厚紙に押しつけて (キャンバー角は 0°)、紙に転写させる。具体的には、タイヤを周方向に 7.2° ずつ回転させて、5つの厚紙を用いて、5か所でそれぞれ転写させて転写像を得る。これによって、タイヤ全周にわたる接地面の形状が得られたとみなすことができる。

[0171] そして、5つの厚紙の転写像について、赤道面で区分したときの一方の接地面 (溝やサイプ等を除いた部分、すなわち墨の部分) の面積を合計することで S_a が得られ、他方の接地面 (溝やサイプ等を除いた部分、すなわち墨の部分) の面積を合計することで S_b が得られる。

[0172] そして、 $(D_t - 2 \times H_t)$ 、 $(D_t^2 \times \pi / 4) / W_t$ 、 $(V + 1.5 \times 10^7) / W_t$ 、 $(V + 2.0 \times 10^7) / W_t$ 、 $(V + 2.5 \times 10^7) / W_t$ 、 $15^\circ\text{C}\tan\delta \times W_t$ を求めた。結果を、表1および表2に示す。

[0173] 4. 性能評価試験

(1) ハンドリング性能の評価

各試験用タイヤを車輛 (国産のFF車、排気量 2000cc) の全輪に装着させて、内圧が 250kPa となるように空気を充填した後、乾燥路面のテストコース上を、 40km/h および 120km/h で走行し、ハンドリ

ング性の変化を、1（大幅な変化を感じる）から5（殆ど変化を感じない）までの5段階で、ドライバーが官能にて評価した。そして、20人のドライバーによる評価の合計点を算出した。

[0174] 次いで、比較例1-5における結果を100として、下式に基づいて指数化し、ハンドリング性能の評価とした。数値が大きいほど、ハンドリング性能が優れていることを示す。

$$\text{ハンドリング性能} = [(\text{試験用タイヤの結果}) / (\text{比較例1-5の結果})] \times 100$$

[0175] (2) 耐久性能の評価

各試験用タイヤを車輛（国産のFF車、排気量2000cc）の全輪に装着させて、内圧が250kPaとなるように空気を充填した後、過積載状態にて、乾燥路面のテストコース上を、50km/hの速度で10周走行し、80km/hの速度で路面に設けた凹凸に乗り上げる動きを繰り返し行った。そして、再度、50km/hの速度で周回を行い、その後、速度を徐々に上げて、ドライバーが異変を感じた時点における速度を計測した。

[0176] 次いで、比較例1-5における結果を100として、下式に基づいて指数化し、耐久性能を相対的に評価した。数値が大きいほど、耐久性が優れていることを示す。

$$\text{耐久性} = [(\text{試験用タイヤの計測結果}) / (\text{比較例1-5の計測結果})] \times 100$$

[0177] (3) 総合評価

上記(1)、(2)の評価結果を合計して、総合評価とした。

[0178] (4) 評価結果

各評価の結果を、表1および表2に示す。

[0179]

[表1]

| | 実施例1-1 | 実施例1-2 | 実施例1-3 | 実施例1-4 | 実施例1-5 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 175/40R21 | 175/40R21 | 175/40R21 | 175/50R20 | 175/60R19 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 120 | 100 | 80 | 120 | 120 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 60 | 30 | 5 | 60 | 60 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| 15°C t a n δ | 0.19 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.19 |
| S b / S a | 0.91 | 0.82 | 0.68 | 0.91 | 0.91 |
| D t (mm) | 672 | 673 | 674 | 684 | 693 |
| V (mm ³) | 23225099 | 23279803 | 23332669 | 29988186 | 34384955 |
| W t (mm) | 177 | 176 | 175 | 182 | 177 |
| H t (mm) | 69 | 70 | 70 | 88 | 105 |
| D t - 2 × H t (mm) | 533 | 533 | 533 | 508 | 483 |
| (D t ² × π / 4) / W t | 2004 | 2021 | 2039 | 2019 | 2131 |
| (V + 1.5 × 10 ⁷) / W t | 215961 | 217499 | 219044 | 247188 | 279011 |
| (V + 2.0 × 10 ⁷) / W t | 244210 | 245908 | 247615 | 274660 | 307260 |
| (V + 2.5 × 10 ⁷) / W t | 272458 | 274317 | 276187 | 302133 | 335508 |
| 扁平率 (%) | 39 | 40 | 40 | 48 | 59 |
| 15°C t a n δ × W t | 33.63 | 28.16 | 22.75 | 34.58 | 33.63 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 112 | 115 | 119 | 113 | 117 |
| 耐久性能 | 117 | 121 | 127 | 114 | 111 |
| 総合評価 | 229 | 236 | 246 | 227 | 228 |

