

(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 2022/025005 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B60C 1/00* (2006.01)      *B60C 11/00* (2006.01)  
*B60C 3/04* (2006.01)      *B60C 11/13* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2021/027579
- (22) 国際出願日:                      2021年7月26日(26.07.2021)
- (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 2020-127582    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). 河合 郭葵 (KAWAI 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 昴 (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, 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.
- (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,

(54) Title: PNEUMATIC TIRE

(54) 発明の名称: 空気入りタイヤ

(57) Abstract: A pneumatic tire is provided which has sufficiently reduced rolling resistance during high-speed travel and which has sufficiently improved durability. In this pneumatic tire, which has a tread, at least one rubber layer forming the tread includes a rubber component containing styrene butadiene rubber and isoprene rubber, and is formed from a rubber composition with a loss tangent ( $30^{\circ}\text{C tan}\delta$ ) less than or equal to 0.14, measured under the conditions of  $30^{\circ}\text{C}$ , a 10 Hz frequency, and a 5% initial distortion and a 1% dynamic distortion rate; defining  $Wt$  (mm) as the cross-section width,  $Dt$  (mm) as the outer diameter and virtual volume  $V$  ( $\text{mm}^3$ ) as the volume of the space occupied by the tire when said tire is built into the regular rim and is at an internal pressure of 250 kPa, the pneumatic tire satisfies (Formula 1) and (Formula 2). (Formula 1) ...  $1600 \leq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \leq 2827.4$  (Formula 2) ...  $[(V + 1.5 \times 10^7) / Wt] \leq 2.88 \times 10^5$

(57) 要約: 高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、耐久性が十分に改善された空気入りタイヤを提供する。トレッド部を有する空気入りタイヤであって、トレッド部を形成するゴム層の少なくとも1層が、スチレンブタジエンゴムおよびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含み、 $30^{\circ}\text{C}$ 、周波数10 Hz、初期歪5%、動歪率1%の条件下で測定された損失正接 ( $30^{\circ}\text{C tan}\delta$ ) が、0.14以下であるゴム組成物によって形成されており、正規リムに組み込み、内圧を250 kPaとした際のタイヤの断面幅を  $Wt$  (mm)、外径を  $Dt$  (mm) とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積  $V$  ( $\text{mm}^3$ ) としたとき、下記(式1)および(式2)を満足する空気入りタイヤ。 $1600 \leq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \leq 2827.4$  ... (式1)  $[(V + 1.5 \times 10^7) / Wt] \leq 2.88 \times 10^5$  ... (式2)

WO 2022/025005 A1

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] 本開示は、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、未だ、高速走行時における転がり抵抗の低減が十分とは言えず、さらなる低減が望まれている。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、本開示は、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、耐久性が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] 本開示者は、上記課題の解決について鋭意検討を行い、以下に記載する開示により上記課題が解決できることを見出し、本開示を完成させるに至った。

[0009] 本開示は、  
トレッド部を有する空気入りタイヤであって、  
前記トレッド部を形成するゴム層の少なくとも1層が、スチレンブタジエンゴムおよびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含み、30℃、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（30℃  $\tan \delta$ ）が、0.14以下であるゴム組成物によって形成されており、  
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 $V$ （ $\text{mm}^3$ ）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。

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

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

## 発明の効果

[0010] 本開示によれば、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、耐久性が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

[0011] [1] 本開示に係るタイヤの特徴

最初に、本開示に係るタイヤの特徴について説明する。

[0012] 1. 概要

本開示に係るタイヤは、トレッド部を形成するゴム層の少なくとも1層が、スチレンブタジエンゴム（SBR）およびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含み、30℃、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（30℃  $\tan \delta$ ）が、0.14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。

[0013] そして、本開示に係るタイヤは、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 $V$  (mm<sup>3</sup>)としたとき、下記(式1)および(式2)を満足していることも特徴としている。

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

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

[0014] 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、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、耐久性が十分に改善されたタイヤを提供することができる。

[0015] なお、上記記載において、「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。

[0016] 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。

[0017] また、タイヤの仮想体積 $V$  (mm<sup>3</sup>)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。

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

[0018] 2. 本開示に係るタイヤにおける効果発現のメカニズム

本開示に係るタイヤにおける効果発現のメカニズム、即ち、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、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。

[0019] (1) タイヤの形状

上記したように、本開示においては、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。

[0020] 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、トレッド部と路面との間の摩擦を軽減させて、低転がり抵抗化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、1735以上であるとさらに好ましく、1737以上であるとさらに好ましく、1749以上であるとさらに好ましく、1751以上であるとさらに好ましく、1753以上であるとさらに好ましく、1758以上であるとさらに好ましく、1760以上であるとさらに好ましく、1787以上であるとさらに好ましく、1801以上であるとさらに好ましく、1818以上であるとさらに好ましく、1853以上であるとさらに好ましく、1856以上であるとさらに好ましく、1864以上であるとさらに好ましく、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、2008以

上であるとさらに好ましく、2010以上であるとさらに好ましく、2015以上であるとさらに好ましく、2016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く、2131以上であるとさらに好ましい。

- [0021] しかしながら、このような幅の狭いタイヤは、高速走行時の遠心力が大きくなり、転動中にタイヤの半径が大きく成長する恐れや、トレッド部がラウンド状になり変形量が大きくなる恐れがある。
- [0022] また、外径の成長に伴って、トレッド部が引き延ばされて弱い状態になったり、外径の成長に伴ったトレッド部の変形量の増大により、トレッド部が損傷したりする恐れもある。
- [0023] そこで、本開示においては、さらに、タイヤの仮想体積 $V$  ( $\text{mm}^3$ ) および断面幅 $W_t$  ( $\text{mm}$ ) 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。
- [0024] 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、内部の空気の膨張に伴う外径の成長を抑制して、トレッド部の変形を小さくすることができ、発熱性を低下させられると考えられる。また、外径の成長を抑制することができるため、トレッドが弱い状態になりにくく、損傷への対応力が強化されることが考えられる。
- [0025] なお、 $[(V + 1.5 \times 10^7) / W_t]$  は、 $2.87 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.86 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.79 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.60 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.58 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.54 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.50 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.47 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.42 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.26 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.25 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.24 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.21 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.20 \times 10$

<sup>5</sup>以下であるとさらに好ましく、 $2.19 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.18 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.16 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましい。

[0026] このとき、 $[(V + 2.0 \times 10^7) / Wt] \leq 2.88 \times 10^5$  (式3) であるとより好ましく、 $[(V + 2.5 \times 10^7) / Wt] \leq 2.88 \times 10^5$  (式4) であると、さらに好ましい。

