(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10日(10.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/030253 A1

(51) 国際特許分類:
B60C 1/00 (2006.01) *B60C 13/00* (2006.01)
B60C 3/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/027204

(22) 国際出願日： 2021年7月20日(20.07.2021)

(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 2020-132439 2020年8月4日(04.08.2020) 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) **Title:** PNEUMATIC TIRE

(54) 発明の名称： 空気入りタイヤ

(57) **Abstract:** Provided is a pneumatic tire for which rolling resistance at high speed traveling is sufficiently reduced and durability is sufficiently improved. The pneumatic tire has a side part, a thickness S (mm) of a rubber layer radially outside a carcass on the side part at the maximum tire width position is 3 mm or less, the loss tangent of the rubber layer measured under the conditions of 70 °C, a frequency of 10 Hz, an initial distortion of 5%, and a dynamic distortion rate of 1% is 0.15 or less, and when the cross-sectional width of the tire is Wt (mm) and the outer diameter is Dt (mm) when mounted on a regular rim and the internal pressure is 250 kPa, the volume of the space occupied by the tire is the virtual volume V (mm^3), (Equation 1) and (Equation 2) are satisfied. $1700 \leqq (Dt^2 \times \pi/4)/Wt \leqq 2827.4$ (Equation 1) $[(V + 1.5 \times 10^7)/Wt] \leqq 2.88 \times 10^5$ (Equation) 2)

(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、さらに、耐久性が十分に改善された空気入りタイヤを提供する。 サイド部を有する空気入りタイヤであって、タイヤ最大幅位置におけるサイド部のカーカスより半径方向外側のゴム層の厚みＳ（ｍｍ）が３ｍｍ以下であると共に、ゴム層の７０℃、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が、０．１５以下であり、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（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。 $１７００ \leqq (Dt^2 \times \pi/4)/Wt \leqq ２８２７．４$ ・・・・・・（式１） $[(V + 1.5 \times 10^7)/Wt] \leqq 2.88 \times 10^5$ ・・・・・・（式２）

WO 2022/030253 A1

［続葉有］

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、さらに、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、

サイド部を有する空気入りタイヤであって、

タイヤ最大幅位置における前記サイド部のカーカスより半径方向外側のゴム層の厚みＳ（ｍｍ）が３ｍｍ以下であると共に、前記ゴム層の７０℃、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（７０℃ｔａｎδ）が、０．１５以下であり、

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（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。

$$1700 \leqq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \leqq 2827.4 \quad \cdots (式1)$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / Wt] \leqq 2.88 \times 10^5 \quad \cdots (式2)$$

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、さらに、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、タイヤ最大幅位置におけるサイド部のカーカスより半径方向外側のゴム層の厚みＳ（ｍｍ）が３ｍｍ以下であると共に、ゴム層の７０℃、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（７０℃ｔａｎδ）が、０．１５以下であ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（mm^3）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。

$$1700 \leqq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \leqq 2827.4 \quad \cdots (式1)$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / Wt] \leqq 2.88 \times 10^5 \quad \cdots (式2)$$

[0014] サイド部を形成するゴム層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、さらに、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Ｄｔ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Ｗｔ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^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Ｄｔ（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）Ｈｔ（ｍｍ）、タイヤの断面幅Ｗｔ（ｍｍ）に基づいて、以下の式により求めることができる。

$$V=[(Dt/2)^2-\{(Dt/2)-Ht\}^2]\times\pi\times Wt$$

[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、さらに、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Ｗｔ（ｍｍ）と外径Ｄｔ（ｍｍ）とが、$1700\leqq(Dt^2\times\pi/4)/Wt\leqq2827.4$（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Ｗｔに対して、タイヤを横方向から見たときの面積［（Ｄｔ／２）^{2}×π）＝（Ｄｔ^2×π／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、タイヤの耐久性および低転がり抵抗性の向上を図ることができると考えられる。

[0021] なお、（式１）において、$(Dt^2\times\pi/4)/Wt$は、１７３５以上であるとより好ましく、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、１９６３．４以上であるとさらに好ましく、２００４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、２０２７以上であるとさらに好ましく、２０３０以上であるとさらに好ましく、２０３３以上であるとさらに好ましく、２１１３以上であるとさらに好ましい。

[0022] しかしながら、このようなタイヤは、転動時の遠心力が大きくなるため、転動中にタイヤの半径が大きく成長し、それに合わせて薄くなったトレッド部に対して衝撃が加わった際、損傷が生じる恐れがある。また、遠心力で外径が大きくなることにより、サイド部の変形量も大きくなるため、高速走行時の転がり抵抗性についても改善の余地がある。

[0023] そこで、本開示においては、さらに、タイヤの仮想体積Ｖ（ｍｍ^3）および断面幅Ｗｔ（ｍｍ）が、［（Ｖ＋１．５×１０^7）／Ｗｔ］≦２．８８×１０^5（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Ｗｔ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、遠心力による外径成長率を低減させることができ、トレッド部に衝撃が加わった際の耐損傷性を改善できると考えられる。併せて、タイヤの外径成長を抑制することにより、サイド部の変形量も小さくできると考えられる。

[0025] なお、［（Ｖ＋１．５×１０^7）／Ｗｔ］は、２．８７×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．８６×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７７×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．６０×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．５８×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．５４×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．５０×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４２×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．２６×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．２５×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．２４×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．２１×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．２０×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．１９×１０

^{5}以下であるとさらに好ましく、２．１６×１０^{5}以下であるとさらに好ましい。

[0026] このとき、［（Ｖ＋２．０×１０^{7}）／Ｗｔ］≦２．８８×１０^{5}（式３）であるとより好ましく、［（Ｖ＋２．５×１０^{7}）／Ｗｔ］≦２．８８×１０^{5}（式４）であると、さらに好ましい。