[0180]

[表2]

| | 比較例1-1 | 比較例1-2 | 比較例1-3 | 比較例1-4 | 比較例1-5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 175/80R14 | 175/60R19 | 175/80R14 | 175/80R14 | 175/80R14 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 150 | 150 | 120 | 100 | 80 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 110 | 110 | 60 | 30 | 5 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| $15^{\circ}\text{C t a n } \delta$ | 0.26 | 0.26 | 0.19 | 0.16 | 0.13 |
| S b / S a | 1 | 1 | 0.91 | 0.82 | 0.68 |
| D t (mm) | 636 | 693 | 635 | 637 | 636 |
| V (mm ³) | 38652508 | 34384955 | 38041064 | 38610099 | 38870883 |
| W t (mm) | 177 | 177 | 175 | 176 | 178 |
| H t (mm) | 140 | 105 | 140 | 141 | 140 |
| D t - 2 × H t (mm) | 356 | 483 | 356 | 356 | 356 |
| $(D t^2 \times \pi / 4) / W t$ | 1795 | 2131 | 1810 | 1811 | 1785 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / W t$ | 303122 | 279011 | 303092 | 304603 | 302645 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / W t$ | 331370 | 307260 | 331663 | 333012 | 330735 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / W t$ | 359619 | 335508 | 360235 | 361421 | 358825 |
| 扁平率 (%) | 79 | 59 | 80 | 80 | 79 |
| $15^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$ | 46.02 | 46.02 | 33.25 | 28.16 | 23.14 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 91 | 97 | 95 | 98 | 100 |
| 耐久性能 | 90 | 95 | 97 | 98 | 100 |
| 総合評価 | 181 | 192 | 192 | 196 | 200 |

[0181] [実験2]

本実験においては、195サイズのタイヤを作製し、評価した。

[0182] 実験1と同様にして、表3および表4に示す実施例2-1～実施例2-5

および比較例 2-1～比較例 2-5 の各試験用タイヤを製造した後、同様に、各パラメータを求めた。そして、同様に、性能評価試験を行い評価した。なお、本実験においては、比較例 2-5 における結果を 100 として、評価を行った。各評価の結果を、表 3 および表 4 に示す。

[0183]

[表3]

| | 実施例2-1 | 実施例2-2 | 実施例2-3 | 実施例2-4 | 実施例2-5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 195/40R20 | 195/40R20 | 195/40R20 | 195/50R19 | 195/60R18 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 120 | 100 | 80 | 120 | 120 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 60 | 30 | 5 | 60 | 60 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| $15^{\circ}\text{C t a n } \delta$ | 0.19 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.19 |
| $S b / S a$ | 0.91 | 0.82 | 0.68 | 0.91 | 0.91 |
| D t (mm) | 664 | 664 | 664 | 679 | 691 |
| V (mm ³) | 28719183 | 28719183 | 28719183 | 36015050 | 42378735 |
| W t (mm) | 200 | 200 | 200 | 201 | 201 |
| $(D t^2 \times \pi / 4) / W t$ | 1731 | 1731 | 1731 | 1801 | 1866 |
| H t (mm) | 78 | 78 | 78 | 98 | 117 |
| $D t - 2 \times H t$ (mm) | 508 | 508 | 508 | 483 | 457 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / W t$ | 218596 | 218596 | 218596 | 253806 | 285466 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / W t$ | 243596 | 243596 | 243596 | 278682 | 310342 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / W t$ | 268596 | 268596 | 268596 | 303557 | 335218 |
| 扁平率 (%) | 39 | 39 | 39 | 49 | 58 |
| $15^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$ | 38.00 | 32.00 | 26.00 | 38.19 | 38 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 109 | 111 | 115 | 110 | 113 |
| 耐久性能 | 116 | 117 | 121 | 109 | 106 |
| 総合評価 | 225 | 228 | 236 | 219 | 219 |