[0027] なお、上記した  $[(V + 2.0 \times 10^7) / Wt]$  は、 $2.83 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.79 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.77 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.75 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.64 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.47 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.46 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.45 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.44 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましい。

[0028] また、 $[(V + 2.5 \times 10^7) / Wt]$  は、 $2.86 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.75 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.74 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.73 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.71 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.70 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.69 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましく、 $2.68 \times 10^5$ 以下であるとさらに好ましい。

[0029] (2) トレッド部を形成するゴム組成物

本開示においては、さらに、トレッド部を形成するゴム層の少なくとも1層を、スチレンブタジエンゴムおよびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含むゴム組成物によって形成している。これにより、スチレンブタジエンゴム相とイソプレン系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。

[0030] また、 $30^\circ\text{C}$ 、周波数 $10\text{Hz}$ 、初期歪 $5\%$ 、動歪率 $1\%$ の条件下で測定されたゴム組成物の損失正接 ( $30^\circ\text{C} \tan \delta$ ) を $0.14$ 以下とすることにより、トレッド部での発熱性を低減させることができ、上記したゴム内部

の歪みを小さくすることができることと相俟って、タイヤの温度上昇が抑えられ、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。

[0031] なお、この $30^{\circ}\text{C tan } \delta$ は、0.12以下であるとより好ましく、0.10以下であるとさらに好ましい。

[0032] そして、 $30^{\circ}\text{C tan } \delta$ 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、測定することができる。

[0033] なお、このゴム組成物は、トレッド部が、複数のゴム層から形成されている場合、最内層をベースゴム層、その他の層をキャップゴム層としたとき、キャップゴム層に使用されることが好ましく、キャップゴム層の内でも、最外層のゴム層に使用されることが特に好ましい。

[0034] [2] 本開示に係るタイヤにおけるより好ましい態様

本開示に係るタイヤは、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。

[0035] 1. 扁平率

本開示に係るタイヤは、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、トレッド部における発熱の寄与を下げ、タイヤの変形を、全体に亘って均一にさせることができ、タイヤのトータルの発熱性を十分に低下させることができる。この結果、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。

[0036] 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。

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

[0037] そして、上記した扁平率は、44%以上であるとより好ましく、45%以上であるとさらに好ましく、47.5%以上であるとさらに好ましく、48%以上であるとさらに好ましく、49%以上であるとさらに好ましく、50%以上であるとさらに好ましく、52.5%以上であるとさらに好ましく、55%以上であるとさらに好ましく、57%以上であるとさらに好ましく、59%以上であるとさらに好ましい。なお、上限は特にはないが、例えば、100%以下である。

[0038] 2. 損失正接 ( $30^{\circ}\text{C t a n } \delta$ ) 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、トレッド部の発熱の寄与が大きくなってきて、発熱性をコントロールすることが難しくなる。そこで、損失正接 ( $30^{\circ}\text{C t a n } \delta$ ) と断面幅  $W_t$  (mm) との関係について検討したところ、 $30^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W_t \leq 30.0$  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。 $(30^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W_t)$  は、28.3以下であるとさらに好ましく、28.0以下であるとさらに好ましく、27.8以下であるとさらに好ましく、27.5以下であるとさらに好ましく、27.0以下であるとさらに好ましく、25.7以下であるとさらに好ましい。

[0039] そして、 $30^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W_t \leq 25.0$  であるとより好ましく、24.8以下であるとさらに好ましく、24.7以下であるとさらに好ましく、24.2以下であるとさらに好ましく、23.9以下であるとさらに好ましく、22.6以下であるとさらに好ましく、21.9以下であるとさらに好ましく、21.3以下であるとさらに好ましく、19.8以下であるとさらに好ましく、17.7以下であるとさらに好ましいことが分かった。

[0040] 3. トレッド部の溝

本開示に係るタイヤは、タイヤ周方向に連続して延びる周方向溝をトレッド部に有しており、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して、高速走行におけるトレッド部の偏摩耗の抑制と耐久性の向上を十分に図ることができる。0.35～0.65であるよりも好ましく、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。なお、周方向溝は、タイヤ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。

[0041] 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。

[0042] そして、トレッド部が、複数本の周方向溝を有して、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て、高速走行におけるトレッド部の偏摩耗の抑制と耐久性の向上を十分に図ることができる。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。

[0043] 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。

[0044] また、トレッド部が、タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝を有しており、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て、トレッド部の偏摩耗の抑制と耐久性の向上を十分に図ることができる。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。

[0045] 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。

[0046] なお、トレッド部の偏摩耗の抑制と耐久性のさらなる向上を図るためには、これらの横溝の少なくとも1本が、溝深さGdに対する溝幅Gwの比( $Gw/Gd$ )が、0.50～0.80であることが好ましく、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。

[0047] 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た状態から算出することができる。

[0048] 4. タイヤの形状

本開示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、例えば、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、649mm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、663mm以上であるとさらに好ましく、664mm以上であるとさらに好ましく、665mm以上であるとさらに

好ましく、672mm以上であるとさらに好ましく、673mm以上であると最も好ましい。

[0049] 一方、843mm未満であることが好ましく、734mm以下であるとより好ましく、725mm未満であるとともにさらに好ましく、718mm以下であるとさらに好ましく、717mm以下であるとさらに好ましく、716mm以下であるとさらに好ましく、713mm以下であるとさらに好ましく、710mm以下であるとさらに好ましく、707mm未満であるとともにさらに好ましく、693mm以下であるとさらに好ましく、691mm以下であるとさらに好ましく、685mm未満であるとともにさらに好ましく、684mm以下であるとさらに好ましく、680mm以下であるとさらに好ましく、679mm以下であるとさらに好ましく、674mm以下であるとさらに好ましい。

[0050] そして、具体的な断面幅 $W_t$  (mm)としては、例えば、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、176mm以上であるとさらにより好ましく、177mm以上であるとさらにより好ましく、182mm以上であるとさらにより好ましく、183mm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。

[0051] 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、231mm以下であるとさらに好ましく、229mm以下であるとさらに好ましく、228mm以下であるとさらに好ましく、227mm以下であるとさらに好ましく、226mm以下であるとさらに好ましく、225mm以下であるとさらに好ましく、210mm未満であるとともにさらに好ましく、205mm未満であるとともにさらに好ましく、202mm以下であるとさらに好ましく、201mm以下であるとさらに好ましく、200mm以下であるとさらに好ましく、200mm未満であるとともにさらに好ましく、199mm以下であるとさらに好ましく、198mm以下であるとさらに好ましく、196mm以下であるとさらに好ましい。