[0027] なお、上記した［（Ｖ＋２．０×１０^{7}）／Ｗｔ］は、２．８３×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７９×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７７×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．６４×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４９×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４７×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４６×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４５×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．４４×１０^{5}以下であるとさらに好ましい。

[0028] また、［（Ｖ＋２．５×１０^{7}）／Ｗｔ］は、２．８６×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７７×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７６×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７２×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７１×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．７０×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．６９×１０^{5}以下であるとさらに好ましく、２．６８×１０^{5}以下であるとさらに好ましい。

[0029]（２）サイド部を形成するゴム層

本開示においては、さらに、サイド部を形成するゴム層について、タイヤ最大幅位置におけるサイド部のカーカスより半径方向外側の厚みＳ（ｍｍ）を３ｍｍ以下とすると共に、温度７０℃、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（７０℃ｔａｎδ）を、０．１５以下としている。

[0030] これにより、サイド部での発熱性を低減させると共に、サイド部の熱放出性をより一層高めることができるため、タイヤ内部の空気が膨張することで外径が大きくなることを抑制でき、耐久性および高速走行時の低転がり抵抗性をさらに向上させることができると考えられる。なお、この７０℃ｔａｎ

δは、０．１１以下であるとより好ましく、０．０７以下であるとさらに好ましい。

[0031] ７０℃ｔａｎδ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。具体的には、例えば、ＧＡＢＯ社製「イプレクサー（登録商標）」などの粘弾性測定装置を用いて、測定することができる。そして、サイド部を形成するゴム層が複数層によって形成されている場合には、そのうちの１層における７０℃ｔａｎδが、０．１５以下であればよい。

[0032] ［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。

[0033] 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い。これにより、サイド部の面積を大きくすることができるため、熱放出性がより向上して、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。

[0034] 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Ｈｔ（ｍｍ）と断面幅Ｗｔ（ｍｍ）を用いて、下式により求めることができる。

（Ｈｔ／Ｗｔ）×１００（％）

[0035] 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、５１％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、５３％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、５８％以上であるとさらに好ましい。なお、上限は特にないが、例えば、１００％以下である。

[0036] ２．サイド部ゴム層

サイド部が、分厚く、かつ面積が大きい場合、サイド部の熱放出量よりも

発熱量が大きくなる恐れがある。そこで、サイド部の体積に関係する指標である（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓと、発熱性に関する指標である７０℃ｔａｎδとの関係について、検討したところ、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦８００００（式５）を満足していれば、適切に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。

[0037] そして、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦６００００（式６）であればより好ましく、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦４００００（式７）、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦３５０００（式８）であればさらに好ましいことが分かった。

[0038] より具体的には、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓは、７２７５０以下であるとより好ましく、６９６２４以下であるとさらに好ましく、６３３９８以下であるとさらに好ましく、５９６３１以下であるとさらに好ましく、５８１２９以下であるとさらに好ましく、５４９００以下であるとさらに好ましく、５２１７１以下であるとさらに好ましく、４７９９４以下であるとさらに好ましく、４４３８５以下であるとさらに好ましく、３３６７３以下であるとさらに好ましく、３１８８４以下であるとさらに好ましく、３０１０４以下であるとさらに好ましく、２９５１５以下であるとさらに好ましく、２７８４７以下であるとさらに好ましく、２７５１９以下であるとさらに好ましく、１６６２６以下であるとさらに好ましく、１５０７８以下であるとさらに好ましく、１３７２５以下であるとさらに好ましい。

[0039] ３．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以上であるとさらに好ましく、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。

[0040] 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未満であるとさらに好ましく、６９２ｍｍ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。

[0041] そして、具体的な断面幅Ｗｔ（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、１７５ｍｍ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、１７８ｍｍ以上であるとさらにより好ましく、１８１ｍｍ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、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。

[0042] 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未満であるとさらに好ましく、２０５ｍｍ未満であるとさらに好ましく、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。

[0043] そして、具体的な断面高さＨｔ（ｍｍ）としては、例えば、３７ｍｍ以上であることが好ましく、６９ｍｍ以上であるとより好ましく、７０ｍｍ以上であるとさらに好ましく、７１ｍｍ以上であるとさらに好ましく、７８ｍｍ以上であるとさらに好ましく、７９ｍｍ以上であるとさらに好ましく、８０ｍｍ以上であるとさらに好ましく、８７ｍｍ以上であるとさらに好ましく、８９ｍｍ以上であるとさらに好ましく、９０ｍｍ以上であるとさらに好ましく、９５ｍｍ以上であるとさらに好ましく、９６ｍｍ以上であるとさらに好ましく、９８ｍｍ以上であるとさらに好ましく、９９ｍｍ以上であるとさらに好ましい。

[0044] 一方、１８０ｍｍ未満であることが好ましく、１１７ｍｍ以下であるとより好ましく、１１３ｍｍ以下であるとさらに好ましく、１１２ｍｍ未満であるとさらに好ましく、１０４ｍｍ以下であるとさらに好ましく、１０１ｍｍ以下であるとさらに好ましい。

[0045] そして、具体的な仮想体積Ｖとしては、例えば、１３，０００，０００ｍｍ^{3}以上であることが好ましく、２３，１３６，０６７ｍｍ^{3}以上であるとより好ましく、２３，２０６，１６０ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、２３，６７２，１７７ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、２８，４３１，９９２ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、２８，５２６，８２４ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、２９，０００，０００ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、２９，０８７，３７８ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３０，１１１，７１０ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３０，３５４，１１８ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３４，１９６，４１２ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３５，４１７，４４８ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３５，７８５，４１７ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３５，９５４，０７７ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３６，０００，０００ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３６，２０３、６１０ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましく、３７，０４０，１３１ｍｍ^{3}以上であるとさらに好ましい。