[0184]

[表4]

| | 比較例2-1 | 比較例2-2 | 比較例2-3 | 比較例2-4 | 比較例2-5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 175/80R14 | 175/60R19 | 175/80R14 | 175/80R14 | 175/80R14 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 150 | 150 | 120 | 100 | 80 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 110 | 110 | 60 | 30 | 5 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| $1.5^{\circ}\text{C t a n } \delta$ | 0.26 | 0.26 | 0.19 | 0.16 | 0.13 |
| S b / S a | 1 | 1 | 0.91 | 0.82 | 0.68 |
| D t (mm) | 686 | 664 | 686 | 686 | 686 |
| V (mm ³) | 44856521 | 28719183 | 44856521 | 44856521 | 44856521 |
| W t (mm) | 201 | 200 | 201 | 201 | 201 |
| $(D t^2 \times \pi / 4) / W t$ | 1839 | 1731 | 1839 | 1839 | 1839 |
| H t (mm) | 127 | 78 | 127 | 127 | 127 |
| D t - 2 × H t (mm) | 432 | 508 | 432 | 432 | 432 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / W t$ | 297794 | 218596 | 297794 | 297794 | 297794 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / W t$ | 322669 | 243596 | 322669 | 322669 | 322669 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / W t$ | 347545 | 268596 | 347545 | 347545 | 347545 |
| 扁平率 (%) | 63 | 39 | 63 | 63 | 63 |
| $1.5^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$ | 52.26 | 52.00 | 38.19 | 32.16 | 26.13 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 91 | 97 | 96 | 98 | 100 |
| 耐久性能 | 90 | 95 | 98 | 99 | 100 |
| 総合評価 | 181 | 192 | 194 | 197 | 200 |

[0185] [実験3]

本実験においては、225サイズのタイヤを作製し、評価した。

[0186] 実験1と同様にして、表5および表6に示す実施例3-1～実施例3-5

および比較例 3-1～比較例 3-5 の各試験用タイヤを製造した後、同様に、各パラメータを求めた。そして、同様に、性能評価試験を行い評価した。なお、本実験においては、比較例 3-5 における結果を 100 として、評価を行った。各評価の結果を、表 5 および表 6 に示す。

[0187] [表5]

| | 実施例3-1 | 実施例3-2 | 実施例3-3 | 実施例3-4 | 実施例3-5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 225/35R22 | 225/35R22 | 225/35R22 | 225/50R20 | 225/40R21 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 120 | 100 | 80 | 120 | 120 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 60 | 30 | 5 | 60 | 60 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| $1.5^{\circ}\text{C t a n } \delta$ | 0.19 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.19 |
| $S b / S a$ | 0.91 | 0.82 | 0.68 | 0.91 | 0.91 |
| $D t$ (mm) | 717 | 715 | 718 | 735 | 712 |
| V (mm^3) | 36459171 | 35629276 | 36878037 | 51856443 | 40005129 |
| $W t$ (mm) | 230 | 228 | 231 | 234 | 229 |
| $H t$ (mm) | 79 | 78 | 80 | 114 | 89 |
| $D t - 2 \times H t$ (mm) | 559 | 559 | 559 | 508 | 533 |
| $(D t^2 \times \pi / 4) / W t$ | 1755 | 1761 | 1753 | 1813 | 1739 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / W t$ | 223736 | 222058 | 224580 | 285711 | 240197 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / W t$ | 245475 | 243988 | 246225 | 307079 | 262031 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / W t$ | 267214 | 265918 | 267870 | 328446 | 283865 |
| 扁平率 (%) | 34 | 34 | 34 | 49 | 39 |
| $1.5^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$ | 43.70 | 36.48 | 30.03 | 44.46 | 43.51 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 107 | 109 | 112 | 108 | 110 |
| 耐久性能 | 112 | 115 | 119 | 107 | 105 |
| 総合評価 | 219 | 224 | 231 | 215 | 215 |