- [0052] そして、具体的な断面高さ $H_t$  (mm)としては、例えば、37mm以上であることが好ましく、69mm以上であることより好ましく、70mm以上であることさらに好ましく、78mm以上であることさらに好ましく、79mm以上であることさらに好ましく、80mm以上であることさらに好ましく、87mm以上であることさらに好ましく、88mm以上であることさらに好ましく、90mm以上であることさらに好ましく、95mm以上であることさらに好ましく、96mm以上であることさらに好ましく、98mm以上であることさらに好ましく、99mm以上であることさらに好ましい。
- [0053] 一方、180mm未満であることが好ましく、117mm以下であることより好ましく、113mm以下であることさらに好ましく、112mm未満であることさらに好ましく、105mm以下であることさらに好ましく、101以下であることさらに好ましく、101mm未満であることさらに好ましい。
- [0054] そして、具体的な仮想体積 $V$ としては、例えば、13,000,000 $\text{mm}^3$ 以上であることが好ましく、23,093,883 $\text{mm}^3$ 以上であることより好ましく、23,412,074 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、23,599,328 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、28,431,992 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、28,526,824 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、29,000,000 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、29,087,378 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、30,152,956 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、30,354,118 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、34,384,955 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、35,417,448 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、35,785,417 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、35,954,077 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、36,000,000 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、36,203,610 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましく、37,040,131 $\text{mm}^3$ 以上であることさらに好ましい。
- [0055] 一方、66,000,000 $\text{mm}^3$ 未満であることが好ましく、50,043,281 $\text{mm}^3$ 以下であることより好ましく、44,000,000 $\text{mm}^3$ 未

満であるとさらに好ましく、43, 478, 150 mm<sup>3</sup>以下であるとさらに好ましく、42, 618, 582 mm<sup>3</sup>以下であるとさらに好ましく、40, 161, 995 mm<sup>3</sup>以下であることがさらに好ましく、38, 800, 000 mm<sup>3</sup>未満であるとさらに好ましい。

[0056] また、本開示において、走行時の乗り心地の安定性を考慮すると、(Dt - 2 × Ht) は、450 mm以上であることが好ましく、457 mm以上であるとより好ましく、470 mm以上であるとさらに好ましく、480 mm以上であるとさらに好ましく、482 mm以上であるとさらに好ましく、483 mm以上であるとさらに好ましい。

[0057] 一方、トレッド部の変形を考慮すると、560 mm未満であることが好ましく、559 mm以下であるとより好ましく、558 mm以下であるとさらに好ましく、533 mm以下であるとさらに好ましく、530 mm未満であるとさらに好ましく、510 mm未満であるとさらに好ましく、508 mm以下であるとさらに好ましく、507 mm以下であるとさらに好ましい。

[0058] [3] 実施の形態

以下、実施の形態に基づいて、本開示を具体的に説明する。

[0059] 1. トレッド部を形成するゴム組成物

本開示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、その種類や量を、適宜、調整することにより得ることができる。

[0060] (1) ゴム成分

本実施の形態において、ゴム成分としては、スチレンブタジエンゴム (SBR)、イソプレン系ゴム、ブタジエンゴム (BR)、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、スチレンブタジエンゴム (SBR) およびイソプレン系ゴムを含有していることが好ましい。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。

## [0061] (a) SBR

ゴム成分100質量部中のSBRの含有量は、例えば、ウェットグリップ性能の観点から、5質量部超が好ましく、10質量部超がより好ましく、20質量部以上、50質量部以上であるとさらに好ましい。一方、高速走行時の発熱性の観点からは100質量部未満が好ましく、70質量部以下であるとより好ましい。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、例えば、良好なウェットグリップ性能が得られる観点から、5質量%超が好ましく、10質量%超がより好ましく、20質量%超がさらに好ましい。一方、高速走行時の発熱性と耐久性能の観点からは50質量%未満が好ましく、40質量%未満がより好ましく、35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。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。

[0062] 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。

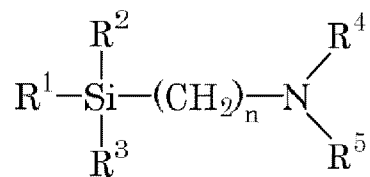
[0063] 変性SBRとしては、シリカ等の充填剤と相互作用する官能基を有するSBRであればよく、例えば、SBRの少なくとも一方の末端を、上記官能基を有する化合物（変性剤）で変性された末端変性SBR（末端に上記官能基を有する末端変性SBR）や、主鎖に上記官能基を有する主鎖変性SBRや、主鎖および末端に上記官能基を有する主鎖末端変性SBR（例えば、主鎖に上記官能基を有し、少なくとも一方の末端を上記変性剤で変性された主鎖末端変性SBR）や、分子中に2個以上のエポキシ基を有する多官能化合物により変性（カップリング）され、水酸基やエポキシ基が導入された末端変性SBR等が挙げられる。

[0064] 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。

[0065] また、変性SBRとして、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SBRを使用できる。

[0066] [化1]



[0067] なお、式中、 $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ および $\text{R}^3$ 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（ $-\text{COOH}$ ）、メルカプト基（ $-\text{SH}$ ）またはこれらの誘導体を表す。 $\text{R}^4$ および $\text{R}^5$ 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。 $\text{R}^4$ および $\text{R}^5$ 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。

[0068] 上記式で表される化合物（変性剤）により変性された変性SBRとしては、溶液重合のスチレンブタジエンゴム（S-SBR）の重合末端（活性末端）を上記式で表される化合物により変性されたSBR（特開2010-111753号公報に記載の変性SBR等）を使用できる。

[0069]  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ および $\text{R}^3$ 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）。 $\text{R}^4$ および $\text{R}^5$ 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、 $\text{R}^4$ および $\text{R}^5$ 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）、アリールオキシ基（フェノキシ基、ベン

ジルオキシ基等) も含まれる。

[0070] 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。

[0071] また、変性SBRとしては、以下の化合物(変性剤)により変性された変性SBR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、テトラグリシジルー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-t-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- $\epsilon$ -カプロラクタム、N-フェニル- $\epsilon$ -カプロラクタム、N-メチル- $\omega$ -ラウロラクタム、N-ビニル- $\omega$ -ラウロラクタム、N-メチル- $\beta$ -プロピオラクタム、N-フェニル- $\beta$ -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。