[0046] 一方、６６，０００，０００ｍｍ^{3}未満であることが好ましく、５０，０４３，２８１ｍｍ^{3}以下であるとより好ましく、４４，０００，０００ｍｍ^{3}未満であるとより好ましく、４３，４７８，１５０ｍｍ^{3}以下であるとさらに好ましく、４２，６１８，５８２ｍｍ^{3}以下であるとさらに好ましく、４０，１６１，９９５ｍｍ^{3}以下であることがさらに好ましく、３８，８００，０００ｍｍ^{3}未満であるとさらに好ましい。

[0047] 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、４５０ｍｍ以上であることが好ましく、４５７ｍｍ以上であるとより好ましく、４７０ｍｍ以上であるとさらに好ましく、４８０ｍｍ以上であるとさらに好ましく、４８２ｍｍ以上であるとさらに好ましく、４８４ｍｍ以上であるとさらに好ましい。

[0048] 一方、トレッド部の変形を考慮すると、５６０ｍｍ未満であることが好ましく、５５９ｍｍ以下であるとより好ましく、５５８ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５３４ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５３３ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５３２ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５３０ｍｍ未満であるとさらに好ましく、５１０ｍｍ未満であるとさらに好ましく、５０８ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５０７ｍｍ以下であるとさらに好ましく、５０６ｍｍ以下であるとさらに好ましい。

[0049] ［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。

[0050] １．サイド部を形成するゴム組成物

本開示に係るタイヤのサイ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。

[0051] （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）とイソプレン系ゴムとを使用することが好ましい。

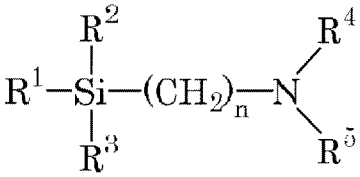
[0052] （ａ）ＢＲ

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４０質量部以上であることが好ましく、５０質量部以上であるとより好ましく、５５質量部以上であるとさらに好ましい。一方、高速走行時の転がり抵抗の保持性の観点からは、７５質量部以下であることが好ましく、７０質量部以下であるとより好ましく、６５質量部以下であるとさらに好ましい。

[0053] 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％以下である。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、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。

[0054] 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。

[0055] [化1]



[0056] なお、式中、R^1、R^2および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（－ＣＯＯＨ）、メルカプト基（－ＳＨ）またはこれらの誘導体を表す。R^4および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。R^4および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。

[0057] 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。

[0058] R^1、R^2および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）。R^4および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、R^4および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。

[0059] 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。

[0060] 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－ジフェニルメチルアミン、４，４’－ジグリシジル－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－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－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－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－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－ラウリロラクタム、Ｎ－ビニル－ω－ラウリロラクタム、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；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。

[0061] 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。

[0062] （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、２５質量部以上であることが好ましく、３０質量部以上であるとより好ましく、３５質量部以上であるとさらに好ましい。一方、５５質量部以下であることが好ましく、５０質量部以下であるとより好ましく、４５質量部以下であるとさらに好ましい。

[0063] 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等が挙げられるが、強度に優れるという点からＮＲが好ましい。

[0064] 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。

[0065] （ｃ）ＳＢＲ

ゴム成分には、必要に応じて、ＳＢＲを含有してもよい。このとき、ゴム成分１００質量部中のＳＢＲの含有量は、例えば、１質量部以上、１００質量部未満である。５質量部超であるとより好ましく、１５質量部超であるとさらに好ましく、２５質量部超であると特に好ましい。一方、６５質量部未満であることが好ましく、５５質量部未満であるとより好ましく、４５質量部未満であるとさらに好ましく、３５質量部未満であると特に好ましい。

[0066] 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、５質量％超、５０質量％未満が好ましく、

１０質量％超、４０質量％未満がより好ましく、２０質量％超、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。

[0067] 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のいずれでもよく、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。

[0068] 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。

[0069] 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て用いてもよい。

[0070] （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。

[0071] （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、カーボンブラック、シリカ、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、カーボンブラックが、補強剤として好ましく使用できる。また、必要に応じて、補強剤として、シリカを使用することも好ましいが、この場合には、シランカップリング剤と併用することが好ましい。

[0072] （イ）カーボンブラック

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、１０質量部以上、１００質量部以下であることが好ましく、３０質量部以上、７０質量部以下であるとより好ましく、４０質量部以上、５０質量部以下であるとさらに好ましい。これにより、タイヤの耐亀裂成長性、耐久性、耐紫外線劣化性などを向上させることができる。

[0073] 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。

[0074] 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）などを挙げることができる。

[0075] 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、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。

[0076] （ロ）シリカ

ゴム組成物は、必要に応じて、さらに、シリカを含むことが好ましい。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１４０ｍ^2／ｇ超が好ましく、１６０ｍ^2／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２５０ｍ^2／ｇ未満が好ましく、２２０ｍ^2／ｇ未満であることがより好ましい。また、ゴム成分１００質量部に対する前記シリカの含有量は、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く、４５質量部超がさらに好ましい。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質量部未満がさらに好ましい。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$_2$ＳＡの値である。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] （ハ）シランカップリング剤

ゴム組成物は、前記したように、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、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。

[0080] 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。

[0081] 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、１５質量部未満である。

[0082] （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、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。

[0083] （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、例えば、５質量部超が好ましく、１０質量部超がより好ましく、１２質量部超がさらに好ましい。また、３０質量部未満が好ましく、２０質量部未満がより好ましく、１７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。

[0084] オイルとしては、例えば、一般にプロセスオイルと言われる鉱物油、植物油脂、またはその混合物が挙げられる。プロセスオイル（鉱物油）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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] （ｃ）樹脂成分