[0188] [表6]

| | 比較例3-1 | 比較例3-2 | 比較例3-3 | 比較例3-4 | 比較例3-5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 225/60R20 | 225/50R20 | 225/60R20 | 225/60R20 | 225/60R20 |
| (配合) | | | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 150 | 150 | 120 | 100 | 80 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 110 | 110 | 60 | 30 | 5 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | | | |
| $1.5^{\circ}\text{Ctan}\delta$ | 0.26 | 0.26 | 0.19 | 0.16 | 0.13 |
| S_b/S_a | 1 | 1 | 0.91 | 0.82 | 0.68 |
| D t (mm) | 778 | 734 | 778 | 778 | 778 |
| V (mm ³) | 62176957 | 50925101 | 62176957 | 61904251 | 62722369 |
| W t (mm) | 228 | 231 | 228 | 227 | 230 |
| H t (mm) | 135 | 113 | 135 | 135 | 135 |
| D t - 2 × H t (mm) | 508 | 508 | 508 | 508 | 508 |
| $(D t^2 \times \pi / 4) / W t$ | 2085 | 1832 | 2085 | 2094 | 2067 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / W t$ | 338495 | 285390 | 338495 | 338785 | 337923 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / W t$ | 360425 | 307035 | 360425 | 360812 | 359662 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / W t$ | 382355 | 328680 | 382355 | 382838 | 381402 |
| 扁平率 (%) | 59 | 49 | 59 | 59 | 59 |
| $1.5^{\circ}\text{Ctan}\delta \times W t$ | 59.28 | 60.06 | 43.32 | 36.32 | 29.90 |
| (評価結果) | | | | | |
| ハンドリング性能 | 91 | 97 | 97 | 99 | 100 |
| 耐久性能 | 90 | 95 | 98 | 99 | 100 |
| 総合評価 | 181 | 192 | 195 | 198 | 200 |

[0189] [実験1～3のまとめ]

実験1～3の結果(表1～表6)より、175サイズ、195サイズ、225サイズ、いずれのサイズのタイヤにおいても、 $S_a > S_b$ (S_b/S_a

<1) で、上記した(式1)および(式2)が満たされている場合、転がり抵抗が低減されているだけでなく、低速時と高速時でのハンドリング性の変化が十分に抑制され、また、耐久性も十分に改善された空気入りタイヤを提供できることが分かる。

[0190] そして、請求項2以降に規定する各要件を満たすことにより、低速時と高速時でのハンドリング性の変化および耐久性がさらに改善されたタイヤを提供できることが分かる。

[0191] 一方、(式1)、(式2)のいずれかを満たしていない場合には、低速時と高速時でのハンドリング性の変化を十分に小さくすることができず、耐久性も十分には改善できないことが分かる。

[0192] [実験4]

次に、仮想体積 V と断面幅 W_t の関係性に大きな差がない3種類(実施例4-1~実施例4-3)のタイヤを、同じ配合で作製し、同様に評価した。なお、ここでは、上記したハンドリング性能および耐久性の評価に加えて、低燃費性についても評価した。

[0193] 具体的には、各試験用タイヤを車両(国産のFF車、排気量2000cc)の全輪に装着させて、内圧が250kPaとなるように空気を充填した後、乾燥路面のテストコース上を、100km/hの速度で10km周回した後、アクセルを離し、アクセルをオフにしてから車両が止まるまでの距離を、各試験用タイヤの転がり抵抗として、計測した。