[0072] 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。

[0073] (b) 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、良好な高速走行時の低発熱性と耐久性能が得られる観点から、5質量部超が好ましく、25質量部超がより好ましく、30質量部以上、40質量部以上であるとさらに好ましい。一方、イソプレン系ゴムの含有量の上限は特に限定されないが、ウェットグリップ性能の観点から100質量部未満が好ましく、70質量部以下であるとより好ましい。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。

[0074] 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。

[0075] (c) BR

前記ゴム組成物は、必要に応じて、さらに、BRを含んでもよい。この場合、ゴム成分100質量部中のBRの含有量は、例えば耐摩耗性の観点から5質量部超が好ましく、10質量部以上であるとより好ましい。一方、高速走行時の転がり抵抗の観点からは100質量部未満が好ましく、30質量部未満がより好ましく、20質量部未満であることがさらに好ましい。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。

[0076] 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、前述の官能基が導入された変性BR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。なお、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。

[0077] 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。

[0078] (d) その他のゴム成分

また、前記ゴム組成物は、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。

[0079] (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、グラファイト、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、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。

[0080] (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 $\text{N}_2\text{SA}$ の値である。

[0081] 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35質量部超が好ましく、40質量部超がより好ましい。一方、良好な高速走行時の転がり抵抗性を得る観点からは、70質量部未満が好ましく、65質量部未満がより好ましく、60質量部未満、50質量部未満がさらに好ましい。

[0082] 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。

[0083] 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。

## [0084] (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-ト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、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -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。

[0085] シランカップリング剤としては、例えば、デグッサ社、Momentiv

e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。

[0086] 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質量部未満であり、10質量部以上であるとより好ましい。

[0087] (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質量部未満であり、15質量部以上であるとより好ましい。

[0088] 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）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。

[0089] カーボンブラックの窒素吸着比表面積（ $N_2SA$ ）は、例えば $30\text{ m}^2/\text{g}$ 超、 $250\text{ m}^2/\text{g}$ 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 $50\text{ ml}/100\text{ g}$ 超、 $250\text{ ml}/100\text{ g}$ 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。

[0090] 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。

[0091] (二) 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、グラファイト、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。

[0092] (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質量部以上がより好ましい。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。

[0093] 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。

[0094] 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。

- [0095] 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。
- [0096] 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、 $\alpha$ -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 $\beta$ -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。
- [0097] 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。
- [0098] 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。
- [0099] 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、 $1.0 \times 10^3$ 超、 $2.0 \times 10^5$ 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。
- [0100] 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。
- [0101] 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。
- [0102] (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質量部超が好ましく、3質量部以上がより好ましい。一方、45質量部未満が好ましく、30質量部未満がより好ましい。

[0103] 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、 $\alpha$ -メチルスチレン、*p*-メトキシスチレン、*p*-tert-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。

[0104] 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 $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和カルボン酸またはその酸無水物等が例示できる。

[0105] 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、 $\alpha$ -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。

[0106] 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。

- [0107] クマロンインデン樹脂の水酸基価（OH価）は、例えば、15 mg KOH / g 超、150 mg KOH / g 未満である。なお、OH価とは、樹脂1 g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。
- [0108] 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。
- [0109] 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、 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -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、 $\alpha$ -フェランドレン、 $\alpha$ -テルピネン、 $\gamma$ -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、 $\alpha$ -テルピネオール、 $\beta$ -テルピネオール、 $\gamma$ -テルピネオールなどが挙げられる。
- [0110] 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 $\alpha$ -ピネン樹脂、 $\beta$ -ピネン樹脂、リモネン樹脂、ジペンテン樹脂、 $\beta$ -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體；クマロン、インデンなどが挙げられる。

[0111] 「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。

[0112] 「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、 $\alpha$ -メチルスチレンもしくはスチレンの単独重合体または $\alpha$ -メチルスチレンとスチレンとの共重合体が好ましく、 $\alpha$ -メチルスチレンとスチレンとの共重合体により好ましい。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。

[0113] 「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。

- [0114] 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。
- [0115] 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、本開示において、（メタ）アクリルは、メタクリルおよびアクリルを意味する。
- [0116] 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。
- [0117] 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、 $\alpha$ -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。
- [0118] 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。
- [0119] 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。

## [0120] (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質量部未満であり、3質量部以上であるとより好ましい。

[0121] 老化防止剤としては、例えば、フェニル- $\alpha$ -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( $\alpha$ ,  $\alpha'$ -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。

[0122] 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。

## [0123] (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質量部未満であり、3質量部以上であるとより好ましい。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)、富士フィルム和光純薬(株)、千葉脂肪酸(株)等の製品を使用できる。

## [0124] (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質量部未満であり、

3質量部以上であるとより好ましい。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。

[0125] (g) ワックス

ゴム組成物は、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1.0～15質量部、より好ましくは1.5～10質量部である。

[0126] 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体等の合成ワックス等が挙げられる。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。

[0127] 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。

[0128] (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質量部未満であり、1.5質量部以上であるとより好ましい。

[0129] 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。

[0130] 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）、フレキシス社、日本乾溜工業（株）、細井化学工業（株）等の製品を使用できる。

[0131] 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、フレキシス社製の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。

[0132] 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質量部未満であり、3質量部以上であるとより好ましい。

[0133] 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、オルトトリルピ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。

[0134] (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。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 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。

[0138] 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。

[0139] 3. タイヤの製造

本開示のタイヤは、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。

[0140] 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、径方向外側にカーカスを保護して屈曲に耐える部材としてのサイドウォール部を貼り合わせることにより、未加硫タイヤを作製する。

[0141] 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。

[0142] 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。

[0143] このとき、前記タイヤは、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。

[0144] 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。

[0145] 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、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開示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

[0146] 以下、実施例により、本開示についてさらに具体的に説明する。

[0147] [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。

[0148] 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。

[0149] (1) 配合材料

まず、以下に示す各配合材料を準備した。

## [0150] (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 : 30質量%、ビニル結合量 : 52質量%、 $M_w$  : 25万)

(ハ) BR : 宇部興産 (株) 製のUBEPOL-BR150

[0151] 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°C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°C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°Cに調温された熱ロールにより乾燥してSBRを得た。

## [0152] (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 :  $165 \text{ m}^2/\text{g}$ )

(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) 樹脂 (ポリマー成分) : アリゾナケミカル社製のSA85

( $\alpha$ -メチルスチレン系樹脂)