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、例えば、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。

[0093] 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－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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] クマロンインデン樹脂の水酸基価（ＯＨ価）は、例えば、１５ｍｇＫＯＨ／ｇ超、１５０ｍｇＫＯＨ／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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 「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。

[0102] 「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。

[0103] 「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。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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いてよい。

[0109] 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。

[0110] （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、６．５質量部以上であるとより好ましい。

[0111] 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物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。

[0112] 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。

[0113] （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）、富士フイルム和光純薬（株）、千葉脂肪酸（株）等の製品を使用できる。

[0114] （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、４．５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。

[0115] （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質量部であり、２質量部以上であるとより好ましい。

[0116] 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。

[0117] なお、ワックスとしては、例えば、大内新興化学工業（株）、日本精蝋（株）、精工化学（株）等の製品を使用できる。

[0118] （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、２質量部以上であるとより好ましい。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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、１質量部以上であるとより好ましく、１．５質量部以上であるとさらに好ましい。

[0123] 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－ｔ－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。

[0124] （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。

[0125] ２．サイド部を形成するゴム組成物の作製

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。

[0126] 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。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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、サイドウォール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。

[0130] 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を貼り合せてサイド部を構成させることにより、未加硫タイヤを作製する。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 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。

[0135] 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、転がり抵抗の低減に加えて、高速走行における耐久性が優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

[0136] 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。

[0137] ［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。

[0138] １．サイド部を形成するゴム組成物の製造

最初に、サイド部を形成するゴム組成物の製造を行った。

[0139] （１）配合材料

まず、以下に示す各配合材料を準備した。

[0140] （ａ）ゴム成分

（イ）ＮＲ：ＴＳＲ２０

（ロ）ＢＲ－１：宇部興産（株）製のＵＢＥＰＯＬ－ＢＲ１５０Ｂ
（シス含量：９７質量％）

（ハ）ＢＲ－２：日本ゼオン（株）製のＮｉｐｏｌ－ＢＲ１２５０Ｈ
（スズ末端変性ＢＲ、シス含量：４０質量％）

（ニ）ＢＲ－３：宇部興産（株）製のＵＢＥＰＯＬ　ＶＣＲ６１７

（シス含量：９８質量％）

[0141] （ｂ）ゴム成分以外の配合材料

（イ）カーボンブラック：キャボットジャパン（株）製のショウブラックＮ５５０

（N_2ＳＡ：４２m^2／ｇ）

（ロ）オイル：（株）ジャパンエナジー製のプロセスＸ－１４０

（ハ）ステアリン酸：日油（株）製のステアリン酸「椿」

（ニ）酸化亜鉛：三井金属鉱業社製の亜鉛華１号

（ホ）ワックス：大内新興化学（株）製のサンノックワックス

（ヘ）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）

（ト）老化防止剤－２：川口化学工業（株）製のアンテージＲＤ

（２，２，４－トリメチル－１，２－ジヒドロキノリン）

（チ）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：大内新興化学工業（株）製のノクセラー　ＮＳ

（Ｎ－ｔｅｒｔ－ブチル－２－ベンゾチアゾリルスルフェンアミド）

[0142] （２）サイド部を形成するゴム組成物の製造

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。

[0143] 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、サイド部を形成するゴム組成物を得た。

[0144] ２．タイヤの製造

得られたゴム組成物を用いて、表１および表２に示す厚みＳ（ｍｍ）にサ

イド部材を成形し、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。

[0145] ３．パラメータの算出

その後、各試験用タイヤの外径Ｄｔ（ｍｍ）、断面幅Ｗｔ（ｍｍ）、断面高さＨｔ（ｍｍ）、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、各試験用タイヤのサイド部のゴム層から、タイヤ周方向が長辺となるように、長さ２０ｍｍ×幅４ｍｍ×厚さ１ｍｍで切り出して粘弾性測定用ゴム試験片を作製し、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、７０℃、初期歪５％、動歪１％、周波数１０Ｈｚの条件下でｔａｎδ（７０℃ｔａｎδ）を測定した。結果を、表１および表２に示す。

[0146] そして、（Ｄｔ－２×Ｈｔ）、（$Dt^2\times\pi/4$）／Ｗｔ、（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ、（Ｖ＋２．０×10^7）／Ｗｔ、（Ｖ＋２．５×10^7）／Ｗｔ、７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓを求めた。結果を、表１および表２に示す。

[0147] 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輌（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、高速走行時における転がり抵抗として計測した。

[0148] 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、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。

転がり抵抗＝[（試験用タイヤの計測結果）／（比較例１－５の計測結果）]×１００

[0149] （２）耐久性の評価

各試験用タイヤを車輌（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。

[0150] 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。

耐久性＝[（試験用タイヤの計測結果）／（比較例１－５の計測結果）]×１００

[0151] （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。

[0152] （４）評価結果

各評価の結果を、表１および表２に示す。

[0153]

[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	40	40	40	40
BR1					
BR2	30	30	30	30	30
BR3	30	30	30	30	30
カーボンブラック	45	40	40	45	45
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤1	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤2	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1.5	1.5	1	1
(パラメータ)					
70℃tanδ	0.11	0.07	0.07	0.11	0.11
S (mm)	3	3	1.5	3	3
Dt (mm)	674	673	672	684	692
V (mm^3)	23672177	23206160	23136067	30111710	34196412
Wt (mm)	176	175	177	181	178
Ht (mm)	71	70	69	89	104
Dt−2×Ht (mm)	532	533	534	506	484
($Dt^2\times\pi/4$) /Wt	2027	2033	2004	2030	2113
(V+1.5×10^7) /Wt	219728	218321	215458	249236	276384
(V+2.0×10^7) /Wt	248137	246892	243707	276860	304474
(V+2.5×10^7) /Wt	276546	275464	271955	304485	332564
扁平率 (%)	40	40	39	49	58
70℃tanδ×V/Wt×S	44385	27847	13725	54900	63398
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	116	120	132	112	110
耐久性	124	128	136	120	112
総合評価	240	248	268	232	222