[0194] 次いで、実施例4-3における結果を100として、下式に基づいて指数化し、低燃費性を相対的に評価した。数値が大きいほど、アクセルオフにしたタイミングから車両が止まるまでの距離が長く、定常状態での転がり抵抗が小さく、低燃費性が優れていることを示す。

$$\text{低燃費性} = [(\text{試験用タイヤの計測結果}) / (\text{実施例4-3の計測結果})] \times 100$$

[0195] そして、実験1~3と同様に、各評価結果を合計して総合評価とした。各評価の結果を表7に示す。

[0196] [表7]

| | 実施例4-1 | 実施例4-2 | 実施例4-3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| サイズ | 175/55R18 | 195/50R19 | 225/45R20 |
| (配合) | | | |
| NR | 20 | 20 | 20 |
| SBR | 30 | 30 | 30 |
| BR | 50 | 50 | 50 |
| カーボン | 5 | 5 | 5 |
| シリカ | 90 | 90 | 90 |
| シランカップリング剤 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| オイル | 15 | 15 | 15 |
| 酸化亜鉛 | 3 | 3 | 3 |
| ステアリン酸 | 3 | 3 | 3 |
| 老化防止剤 | 2 | 2 | 2 |
| ワックス | 2 | 2 | 2 |
| 硫黄 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 加硫促進剤1 | 2 | 2 | 2 |
| 加硫促進剤2 | 1 | 1 | 1 |
| (パラメータ) | | | |
| $15^\circ\text{C tan } \delta$ | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| Sb/Sa | 0.73 | 0.73 | 0.73 |
| Dt (mm) | 650 | 677 | 709 |
| V (mm ³) | 30681323 | 35409871 | 43419514 |
| Wt (mm) | 183 | 200 | 226 |
| Ht (mm) | 96 | 97 | 101 |
| Dt - 2 × Ht (mm) | 457 | 483 | 508 |
| $(Dt^2 \times \pi / 4) / Wt$ | 1813 | 1800 | 1747 |
| $(V + 1.5 \times 10^7) / Wt$ | 249625 | 252049 | 258493 |
| $(V + 2.0 \times 10^7) / Wt$ | 276947 | 277049 | 280617 |
| $(V + 2.5 \times 10^7) / Wt$ | 304270 | 302049 | 302741 |
| 扁平率 (%) | 53 | 49 | 44 |
| $15^\circ\text{C tan } \delta \times Wt$ | 25.62 | 28.00 | 31.64 |
| ハンドリング性能 | 107 | 104 | 100 |
| 耐久性能 | 104 | 102 | 100 |
| 低燃費性 | 111 | 106 | 100 |
| 総合評価 | 322 | 312 | 300 |

[0197] 表7より、仮想体積Vと断面幅Wtの関係性に大きな差がない場合、断面

幅 W_t が205mm未満、200mm未満と小さくなるにつれて、また、扁平率が高くなるにつれて、ハンドリング性能、耐久性能、低燃費性のいずれも、改善され、顕著な効果が発揮されることが分かる。

[0198] 以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明と同一および均等の範囲内において、上記の実施の形態に対して種々の変更を加えることができる。

請求の範囲

- [請求項1] トレッド部を有する空気入りタイヤであって、
 前記トレッド部を構成するゴム層が、15℃、周波数10Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接（15℃ $\tan \delta$ ）が、0.25以下であるゴム組成物によって形成されており、
 前記トレッド部には、周方向に連続して延びる周方向溝によって、複数のリブ状陸部が形成されており、
 前記トレッド部の接地面を赤道面で区分したときの一方の接地面積を S_a 、他方を S_b としたとき、 $S_a > S_b$ であり、
 正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの断面幅を W_t (mm)、外径を D_t (mm) とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積 V (mm³) としたとき、下記(式1)および(式2)を満足することを特徴とする空気入りタイヤ。

$$1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \leq 2827.4 \quad \dots (式1)$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots (式2)$$
- [請求項2] 下記(式3)を満足することを特徴とする請求項1に記載の空気入りタイヤ。

$$[(V + 2.0 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots (式3)$$
- [請求項3] 下記(式4)を満足することを特徴とする請求項2に記載の空気入りタイヤ。

$$[(V + 2.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \dots (式4)$$
- [請求項4] 前記15℃ $\tan \delta$ が、0.20以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項5] 正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの外径を D_t (mm)、タイヤの断面高さを H_t (mm) としたとき、 $(D_t - 2 \times H_t)$ が、470 (mm) 以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項6] 扁平率が、40%以上であることを特徴とする請求項1ないし請求