(ヘ) ワックス : 日本精蠟 (株) 製のオゾエース0355

(ト) 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)

(チ) 老化防止剤-2 : 大内新興化学工業 (株) 製のノクラック 224

(2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリン重合体)

(リ) 酸化亜鉛 : 三井金属鉱業社製の亜鉛華 1 号

(ヌ) ステアリン酸 : 日油 (株) 製のステアリン酸「椿」

(ル) 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) 製のノクセラー 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) 製のノクセラー D (DPG) (1, 3-ジフェニルグアニジン)

#### [0153] (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。

#### [0154] 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 1-7) を製造した。

[0155] 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。

#### [0156] 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)、扁平率 (%) を求めるとともに、仮想体積  $V$  (mm<sup>3</sup>) 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 20 mm × 幅 4 mm × 厚さ 2 mm 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、GABO社製のイプレクサーシリーズを用いて、30°C、周波数 10 Hz、初期歪 5%、動歪 1% の条件下で  $\tan \delta$  (30°C  $\tan \delta$ ) を測定した。結果を、表 1 および表 2 に示す。

[0157] そして、 $(D_t - 2 \times H_t)$ 、 $(D_t^2 \times \pi / 4) / W_t$ 、 $(V + 1.5 \times 10^7) / W_t$ 、 $(V + 2.0 \times 10^7) / W_t$ 、 $(V + 2.5 \times 10^7) / W_t$ 、 $30^\circ\text{C} \tan \delta \times W_t$  を求めた。結果を、表 1 および表 2 に示す。

#### [0158] 4. 性能評価試験

##### (1) 高速走行時における転がり抵抗の評価

各試験用タイヤを車輛（国産の FF 車、排気量 2000 cc）の全輪に装着させて、250 kPa の内圧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、100 km/h の速度で 10 km 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、高速走行時における転がり抵抗として、計測した。

[0159] 次いで、比較例 1-7 における結果を 100 として、下式に基づいて指数化し、高速走行時における転がり抵抗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。

$$\text{転がり抵抗} = [ (\text{試験用タイヤの計測結果}) / (\text{比較例 1-7 の計測結果}) ] \times 100$$

##### [0160] (2) 耐久性の評価

各試験用タイヤを車輛（国産の FF 車、排気量 2000 cc）の全輪に装着させて、250 kPa の内圧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、50 km/h の速度で 10 周走行し、80 km/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、50 km/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。

[0161] 次に、比較例1-7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。

$$\text{耐久性} = [ (\text{試験用タイヤの計測結果}) / (\text{比較例1-7の計測結果}) ] \times 100$$

[0162] (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。

[0163] (4) 評価結果

各評価の結果を、表1および表2に示す。

[0164]

[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	40	30	70	40	40
SBR	50	70	20	50	50
BR	10		10	10	10
カーボン	15	15	15	15	15
シリカ	45	45	45	45	45
シランカップリング剤	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
オイル	10	10	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3
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)					
$30^{\circ}\text{C t a n } \delta$	0.14	0.12	0.10	0.14	0.14
D t (mm)	672	673	674	684	693
V (mm <sup>3</sup> )	23093883	23112071	23599328	30152956	31381955
W t (mm)	176	177	177	183	177
H t (mm)	69	70	70	88	105
D t - 2 × H t (mm)	533	533	533	508	483
$(D t^2 \times \pi / 4) / W t$	2015	2010	2016	2008	2131
$(V + 1.5 \times 10^7) / W t$	215940	217352	217572	246737	278708
$(V + 2.0 \times 10^7) / W t$	244349	245601	245821	274060	306956
$(V + 2.5 \times 10^7) / W t$	272758	273850	274069	301382	335205
扁平率 (%)	39.20	39.55	39.55	48.09	59.32
$30^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$	21.61	21.21	17.70	25.62	21.78
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	110	116	122	110	118
耐久性	114	120	126	112	108
総合評価	224	236	248	222	226

[0165]

[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	比較例1-6	比較例1-7
サイズ	175/80R14	175/60R19	175/60R19	175/60R19	175/80R14	175/80R14	175/80R14
(配合)							
NR	40	40		100	40	30	70
SBR	50	50	100		50	70	20
BR	10	10	10	10	10		10
カーボン	15	15	15	15	15	15	15
シリカ	56	56	56	56	45	45	45
シランカップリング剤	5.6	5.6	5.6	5.6	4.5	4.5	4.5
オイル	15	15	15	15	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3	3	3
硫黄	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
加硫促進剤1	2	2	2	2	2	2	2
加硫促進剤2	1	1	1	1	1	1	1
(パラメータ)							
30°C tan δ	0.17	0.17	0.19	0.14	0.14	0.12	0.1
D t (mm)	636	692	693	694	636	635	637
V (mm <sup>3</sup> )	38394786	34466507	34331262	34854035	38612938	38099665	38669035
W t (mm)	176	178	177	178	177	175	176
H t (mm)	140	105	105	106	140	140	141
D t - 2 × H t (mm)	356	482	483	482	356	355	355
(D t <sup>2</sup> × π / 4) / W t	1805	2113	2131	2125	1795	1810	1811
(V + 1.5 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	303379	277902	278708	280079	302898	303427	304938
(V + 2.0 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	331789	305992	306956	308169	331147	331998	333347
(V + 2.5 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	360198	334082	335205	336259	359895	360570	361756
扁平率 (%)	79.55	58.99	59.32	59.55	79.10	80.00	80.11
30°C tan δ × W t	29.92	30.26	33.63	24.92	24.78	21.00	17.60
(評価結果)							
高速走行時の転がり抵抗	88	90	85	92	92	96	100
耐久性能	90	92	88	94	90	94	100
総合評価	178	182	173	186	182	190	200

## [0166] [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。

[0167] 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2-7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2-7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。

[0168]

[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	40	30	70	40	40
SBR	50	70	20	50	50
BR	10		10	10	10
カーボン	15	15	15	15	15
シリカ	45	45	45	45	45
シランカップリング剤	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
オイル	10	10	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3
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)					
$30^{\circ}\text{C tan } \delta$	0.14	0.12	0.10	0.14	0.14
D t (mm)	665	663	664	680	691
V (mm <sup>3</sup> )	29087378	28526824	28431992	35417448	42618582
W t (mm)	200	199	198	196	202
H t (mm)	79	78	78	99	117
D t - 2 × H t (mm)	507	507	508	482	457
$(D t^2 \times \pi / 4) / W t$	1737	1735	1749	1853	1856
$(V + 1.5 \times 10^7) / W t$	220437	218728	219353	257232	285241
$(V + 2.0 \times 10^7) / W t$	245437	243853	244606	282742	309993
$(V + 2.5 \times 10^7) / W t$	270437	268979	269659	308252	334745
扁平率 (%)	39.50	39.20	39.39	50.51	57.92
$30^{\circ}\text{C tan } \delta \times W t$	28.00	23.88	19.80	27.44	28.28
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	107	113	121	109	117
耐久性能	113	115	123	111	103
総合評価	220	228	244	220	220

