

(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
2025年2月6日(06.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/028625 A1

(51) 国際特許分類:

C08L 21/00 (2006.01) C08K 5/3437 (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01) C08L 7/00 (2006.01)
C08K 3/22 (2006.01) C08L 9/00 (2006.01)
C08K 5/18 (2006.01)

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.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/027619

(22) 国際出願日: 2024年8月1日(01.08.2024)

(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 2023-126596 2023年8月2日(02.08.2023) JP

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

(71) 出願人:株式会社ブリヂストン(BRIDGESTONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(72) 発明者:鈴木 良彦 (SUZUKI Yoshihiko); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: RUBBER COMPOSITION, SIDE RUBBER, AND TIRE

(54) 発明の名称: ゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤ

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a rubber composition with which it is possible to improve the ratio of a sustainable material in a rubber product and to improve the elongation at break (EB) after heat deterioration. The rubber composition is characterized in that: it contains a rubber component (A), a recovered carbon black (B), at least 2 types of anti-aging agent (C), and a zinc oxide (D); and in that the mass ratio between the recovered carbon black (B) and the zinc oxide (D) [recovered carbon black (B)/zinc oxide (D)] is greater than 0 and equal to or less than 5.0.

(57) 要約: 本発明の課題は、ゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させることが可能な上、熱劣化後の切断時伸び(EB)を向上させたゴム組成物を提供することであり、その解決手段は、ゴム成分(A)と、再生カーボンブラック(B)と、少なくとも2種の老化防止剤(C)と、酸化亜鉛(D)と、を含み、前記再生カーボンブラック(B)と前記酸化亜鉛(D)との質量比[再生カーボンブラック(B)/酸化亜鉛(D)]が、0を超え且つ5.0以下であることを特徴とする、ゴム組成物である。



WO 2025/028625 A1

明 細 書

発明の名称： ゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤ

技術分野

[0001] 本発明は、ゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、タイヤ、ゴムクローラ、免震ゴム等のゴム製品には、種々のゴム組成物が使用されている。また、これらゴム製品の強度を確保するために、その原材料となる前記ゴム組成物には、補強性充填剤として、通常、カーボンブラックが配合されている。

[0003] 一方、昨今、社会の持続可能性（サステナビリティ）の観点から、ゴム製品に、生物資源（バイオマス資源）由来の材料や、再生資源（リサイクル資源）由来の材料といった、所謂、サステナブル材料を使用することが求められており、当該ゴム製品に適用するゴム組成物についても、サステナブル材料の比率の向上が求められている。例えば、カーボンブラックについては、再生資源（リサイクル資源）由来の材料として、再生カーボンブラックが知られている（下記特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：欧州特許出願公開第3427975号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、ゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させるために、補強性充填剤として、未使用のカーボンブラックの代わりに、再生カーボンブラックを使用すると、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）が低下し、該ゴム組成物を適用したゴム製品の熱劣化後の耐久性が低下するという問題がある。特に、タイヤのサイドウォール部に適用されるサイドゴムは、走行時に高温になり、熱劣化後においても高い耐久性が求められるため、サ

ステナブル材料の比率の向上と、熱劣化後の耐久性の向上とを両立する必要がある。

[0006] そこで、本発明は、上記従来技術の問題を解決し、ゴム製品のステナブル材料の比率を向上させることが可能な上、熱劣化後の切断時伸び（EB）を向上させたゴム組成物を提供することを課題とする。

また、本発明は、ステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の耐久性を向上させたサイドゴム及びタイヤを提供することを更なる課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決する本発明のゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤの要旨構成は、以下の通りである。

[0008] [1] ゴム成分（A）と、再生カーボンブラック（B）と、少なくとも2種の老化防止剤（C）と、酸化亜鉛（D）と、を含み、

前記再生カーボンブラック（B）と前記酸化亜鉛（D）との質量比〔再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）〕が、0を超え且つ5.0以下であることを特徴とする、ゴム組成物。

[0009] [2] 前記再生カーボンブラック（B）が、カーボンブラックを含む加硫ゴム製品の熱分解によって得られたものである、[1]に記載のゴム組成物。

[0010] [3] 前記再生カーボンブラック（B）は、灰分量が20質量%以下である、[1]又は[2]に記載のゴム組成物。

[0011] [4] 更に、前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）を含む、[1]～[3]のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0012] [5] 前記再生カーボンブラック（B）と、前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）との総量中の、前記再生カーボンブラック（B）の割合が、5～21質量%である、[4]に記載のゴム組成物。

[0013] [6] 前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）は、ジブチルフタレート（DBP）吸油量が50～150mL／100gで、且つ窒

素吸着比表面積 ($N_2 S A$) が $20 \sim 130 m^2/g$ である、[4] 又は [5] に記載のゴム組成物。

[0014] [7] 前記ゴム成分 (A) が、天然ゴムを含む、[1] ~ [6] のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0015] [8] 前記ゴム成分 (A) が、更にブタジエンゴムを含む、[7] に記載のゴム組成物。

[0016] [9] 前記酸化亜鉛 (D) の含有量が、前記ゴム成分 (A) 100 質量部に対して 4 質量部以下である、[1] ~ [8] のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0017] [10] 前記老化防止剤 (C) の少なくとも 1 種が、キノリン系老化防止剤 (C1) である、[1] ~ [9] のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0018] [11] 前記老化防止剤 (C) の少なくとも 1 種が、フェニレンジアミン系老化防止剤 (C2) である、[1] ~ [10] のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0019] [12] 前記酸化亜鉛 (D) と、前記老化防止剤 (C) の総量と、の質量比 [酸化亜鉛 (D) / 老化防止剤 (C) の総量] が、0 を超え且つ 0.55 以下である、[1] ~ [11] のいずれか一つに記載のゴム組成物。