[0154]

[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	40	40	40	40	40
ＢＲ１	60	60	60		
ＢＲ２				30	30
ＢＲ３				30	30
カーボンブラック	60	60	60	45	40
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤１	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤２	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1	1	1	1.5
(パラメータ)					
７０℃ｔａｎδ	0.2	0.2	0.2	0.11	0.07
Ｓ（mm）	5	5	3	5	3
Ｄｔ（mm）	636	693	635	637	636
Ｖ（mm^3）	38414424	34599284	38317377	38669035	38414424
Ｗｔ（mm）	177	177	176	176	177
ＩＩｔ（mm）	139	106	140	141	139
Ｄｔ－２×Ｈｔ（mm）	358	481	355	355	358
（$Dt^2\times\pi/4$）／Ｗｔ	1795	2131	1799	1811	1795
（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ	301776	280222	302940	304938	301776
（Ｖ＋２．０×10^7）／Ｗｔ	330025	308471	331349	333347	330025
（Ｖ＋２．５×10^7）／Ｗｔ	358274	336719	359758	361756	358274
扁平率（%）	79	60	80	80	79
７０℃ｔａｎδ×Ｖ／Ｗｔ×Ｓ	217031	195476	130627	120841	45576
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	94	98	94	96	100
耐久性	90	96	96	92	100
総合評価	184	194	190	188	200

[0155] ［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。

[0156] 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。

[0157] [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	40	40	40	40
ＢＲ１					
ＢＲ２	30	30	30	30	30
ＢＲ３	30	30	30	30	30
カーボンブラック	45	40	40	45	45
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤１	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤２	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1.5	1.5	1	1
(パラメータ)					
７０℃ｔａｎδ	0.11	0.07	0.07	0.11	0.11
Ｓ (mm)	3	3	1.5	3	3
Ｄｔ (mm)	665	663	664	680	691
Ｖ (mm^3)	29087378	28526824	28431992	35417448	42618582
Ｗｔ (mm)	200	199	198	196	202
Ｈｔ (mm)	79	78	78	99	117
Ｄｔ－２×Ｈｔ (mm)	507	507	508	482	457
($Dt^2\times\pi/4$) ／Ｗｔ	1737	1735	1749	1853	1856
(Ｖ＋１．５×10^7) ／Ｗｔ	220437	218728	219353	257232	285241
(Ｖ＋２．０×10^7) ／Ｗｔ	245437	243853	244606	282742	309993
(Ｖ＋２．５×10^7) ／Ｗｔ	270437	268979	269859	308252	334745
扁平率 (%)	40	39	39	51	58
７０℃ｔａｎδ×Ｖ／Ｗｔ×Ｓ	47994	30104	15078	59631	69624
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	118	122	126	116	118
耐久性	126	132	134	118	110
総合評価	244	254	260	234	228

[0158]

[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	195/65R17	195/40R20	195/65R17	195/65R17	195/65R17
(配合)					
NR	40	40	40	40	40
BR1	60	60	60		
BR2				30	30
BR3				30	30
カーボンブラック	60	60	60	45	40
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤1	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤2	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1	1	1	1.5
(パラメータ)					
70℃tanδ	0.2	0.2	0.2	0.11	0.07
S (mm)	5	5	3	5	3
Dt (mm)	686	664	686	685	687
V (mm^3)	44829249	28719183	44877023	44971685	44957448
Wt (mm)	201	200	200	202	200
Ht (mm)	127	78	128	127	128
Dt−2×Ht (mm)	432	508	430	431	431
($Dt^2\times\pi/4$) /Wt	1839	1731	1848	1824	1853
(V+1.5×10^7) /Wt	297658	218596	299385	296890	299787
(V+2.0×10^7) /Wt	322534	243596	324385	321642	324787
(V+2.5×10^7) /Wt	347409	268596	349385	346394	349787
扁平率 (%)	63	39	64	63	64
70℃tanδ×V/Wt×S	223031	143596	134631	122448	47205
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	96	98	96	98	100
耐久性	90	96	96	94	100
総合評価	186	194	192	192	200

[0159] [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。

[0160] 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。

[0161] [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	40	40	40	40	40
ＢＲ１					
ＢＲ２	30	30	30	30	30
ＢＲ３	30	30	30	30	30
カーボンブラック	45	40	40	45	45
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤１	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤２	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1.5	1.5	1	1
(パラメータ)					
７０℃ｔａｎδ	0.11	0.07	0.07	0.11	0.11
Ｓ（mm）	3	3	1.5	3	3
Ｄｔ（mm）	716	718	717	734	713
Ｖ（mm^3）	36203610	37010131	35785417	50043281	40161995
Ｗｔ（mm）	229	231	226	227	228
Ｈｔ（mm）	79	80	79	113	90
Ｄｔ－２×Ｈｔ（mm）	558	558	559	508	533
（$Dt^2\times\pi/4$）／Ｗｔ	1758	1753	1787	1864	1751
（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ	223597	225282	224714	286534	241939
（Ｖ＋２．０×10^7）／Ｗｔ	245431	246927	246838	308561	263868
（Ｖ＋２．５×10^7）／Ｗｔ	267265	268572	268962	330587	285798
扁平率（%）	34	35	35	50	39
７０℃ｔａｎδ×Ｖ／Ｗｔ×Ｓ	52171	33673	16626	72750	58129
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	108	116	126	110	114
耐久性	126	130	128	122	114
総合評価	234	246	254	232	228