[0169]

[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	比較例2-6	比較例2-7
サイズ	195/65R17	195/40R20	195/40R20	195/40R20	195/65R17	195/65R17	195/65R17
(配合)							
NR	40	40		100	40	30	70
SBR	50	50	100		50	70	20
BR	10	10	10	10	10		10
カーボン	15	15	15	15	15	15	15
シリカ	56	56	56	56	45	45	45
シランカップリング剤	5.6	5.6	5.6	5.6	4.5	4.5	4.5
オイル	15	15	15	15	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3	3	3
硫黄	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
加硫促進剤1	2	2	2	2	2	2	2
加硫促進剤2	1	1	1	1	1	1	1
(パラメータ)							
30°C t a n δ	0.17	0.17	0.19	0.14	0.14	0.12	0.1
D t (mm)	686	664	664	664	686	686	686
V (mm <sup>3</sup> )	44829249	28719183	28431992	28575587	43937124	43714093	43937124
W t (mm)	201	200	198	199	197	196	197
H t (mm)	127	78	78	78	127	127	127
D t - 2 × H t (mm)	432	508	508	508	432	432	432
(D t <sup>2</sup> × π / 4) / W t	1839	1731	1749	1740	1876	1886	1876
(V + 1. 5 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	297658	218596	219353	218973	299173	299562	299173
(V + 2. 0 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	322534	243596	244606	244098	324554	325072	324554
(V + 2. 5 × 10 <sup>7</sup> ) / W t	347409	268596	269859	269221	349935	350582	349935
扁平率 (%)	63.18	39.00	39.39	39.20	64.47	64.80	64.47
30°C t a n δ × W t	34.17	34.00	37.62	27.86	27.58	23.52	19.70
(評価結果)							
高速走行時の転がり抵抗	90	92	84	90	90	94	100
耐久性能	88	90	86	92	88	92	100
総合評価	178	182	170	182	178	186	200

## [0170] [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。

[0171] 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3-7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3-7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。

[0172]

[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	195/40R20	195/40R20	195/40R20	195/50R19	195/60R18
(配合)					
NR	40	30	70	40	40
SBR	50	70	20	50	50
BR	10		10	10	10
カーボン	15	15	15	15	15
シリカ	45	45	45	45	45
シランカップリング剤	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
オイル	10	10	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3
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)					
30°C tan δ	0.14	0.12	0.10	0.14	0.14
D t (mm)	716	718	717	734	713
V (mm <sup>3</sup> )	36203610	37040131	35785417	50043281	40161995
W t (mm)	229	231	226	227	228
H t (mm)	79	80	79	113	90
D t - 2 × H t (mm)	558	558	559	508	533
$(D t^2 \times \pi / 4) / W t$	1758	1753	1787	1864	1751
$(V + 1.5 \times 10^7) / W t$	223597	225282	224714	286534	241939
$(V + 2.0 \times 10^7) / W t$	245431	246927	246838	308561	263868
$(V + 2.5 \times 10^7) / W t$	267265	268572	268962	330587	285798
扁平率 (%)	34.50	34.63	34.96	49.78	39.47
30°C tan δ × W t	32.06	27.72	22.6	31.78	31.92
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	109	115	121	113	117
耐久性能	111	121	121	109	105
総合評価	220	236	242	222	222

[0173]

[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	比較例3-6	比較例3-7
サイズ	225/60R20	225/50R20	225/50R20	225/50R20	225/60R20	225/60R20	225/60R20
(配合)							
NR	40	40		100	40	30	70
SBR	50	50	100		50	70	20
BR	10	10	10	10	10		10
カーボン	15	15	15	15	15	15	15
シリカ	56	56	56	56	45	45	45
シランカップリング剤	5.6	5.6	5.6	5.6	4.5	4.5	4.5
オイル	15	15	15	15	10	10	10
樹脂	3	3	3	3	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2	2	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3	3	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3	3	3	3	3
硫黄	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
加硫促進剤1	2	2	2	2	2	2	2
加硫促進剤2	1	1	1	1	1	1	1
(パラメータ)							
$30^{\circ}\text{C tan } \delta$	0.17	0.17	0.19	0.14	0.14	0.12	0.10
D t (mm)	778	736	732	735	777	776	778
V (mm <sup>3</sup> )	62176957	51904024	50611309	51191617	61898502	61350140	61631545
W t (mm)	228	233	232	231	228	227	226
H t (mm)	135	114	112	114	135	134	135
D t - 2 × H t (mm)	508	508	508	508	508	508	508
$(D t^2 \times \pi / 4) / W t$	2085	1826	1814	1837	2080	2083	2103
$(V + 1.5 \times 10^7) / W t$	338495	287142	282807	286544	337274	336344	339078
$(V + 2.0 \times 10^7) / W t$	360425	308601	304359	308189	359204	358371	361202
$(V + 2.5 \times 10^7) / W t$	382355	330060	325911	329834	381134	380397	383325
扁平率 (%)	59.21	48.93	48.28	49.13	58.99	59.03	59.73
$30^{\circ}\text{C tan } \delta \times W t$	38.76	39.61	44.08	32.34	31.92	27.24	22.60
(評価結果)							
高速走行時の転がり抵抗	88	92	91	91	90	98	100
耐久性能	92	88	90	90	92	96	100
総合評価	180	180	184	184	182	194	200

[0174] [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、2

25サイズ、いずれのサイズのタイヤにおいても、上記した（式1）および（式2）が満たされている場合、高速走行時における転がり抵抗が十分に低減され、耐久性が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。

[0175] 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高速走行時における転がり抵抗、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。

[0176] 一方、（式1）、（式2）のいずれかを満たしていない場合には、高速走行時における転がり抵抗を十分に低減することができず、耐久性も十分には改善できないことがわかる。

[0177] [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、実施例4-3のタイヤにおける結果を100とした。各評価の結果を表7に示す。

[0178]