項5のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。

- [請求項7] 扁平率が、45%以上であることを特徴とする請求項6に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項8] 扁平率が、47.5%以上であることを特徴とする請求項7に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項9] $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W t \leq 50$ であることを特徴とする請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項10] $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W t \leq 40$ であることを特徴とする請求項9に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項11] $15^\circ \text{C} \tan \delta \times W t \leq 30$ であることを特徴とする請求項10に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項12] $S b / S a < 0.8$ であることを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項13] $S b / S a < 0.75$ であることを特徴とする請求項12に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項14] $S b / S a < 0.7$ であることを特徴とする請求項13に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項15] タイヤ周方向に連続して延びる複数本の周方向溝がトレッド部に形成されており、
前記複数本の周方向溝の断面積の合計が、前記トレッド部の断面積の10~30%であることを特徴とする請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項16] タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝がトレッド部に形成されており、
前記複数本の横溝の容積の合計が、前記トレッド部の体積の2.0~5.0%であることを特徴とする請求項1ないし請求項15のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項17] 正規リムに組み込み、内圧を250kPaとした際のタイヤの外径

をD t (mm)としたとき、D tが、685 (mm)未満であることを特徴とする請求項1ないし請求項16のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。

[請求項18] 前記断面幅W t (mm)が、205mm未満であることを特徴とする請求項1ないし請求項17のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。

[請求項19] 前記断面幅W t (mm)が、200mm未満であることを特徴とする請求項18に記載の空気入りタイヤ。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/038096

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60C3/04 (2006.01) i, B60C11/00 (2006.01) i, B60C11/03 (2006.01) i
 FI: B60C3/04 B, B60C11/03 B, B60C11/00 D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B60C3/04, B60C11/00-11/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 2018-167753 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 01 November 2018, claims, paragraphs [0001]- [0005], [0020], [0046]-[0049], [0064]-[0093], fig. 1, 2 | 1, 4, 6-14, 17-19 |
| Y | JP 2014-88544 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 15 May 2014, paragraphs [0002]-[0006], fig. 2 | 1, 4, 6-14, 17-19 |
| Y | JP 2020-63336 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 23 April 2020, claims, paragraphs [0007]-[0014], [0110], [0114]-[0116] | 1, 4, 6-14, 17-19 |
| Y | JP 2016-141317 A (BRIDGESTONE CORP.) 08 August 2016, paragraphs [0016], [0027], [0028], [0039], table 4 | 12-14 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27.10.2020

Date of mailing of the international search report
10.11.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/038096

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | JP 57-147901 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 13 September 1982, p. 2, upper left column, line 7 to p. 3, upper left column, line 13 | 12-14 |
| Y | JP 59-176104 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 05 October 1984, claims, p. 3, lower left column, line 13 to p. 3, lower right column, last line | 12-14 |
| A | WO 2019/159892 A1 (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 22 August 2019, entire text | 1-19 |
| A | US 2011/0098389 A1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 April 2011, entire text | 1-19 |
| A | JP 2019-209874 A (TOYO TIRE & RUBBER CO.) 12 December 2019, entire text | 1-19 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/038096