[0162]

[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	40	40	40	40	40
ＢＲ１	60	60	60		
ＢＲ２				30	30
ＢＲ３				30	30
カーボンブラック	60	60	60	45	40
オイル	15	15	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2	2	2
老化防止剤１	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
老化防止剤２	2	2	2	2	2
硫黄	2	2	2	2	2
加硫促進剤	1	1	1	1	1.5
(パラメータ)					
７０℃ｔａｎδ	0.2	0.2	0.2	0.11	0.07
Ｓ（mm）	5	5	3	5	3
Ｄｔ（mm）	778	736	732	735	777
Ｖ（mm^3）	62176957	51904021	50611309	51375765	62080258
Ｗｔ（mm）	228	233	232	231	228
Ｈｔ（mm）	135	114	112	114	135
Ｄｔ－２×Ｈｔ（mm）	508	508	508	507	507
（$Dt^2\times\pi/4$）／Ｗｔ	2085	1826	1814	1837	2080
（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ	338495	287142	282807	287341	338071
（Ｖ＋２．０×10^7）／Ｗｔ	360425	308601	304359	308986	360001
（Ｖ＋２．５×10^7）／Ｗｔ	382355	330060	325911	330631	381931
扁平率（%）	59	49	48	49	59
７０℃ｔａｎδ×Ｖ／Ｗｔ×Ｓ	272706	222764	130891	122323	57179
(評価結果)					
高速走行時の転がり抵抗	96	98	96	94	100
耐久性	90	96	96	92	100
総合評価	186	194	192	186	200

[0163] ［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、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、さらに、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。

[0164] 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った。

[0165] 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った。

[0166] ［実験４］

次に、仮想体積Ｖと断面幅Ｗｔ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、上記した高速走行時における転がり抵抗および耐久性の評価に加えて、乗り心地についても評価した。

[0167] 具体的には、各試験用タイヤを車輌（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１０周走行した際の乗り心地を、ドライバーが５段階で官能にて検査した。評価は、２０人のドライバーによる評価を合計した後、実施例４－３における合計点を１００として、下式に基づいて指数化し、乗り心地を相対的に評価した。数値が大きいほど、乗り心地が良好であることを示している。

乗り心地＝[（試験用タイヤの評価合計点）／（実施例４－３の評価合計点）]×１００

[0168] 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。

[0169]

[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	40	40	40
ＢＲ１			
ＢＲ２	30	30	30
ＢＲ３	30	30	30
カーボンブラック	45	45	45
オイル	15	15	15
ステアリン酸	3	3	3
酸化亜鉛	4.5	4.5	4.5
ワックス	2	2	2
老化防止剤１	4.5	4.5	4.5
老化防止剤２	2	2	2
硫黄	2	2	2
加硫促進剤	1	1	1
(パラメータ)			
７０℃ｔａｎδ	0.11	0.11	0.11
Ｓ（mm）	1.5	1.5	1.5
Ｄｔ（mm）	649	679	710
Ｖ（mm^3）	30354118	35954077	43478150
Ｗｔ（mm）	182	201	225
Ｈｔ（mm）	96	98	101
Ｄｔ－２×Ｈｔ（mm）	457	483	508
（$Dt^2\times\pi/4$）／Ｗｔ	1818	1801	1760
（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ	249198	253503	259903
（Ｖ＋２．０×10^7）／Ｗｔ	276671	278378	282125
（Ｖ＋２．５×10^7）／Ｗｔ	304144	303254	304347
扁平率（%）	53	49	45
７０℃ｔａｎδ×Ｖ／Ｗｔ×Ｓ	27519	29515	31884
(評価結果)			
高速走行時の転がり抵抗	110	106	100
耐久性	100	104	106
乗り心地	110	106	100
総合評価	320	315	306

[0170] 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ることが分かった。また、乗り心地も向上することが分かった。

[0171] 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。

[0172] 本開示（１）は、

サイド部を有する空気入りタイヤであって、

タイヤ最大幅位置における前記サイド部のカーカスより半径方向外側のゴム層の厚みＳ（ｍｍ）が３ｍｍ以下であると共に、前記ゴム層の７０℃、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（７０℃ｔａｎδ）が、０．１５以下であり、

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（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。

$$1700 \leqq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \leqq 2827.4 \quad \cdots (式1)$$

$$[(V + 1.5 \times 10^7) / Wt] \leqq 2.88 \times 10^5 \quad \cdots (式2)$$

[0173] 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。

$$[(V + 2.0 \times 10^7) / Wt] \leqq 2.88 \times 10^5 \quad \cdots (式3)$$

[0174] 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。

$$[(V + 2.5 \times 10^7) / Wt] \leqq 2.88 \times 10^5 \quad \cdots (式4)$$

[0175] 本開示（４）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Ｄｔ（ｍｍ）、タイヤの断面高さＨｔ（ｍｍ）としたとき、（Ｄｔ－２×Ｈｔ）

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。

[0176] 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。

[0177] 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。

[0178] 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。

[0179] 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。

[0180] 本開示（９）は、

下記（式５）を満足することを特徴とし、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。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦８００００ ・・・・（式５）

[0181] 本開示（１０）は、

下記（式６）を満足することを特徴とし、本開示（９）に記載の空気入りタイヤである。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦６００００ ・・・・（式６）

[0182] 本開示（１１）は、

下記（式７）を満足することを特徴とし、本開示（１０）に記載の空気入りタイヤである。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦４００００ ・・・・（式７）

[0183] 本開示（１２）は、

下記（式８）を満足することを特徴とし、本開示（１１）に記載の空気入

りタイヤである。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦３５０００　・・・・（式８）

[0184] 本開示（１３）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Ｄｔ（ｍｍ）としたとき、Ｄｔが、６８５（ｍｍ）未満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。