[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	30	30	30
SBR	70	70	70
カーボン	15	15	15
シリカ	45	45	45
シランカップリング剤	4.5	4.5	4.5
オイル	10	10	10
樹脂	3	3	3
ワックス	1.5	1.5	1.5
老化防止剤-1	2	2	2
老化防止剤-2	1	1	1
酸化亜鉛	3	3	3
ステアリン酸	3	3	3
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)			
$30^{\circ}\text{C t a n } \delta$	0.12	0.12	0.12
D t (mm)	649	679	710
V (mm <sup>3</sup> )	30354118	35954077	43478150
W t (mm)	182	201	225
H t (mm)	96	98	101
D t - 2 × H t (mm)	457	483	508
$(D t^2 \times \pi / 4) / W t$	1818	1801	1760
$(V + 1.5 \times 10^7) / W t$	249198	253503	259903
$(V + 2.0 \times 10^7) / W t$	276671	278378	282125
$(V + 2.5 \times 10^7) / W t$	304144	303254	304347
扁平率 (%)	52.75	48.76	44.89
$30^{\circ}\text{C t a n } \delta \times W t$	21.84	24.12	27.00
(評価結果)			
高速走行時の転がり抵抗	110	104	100
耐久性能	106	104	100
総合評価	216	208	200

[0179] 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Wt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、高速走行時における転がり抵抗、耐久性のいずれも改善されて、顕著な効果が発揮されることが分かる。

[0180] 以上、本開示を実施の形態に基づいて説明したが、本開示は上記の実施の形態に限定されるものではない。本開示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。

[0181] 本開示（１）は、

トレッド部を有する空気入りタイヤであって、

前記トレッド部を形成するゴム層の少なくとも１層が、スチレンブタジエンゴムおよびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含み、 $30^{\circ}\text{C}$ 、周波数 $10\text{Hz}$ 、初期歪 $5\%$ 、動歪率 $1\%$ の条件下で測定された損失正接（ $30^{\circ}\text{C}$   $\tan\delta$ ）が、 $0.14$ 以下であるゴム組成物によって形成されており、

正規リムに組み込み、内圧を $250\text{kPa}$ とした際のタイヤの断面幅を $W_t$ （ $\text{mm}$ ）、外径を $D_t$ （ $\text{mm}$ ）とし、タイヤが占める空間の体積を仮想体積 $V$ （ $\text{mm}^3$ ）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。

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

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

[0182] 本開示（２）は、

下記（式３）を満足することを特徴とし、本開示（１）に記載の空気入りタイヤである。

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

[0183] 本開示（３）は、

下記（式４）を満足することを特徴とし、本開示（２）に記載の空気入りタイヤである。

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

[0184] 本開示（４）は、

正規リムに組み込み、内圧を $250\text{kPa}$ とした際のタイヤの外径を $D_t$ （ $\text{mm}$ ）、タイヤの断面高さ $H_t$ （ $\text{mm}$ ）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し、本開示 (1) から (3) のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0185] 本開示 (5) は、

扁平率が、40%以上であることを特徴とし、本開示 (1) から (4) のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0186] 本開示 (6) は、

扁平率が、45%以上であることを特徴とし、本開示 (5) に記載の空気入りタイヤである。

[0187] 本開示 (7) は、

扁平率が、47.5%以上であることを特徴とし、本開示 (6) に記載の空気入りタイヤである。

[0188] 本開示 (8) は、

扁平率が、50%以上であることを特徴とし、本開示 (7) に記載の空気入りタイヤである。

[0189] 本開示 (9) は、

前記  $30^\circ\text{C} \tan \delta$  が、0.12以下であることを特徴とし、本開示 (1) から (8) のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0190] 本開示 (10) は、

前記  $30^\circ\text{C} \tan \delta$  が、0.10以下であることを特徴とし、本開示 (9) に記載の空気入りタイヤである。

[0191] 本開示 (11) は、

$30^\circ\text{C} \tan \delta \times W_t \leq 30.0$  であることを特徴とし、本開示 (1) から (10) のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0192] 本開示 (12) は、

$30^\circ\text{C} \tan \delta \times W_t \leq 25.0$  であることを特徴とし、本開示 (11) に記載の空気入りタイヤである。

[0193] 本開示 (13) は、

タイヤ周方向に連続して延びる周方向溝をトレッド部に有しており、

前記トレッド部の接地面における前記周方向溝の溝幅 $L_0$ に対する前記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であることを特徴とし、本開示(1)から(12)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0194] 本開示(14)は、

タイヤ周方向に連続して延びる複数本の周方向溝をトレッド部に有しており、

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し、本開示(1)から(13)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0195] 本開示(15)は、

タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝をトレッド部に有しており、

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し、本開示(1)から(14)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0196] 本開示(16)は、

前記横溝の少なくとも1本が、溝幅/溝深さが0.50~0.80の横溝であることを特徴とし、本開示(15)に記載の空気入りタイヤである。

[0197] 本開示(17)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し、本開示(1)から(16)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0198] 本開示(18)は、

前記断面幅 $W_t$ (mm)が、205mm未満であることを特徴とし、本開示(1)から(17)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0199] 本開示(19)は、

前記断面幅 $W_t$  (mm) が、200mm未満であることを特徴とし、本開示(18)に記載の空気入りタイヤである。

[0200] 本開示(20)は、

前記トレッド部が、複数のゴム層から形成されており、

前記ゴム組成物が、前記トレッドのキャップゴム層に使用されていることを特徴とし、本開示(1)から(19)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

[0201] 本開示(21)は、

乗用車用空気入りタイヤであることを特徴とし、本開示(1)から(20)のいずれかとの任意の組合せの空気入りタイヤである。

## 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、  
                   前記トレッド部を形成するゴム層の少なくとも1層が、スチレンブタジエンゴムおよびイソプレン系ゴムを含有するゴム成分を含み、30℃、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（30℃  $\tan \delta$ ）が、0.14以下であるゴム組成物によって形成されており、  
                   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 $V$ （ $\text{mm}^3$ ）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。  