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|--|------------------|---|------------------|
| JP 2018-167753 A | 01.11.2018 | (Family: none) | |
| JP 2014-88544 A | 15.05.2014 | US 2014/0100316 A1 paragraphs [0002]- [0006], fig. 2 US 2014/0200321 A1 EP 2716667 A1 CN 103709327 A | |
| JP 2020-63336 A | 23.04.2020 | (Family: none) | |
| JP 2016-141317 A | 08.08.2016 | (Family: none) | |
| JP 57-147901 A | 13.09.1982 | (Family: none) | |
| JP 59-176104 A | 05.10.1984 | US 4635694 A claims, column 3, line 63 to column 4, line 31 DE 3410806 A1 KR 10-1984-0008130 A JP 2019-137328 A | |
| WO 2019/159892 A1 | 22.08.2019 | KR 10-2011-0046169 A | |
| US 2011/0098389 A1 | 28.04.2011 | JP 2019-137328 A | |
| JP 2019-209874 A | 12.12.2019 | US 2019/0375245 A1 CN 110561982 A | |

| | | |
|--|--|-----------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60C 3/04(2006.01)i; B60C 11/00(2006.01)i; B60C 11/03(2006.01)i FI: B60C3/04 B; B60C11/03 B; B60C11/00 D | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B60C3/04; B60C11/00-11/03 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| Y | JP 2018-167753 A (横浜ゴム株式会社) 01.11.2018 (2018-11-01) 特許請求の範囲, 段落[0001]-[0005], [0020], [0046]-[0049], [0064]-[0093], 図1, 2 | 1, 4, 6-1 4, 17-19 |
| Y | JP 2014-88544 A (住友ゴム工業株式会社) 15.05.2014 (2014-05-15) 段落[0002]-[0006], 図2 | 1, 4, 6-1 4, 17-19 |
| Y | JP 2020-63336 A (住友ゴム工業株式会社) 23.04.2020 (2020-04-23) 特許請求の範囲, 段落[0007]-[0014], [0110], [0114]-[0116] | 1, 4, 6-1 4, 17-19 |
| Y | JP 2016-141317 A (株式会社ブリヂストン) 08.08.2016 (2016-08-08) 段落[0016], [0027]-[0028], [0039]表4 | 12-14 |
| Y | JP 57-147901 A (横浜ゴム株式会社) 13.09.1982 (1982-09-13) 第2頁左上欄第7行-第3頁左上欄第13行 | 12-14 |
| Y | JP 59-176104 A (横浜ゴム株式会社) 05.10.1984 (1984-10-05) 特許請求の範囲, 第3頁左下欄第13行-第3頁右下欄末行 | 12-14 |
| A | WO 2019/159892 A1 (横浜ゴム株式会社) 22.08.2019 (2019-08-22) 全文 | 1-19 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 | |
| 27.10.2020 | 10.11.2020 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 松岡 美和 4F 9617 電話番号 03-3581-1101 内線 3474 | |

| C. 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------|---|----------------|
| 引用文献の カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| A | US 2011/0098389 A1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28.04.2011 (2011 - 04 - 28) 全文 | 1 - 19 |
| A | JP 2019-209874 A (TOYO TIRE株式会社) 12.12.2019 (2019 - 12 - 12) 全文 | 1 - 19 |

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2020/038096

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|--------------------|------------|--|-----|
| JP 2018-167753 A | 01.11.2018 | (ファミリーなし) | |
| JP 2014-88544 A | 15.05.2014 | US 2014/0100316 A1 [0002]-[0006], FIG. 2 US 2014/0200321 A1 EP 2716667 A1 CN 103709327 A | |
| JP 2020-63336 A | 23.04.2020 | (ファミリーなし) | |
| JP 2016-141317 A | 08.08.2016 | (ファミリーなし) | |
| JP 57-147901 A | 13.09.1982 | (ファミリーなし) | |
| JP 59-176104 A | 05.10.1984 | US 4635694 A CLAIMS, 第3欄第63行-第4欄 第31行 DE 3410806 A1 KR 10-1984-0008130 A | |
| WO 2019/159892 A1 | 22.08.2019 | JP 2019-137328 A | |
| US 2011/0098389 A1 | 28.04.2011 | KR 10-2011-0046169 A | |
| JP 2019-209874 A | 12.12.2019 | US 2019/0375245 A1 CN 110561982 A | |