[0185] 本開示（１４）は、

前記断面幅Ｗｔ（ｍｍ）が、２０５ｍｍ未満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。

[0186] 本開示（１５）は、

前記断面幅Ｗｔ（ｍｍ）が、２００ｍｍ未満であることを特徴とし、本開示（１４）に記載の空気入りタイヤである。

[0187] 本開示（１６）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（１５）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] サイド部を有する空気入りタイヤであって、

タイヤ最大幅位置における前記サイド部のカーカスより半径方向外側のゴム層の厚みＳ（ｍｍ）が３ｍｍ以下であると共に、前記ゴム層の７０℃、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（７０℃ｔａｎδ）が、０．１５以下であり、

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（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。

１７００≦（$Dt^2\times\pi$／４）／Ｗｔ≦２８２７．４　・・（式１）

［（Ｖ＋１．５×10^7）／Ｗｔ］≦２．８８×10^5　・（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＋２．０×10^7）／Ｗｔ］≦２．８８×10^5　・（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＋２．５×10^7）／Ｗｔ］≦２．８８×10^5　・（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Ｄｔ（ｍｍ）、タイヤの断面高さＨｔ（ｍｍ）としたとき、（Ｄｔ－２×Ｈｔ）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] 下記（式５）を満足す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。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦８００００ ・・・（式５）

[請求項10] 下記（式６）を満足することを特徴とする請求項９に記載の空気入りタイヤ。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦６００００ ・・・（式６）

[請求項11] 下記（式７）を満足することを特徴とする請求項１０に記載の空気入りタイヤ。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦４００００ ・・・（式７）

[請求項12] 下記（式８）を満足することを特徴とする請求項１１に記載の空気入りタイヤ。

７０℃ｔａｎδ×（Ｖ／Ｗｔ）×Ｓ≦３５０００ ・・・（式８）

[請求項13] 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Ｄｔ（ｍｍ）としたとき、Ｄｔ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１２のいずれか１項に記載の空気入りタイヤ。

[請求項14] 前記断面幅Ｗｔ（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１３のいずれか１項に記載の空気入りタイヤ。

[請求項15] 前記断面幅Ｗｔ（ｍｍ）が、２００ｍｍ未満であることを特徴とする請求項１４に記載の空気入りタイヤ。

[請求項16] 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１５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/JP2021/027204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60C 1/00(2006.01)i; ***B60C 3/04***(2006.01)i; ***B60C 13/00***(2006.01)i
FI: B60C1/00 B; B60C13/00 E; B60C3/04 Z

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)

B60C1/00-19/12

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-216629 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 27 August 1996 (1996-08-27) claims, paragraphs [0001], [0008]-[0039], fig. 2, 3	1, 2, 5-15
A		3, 4, 16
Y	JP 2010-195059 A (BRIDGESTONE CORP.) 09 September 2010 (2010-09-09) paragraph [0044], fig. 2	1, 2, 5-15
Y	JP 2015-33982 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 19 February 2015 (2015-02-19) paragraph [0050], fig. 2	1, 2, 5-15
Y	JP 2006-160106 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraphs [0032]-[0035], fig. 3	1, 2, 5-15
Y	JP 2016-74408 A (BRIDGESTONE CORP.) 12 May 2016 (2016-05-12) claims, paragraphs [0001]-[0011], [0020], [0021], [0035], [0051]-[0056], fig. 1	1, 4-10, 13-16
A		2, 3, 11, 12

☑ 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	Date of mailing of the international search report
14 September 2021	**28 September 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/027204

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-218096 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 20 November 2014 (2014-11-20) claims, paragraphs [0001]-[0005], [0054]-[0056], [0064], [0108]-[0123], fig. 1	1, 4-10, 13-16
A	JP 2013-221052 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 28 October 2013 (2013-10-28) entire text	1-16
A	JP 2010-58782 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 18 March 2010 (2010-03-18) entire text	1-16
A	JP 2016-74283 A (BRIDGESTONE CORP.) 12 May 2016 (2016-05-12) entire text	1-16
A	JP 2013-169817 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 02 September 2013 (2013-09-02) entire text	1-16
A	JP 2008-254619 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 23 October 2008 (2008-10-23) entire text	1-16
A	JP 2016-74298 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 12 May 2016 (2016-05-12) entire text	1-16
A	JP 2015-30428 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 16 February 2015 (2015-02-16) entire text	1-16
A	WO 2015/159538 A1 (BRIDGESTONE CORP.) 22 October 2015 (2015-10-22) entire text	1-16
A	US 2018/0122688 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 03 May 2018 (2018-05-03) entire text	1-16
A	CN 109627509 A (GUIZHOU TYRE CO., LTD.) 16 April 2019 (2019-04-16) entire text	1-16
A	JP 2009-202865 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 10 September 2009 (2009-09-10) entire text	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/027204