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

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

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

$$[(V + 2.5 \times 10^7) / W_t] \leq 2.88 \times 10^5 \quad \cdot \text{（式4）}$$
- [請求項4]           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 $H_t$ （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3のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項5]           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、45%以上であることを特徴とする請求項5に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項7]           扁平率が、47.5%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、50%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] 前記 $30^\circ \text{Ct} \tan \delta$ が、0.12以下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] 前記 $30^\circ \text{Ct} \tan \delta$ が、0.10以下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]  $30^\circ \text{Ct} \tan \delta \times Wt \leq 30.0$ であることを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項12]  $30^\circ \text{Ct} \tan \delta \times Wt \leq 25.0$ であることを特徴とする請求項11に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項13] タイヤ周方向に連続して延びる周方向溝をトレッド部に有しており、  
前記トレッド部の接地面における前記周方向溝の溝幅 $L_0$ に対する前記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であることを特徴とする請求項1ないし請求項12のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項14] タイヤ周方向に連続して延びる複数本の周方向溝をトレッド部に有しており、  
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13のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項15] タイヤ軸方向に延びる複数本の横溝をトレッド部に有しており、  
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14のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項16] 前記横溝の少なくとも1本が、溝幅/溝深さが0.50~0.80の横溝であることを特徴とする請求項15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。
- [請求項20] 前記トレッド部が、複数のゴム層から形成されており、  
前記ゴム組成物が、前記トレッドのキャップゴム層に使用されていることを特徴とする請求項1ないし請求項19のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。
- [請求項21] 乗用車用空気入りタイヤであることを特徴とする請求項1ないし請求項20のいずれか1項に記載の空気入りタイヤ。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/027579

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B60C 1/00</i> (2006.01)i; <i>B60C 3/04</i> (2006.01)i; <i>B60C 11/00</i> (2006.01)i; <i>B60C 11/13</i> (2006.01)i FI: B60C1/00 A; B60C11/00 D; B60C11/13 B; B60C11/13 C; B60C3/04 B		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60C1/00; B60C3/04; B60C11/00; B60C11/13		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-52330 A (BRIDGESTONE CORP.) 16 March 2017 (2017-03-16) entire text	1-21
A	JP 2017-52329 A (BRIDGESTONE CORP.) 16 March 2017 (2017-03-16) entire text	1-21
A	JP 2017-206194 A (BRIDGESTONE CORP.) 24 November 2017 (2017-11-24) entire text	1-21
A	JP 2016-94552 A (SUMITOMO RUBBER IND.) 26 May 2016 (2016-05-26) entire text	1-21
A	JP 2016-74408 A (BRIDGESTONE CORP.) 12 May 2016 (2016-05-12) entire text	1-21
A	JP 2017-52361 A (BRIDGESTONE CORP.) 16 March 2017 (2017-03-16) entire text	1-21
A	CN 109627509 A (GUIZHOU TYRE CO., LTD.) 16 April 2019 (2019-04-16) entire text	1-21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>29 September 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 October 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2021/027579**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008/0264543 A1 (MONTANARO et al.) 30 October 2008 (2008-10-30) claims, examples	1-21
A	US 2018/0126785 A1 (COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN) 10 May 2018 (2018-05-10) claims, examples	1-21

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/027579**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-52330	A	16 March 2017	US 2018/0272800 claims, examples	A1
				WO 2017/043008	A1
				EP 3348423	A1
				CN 108025593	A
JP	2017-52329	A	16 March 2017	US 2018/0244104 claims, examples	A1
				WO 2017/043007	A1
				EP 3348422	A1
				CN 108025594	A
JP	2017-206194	A	24 November 2017	(Family: none)	
JP	2016-94552	A	26 May 2016	(Family: none)	
JP	2016-74408	A	12 May 2016	(Family: none)	
JP	2017-52361	A	16 March 2017	US 2018/0215207 claims, examples	A1
				WO 2017/043003	A1
				EP 3348428	A1
				CN 108025600	A
CN	109627509	A	16 April 2019	(Family: none)	
US	2008/0264543	A1	30 October 2008	WO 2006/066602 claims, examples	A1
				EP 1827875	A1
US	2018/0126785	A1	10 May 2018	WO 2016/184756 claims, examples	A1
				EP 3297851	A1

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  B60C 1/00(2006.01)i; B60C 3/04(2006.01)i; B60C 11/00(2006.01)i; B60C 11/13(2006.01)i                  FI: B60C1/00 A; B60C11/00 D; B60C11/13 B; B60C11/13 C; B60C3/04 B</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  B60C1/00; B60C3/04; B60C11/00; B60C11/13</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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								
A	JP 2017-52330 A (株式会社ブリヂストン) 16.03.2017 (2017 - 03 - 16) 全文	1-21								
A	JP 2017-52329 A (株式会社ブリヂストン) 16.03.2017 (2017 - 03 - 16) 全文	1-21								
A	JP 2017-206194 A (株式会社ブリヂストン) 24.11.2017 (2017 - 11 - 24) 全文	1-21								
A	JP 2016-94552 A (住友ゴム工業株式会社) 26.05.2016 (2016 - 05 - 26) 全文	1-21								
A	JP 2016-74408 A (株式会社ブリヂストン) 12.05.2016 (2016 - 05 - 12) 全文	1-21								
A	JP 2017-52361 A (株式会社ブリヂストン) 16.03.2017 (2017 - 03 - 16) 全文	1-21								
A	CN 109627509 A (GUIZHOU TYRE CO., LTD.) 16.04.2019 (2019 - 04 - 16) 全文	1-21								
<p><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。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p>									
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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）	<p>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>									
“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										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日									
29.09.2021	12.10.2021									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）									
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	赤澤 高之 4F 4049									
	電話番号 03-3581-1101 内線 3430									

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 2008/0264543 A1 (MONTANARO et al.) 30.10.2008 (2008 - 10 - 30) claims, examples	1-21
A	US 2018/0126785 A1 (COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN) 10.05.2018 (2018 - 05 - 10) claims, examples	1-21

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/JP2021/027579

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-52330 A	16.03.2017	US 2018/0272800 A1 claims, examples WO 2017/043008 A1 EP 3348423 A1 CN 108025593 A	
JP 2017-52329 A	16.03.2017	US 2018/0244104 A1 claims, examples WO 2017/043007 A1 EP 3348422 A1 CN 108025594 A	
JP 2017-206194 A	24.11.2017	(ファミリーなし)	
JP 2016-94552 A	26.05.2016	(ファミリーなし)	
JP 2016-74408 A	12.05.2016	(ファミリーなし)	
JP 2017-52361 A	16.03.2017	US 2018/0215207 A1 claims, examples WO 2017/043003 A1 EP 3348428 A1 CN 108025600 A	
CN 109627509 A	16.04.2019	(ファミリーなし)	
US 2008/0264543 A1	30.10.2008	WO 2006/066602 A1 claims, examples EP 1827875 A1	
US 2018/0126785 A1	10.05.2018	WO 2016/184756 A1 claims, examples EP 3297851 A1	