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 8-216629 A	27 August 1996	(Family: none)	
JP 2010-195059 A	09 September 2010	(Family: none)	
JP 2015-33982 A	19 February 2015	(Family: none)	
JP 2006-160106 A	22 June 2006	(Family: none)	
JP 2016-74408 A	12 May 2016	(Family: none)	
JP 2014-218096 A	20 November 2014	US 2014/0326386 A1 claims, paragraphs [0001]-[0005], [0062]-[0064], [0072], [0144]-[0153], fig. 1 EP 2799247 A2 CN 104129232 A	
JP 2013-221052 A	28 October 2013	CN 103374151 A	
JP 2010-58782 A	18 March 2010	US 2010/0032071 A1 EP 2154006 A1 CN 101643004 A KR 10-2010-0019323 A RU 2009130162 A	
JP 2016-74283 A	12 May 2016	US 2017/0297383 A1 WO 2016/051651 A1 EP 3202596 A1 CN 106794719 A	
JP 2013-169817 A	02 September 2013	US 2013/0213545 A1 EP 2628612 A1 CN 103253087 A	
JP 2008-254619 A	23 October 2008	(Family: none)	
JP 2016-74298 A	12 May 2016	US 2017/0305192 A1 WO 2016/056444 A1 EP 3196048 A1 KR 10-2017-0068486 A CN 107074015 A	
JP 2015-30428 A	16 February 2015	US 2016/0152076 A1 WO 2015/019990 A1 EP 3023266 A1 CN 105408132 A	
WO 2015/159538 A1	22 October 2015	US 2017/0028788 A1 EP 3127713 A1 CN 106232383 A	
US 2018/0122688 A1	03 May 2018	US 2017/0033001 A1	
CN 109627509 A	16 April 2019	(Family: none)	
JP 2009-202865 A	10 September 2009	US 2011/0094648 A1 WO 2009/096113 A1 CN 101932459 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/027204

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 13/00(2006.01)i
FI: B60C1/00 B; B60C13/00 E; B60C3/04 Z

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））

B60C1/00-19/12

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	１９７１－２０２１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

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 8-216629 A (住友ゴム工業株式会社) 27.08.1996 (1996-08-27) 特許請求の範囲,段落[0001],[0008]-[0039],図2,3	1,2,5-15
A		3,4,16
Y	JP 2010-195059 A (株式会社ブリヂストン) 09.09.2010 (2010-09-09) 段落[0044], 図２	1,2,5-15
Y	JP 2015-33982 A (住友ゴム工業株式会社) 19.02.2015 (2015-02-19) 段落[0050],図２	1,2,5-15
Y	JP 2006-160106 A (住友ゴム工業株式会社) 22.06.2006 (2006-06-22) 段落[0032],[0035],図３	1,2,5-15
Y	JP 2016-74408 A (株式会社ブリヂストン) 12.05.2016 (2016-05-12) 特許請求の範囲,段落[0001]-[0011],[0020]-[0021],[0035],[0051]-[0056],図１	1,4-10,13-16
A		2,3,11,12
Y	JP 2014-218096 A (住友ゴム工業株式会社) 20.11.2014 (2014-11-20) 特許請求の範囲,段落[0001]-[0005],[0054]-[0056],[0064],[0108]-[0123],図1	1,4-10,13-16

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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
14.09.2021	28.09.2021

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 2013-221052 A (住友ゴム工業株式会社) 28.10.2013 (2013-10-28) 全文	1-16
A	JP 2010-58782 A (住友ゴム工業株式会社) 18.03.2010 (2010-03-18) 全文	1-16
A	JP 2016-74283 A (株式会社ブリヂストン) 12.05.2016 (2016-05-12) 全文	1-16
A	JP 2013-169817 A (住友ゴム工業株式会社) 02.09.2013 (2013-09-02) 全文	1-16
A	JP 2008-254619 A (住友ゴム工業株式会社) 23.10.2008 (2008-10-23) 全文	1-16
A	JP 2016-74298 A (住友ゴム工業株式会社) 12.05.2016 (2016-05-12) 全文	1-16
A	JP 2015-30428 A (住友ゴム工業株式会社) 16.02.2015 (2015-02-16) 全文	1-16
A	WO 2015/159538 A1 (株式会社ブリヂストン) 22.10.2015 (2015-10-22) 全文	1-16
A	US 2018/0122688 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 03.05.2018 (2018-05-03) 全文	1-16
A	CN 109627509 A (GUIZHOU TYRE CO., LTD.) 16.04.2019 (2019-04-16) 全文	1-16
A	JP 2009-202865 A (住友ゴム工業株式会社) 10.09.2009 (2009-09-10) 全文	1-16

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/JP2021/027204

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 8-216629 A	27.08.1996	（ファミリーなし）	
JP 2010-195059 A	09.09.2010	（ファミリーなし）	
JP 2015-33982 A	19.02.2015	（ファミリーなし）	
JP 2006-160106 A	22.06.2006	（ファミリーなし）	
JP 2016-74408 A	12.05.2016	（ファミリーなし）	
JP 2014-218096 A	20.11.2014	US 2014/0326386 A1 claims,[0001]-[0005], [0062]-[0064],[0072],[0144]-[0153],Fig.1 EP 2799247 A2 CN 104129232 A	
JP 2013-221052 A	28.10.2013	CN 103374151 A	
JP 2010-58782 A	18.03.2010	US 2010/0032071 A1 EP 2154006 A1 CN 101643004 A KR 10-2010-0019323 A RU 2009130162 A	
JP 2016-74283 A	12.05.2016	US 2017/0297383 A1 WO 2016/051651 A1 EP 3202596 A1 CN 106794719 A	
JP 2013-169817 A	02.09.2013	US 2013/0213545 A1 EP 2628612 A1 CN 103253087 A	
JP 2008-254619 A	23.10.2008	（ファミリーなし）	
JP 2016-74298 A	12.05.2016	US 2017/0305192 A1 WO 2016/056444 A1 EP 3196048 A1 KR 10-2017-0068486 A CN 107074015 A	
JP 2015-30428 A	16.02.2015	US 2016/0152076 A1 WO 2015/019990 A1 EP 3023266 A1 CN 105408132 A	
WO 2015/159538 A1	22.10.2015	US 2017/0028788 A1 EP 3127713 A1 CN 106232383 A	
US 2018/0122688 A1	03.05.2018	US 2017/0033001 A1	
CN 109627509 A	16.04.2019	（ファミリーなし）	
JP 2009-202865 A	10.09.2009	US 2011/0094648 A1 WO 2009/096113 A1 CN 101932459 A	