[0020] [13] [1] ~ [12] のいずれか一つに記載のゴム組成物からなることを特徴とする、サイドゴム。

[0021] [14] [13] に記載のサイドゴムを具備することを特徴とする、タイヤ。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、ゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させることが可能な上、熱劣化後の切断時伸び (EB) を向上させたゴム組成物を提供することができる。

また、本発明によれば、サステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の耐久性を向上させたサイドゴム及びタイヤを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明のタイヤの一実施態様の断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下に、本発明のゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤを、その実施形態に基づき、詳細に例示説明する。

[0025] <定義>

本明細書に記載されている化合物は、部分的に、又は全てが化石資源由来であってもよく、植物資源等の生物資源由来であってもよく、使用済タイヤ等の再生資源由来であってもよい。また、化石資源、生物資源、再生資源のいずれか2つ以上の混合物由来であってもよい。

[0026] 本明細書において、「サステナブル材料の比率」とは、対象とするゴム組成物、サイドゴム、及びタイヤ中の、生物資源（バイオマス資源）由来の材料と、再生資源（リサイクル資源）由来の材料と、の総質量割合である。

[0027] 本明細書において、前記生物資源（バイオマス資源）とは、生物由来のカーボンニュートラルな有機資源を指し、例えば、デンプンやセルロース等の形で蓄えられたもの、植物を食べて成育する動物の体や、植物や動物を加工して得た製品等が包含され、化石資源（石油、石炭、天然ガス等）を除く資源である。該生物資源は、可食であってもよいし、非可食であってもよいが、食料と競合せず、また、資源の有効利用の観点からは、非可食であることが好ましい。

[0028] 前記生物資源の具体例としては、例えば、セルロース系作物（パルプ、ケナフ、麦藁、稲藁、古紙、製紙残渣等）、木材、木炭、堆肥、生ゴミ、植物油カス、水産物残渣、家畜排泄物、食品廃棄物、排水汚泥、天然ゴム、綿花、油脂（パーム油、ヒマシ油、綿実油、大豆油、アマニ油、菜種油、ヤシ油、落花生油、トール油、コーン油、コメ油、紅花油、ゴマ油、オリーブ油、向日葵油、パーム核油、椿油、ホホバ油、マカデミアナッツ油、桐油、ココナッツ油等）、炭水化物系作物（トウモロコシ、小麦、米、籾殻、米ぬか、古米、イモ類、そば、キャッサバ、サゴヤシ、サトウキビ等）、バガス（即ち、サトウキビの搾汁後の残渣）、大豆、おから、精油（松根油、オレンジ

油、ユーカリ油等)、パルプ黒液、藻類等が挙げられる。前記生物資源としては、これらを処理したもの(即ち、生物資源由来物質)を利用することもできる。処理方法としては、例えば、微生物、植物、動物、及びこれらの組織培養体等の働きを利用した生物学的処理方法;酸、アルカリ、触媒、熱エネルギー、光エネルギー等を利用した化学的処理方法;微細化、圧縮、マイクロ波処理、電磁波処理等の物理的処理方法;等が挙げられる。また、前記生物資源としては、前記生物資源や前記処理を行った生物資源から、抽出、精製したもの(即ち、生物資源由来物質)を利用することもできる。例えば、前記生物資源から精製した糖類、タンパク質、アミノ酸、脂肪酸、脂肪酸エステル等を利用することもできる。前記糖類としては、生物資源由来の、スクロース、グルコース、トレハロース、フルクトース、ラクトース、ガラクトース、キシロース、アロース、タロース、グロース、アルトロース、マンノース、イドース、アラビノース、アピオース、マルトース、セルロース、デンプン、キチン等が挙げられる。前記タンパク質としては、生物資源由来で、アミノ酸(好ましくはL-アミノ酸)が連結してできた化合物が挙げられ、ジペプチド等のオリゴペプチドも包含される。前記アミノ酸としては、生物資源由来の、バリン、ロイシン、イソロイシン、アルギニン、リジン、アスパラギン、グルタミン、フェニルアラニン等が挙げられ、これらの中でも、バリン、ロイシン、イソロイシン、アルギニン、フェニルアラニンが好ましい。該アミノ酸は、L-アミノ酸でも、D-アミノ酸でもよいが、天然における存在量が多く、入手容易性の観点から、L-アミノ酸が好ましい。前記脂肪酸としては、生物資源由来の、酪酸、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸等が挙げられる。前記脂肪酸エステルとしては、植物油、動物油、生物資源由来の油脂の改質物等が挙げられる。これら生物資源には、種々の材料、不純物が混入していてもよい。

[0029] 本明細書において、前記再生資源(リサイクル資源)とは、一度使用され、又は使用されずに収集され、若しくは廃棄された製品を再生(リサイクル)して得た資源を指す。例えば、再生資源としては、使用済タイヤ等の使用

済ゴム製品を再生（リサイクル）して得た資源等が挙げられる。

[0030] <ゴム組成物>

本実施形態のゴム組成物は、ゴム成分（A）と、再生カーボンブラック（B）と、少なくとも2種の老化防止剤（C）と、酸化亜鉛（D）と、を含む。そして、本実施形態のゴム組成物においては、前記再生カーボンブラック（B）と前記酸化亜鉛（D）との質量比〔再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）〕が、0を超え且つ5.0以下であることを特徴とする。

[0031] 本実施形態のゴム組成物において、再生カーボンブラック（B）は、再生資源（リサイクル資源）由来の材料であるため、再生カーボンブラック（B）をゴム組成物に配合することで、該ゴム組成物を適用したゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させることができる。

但し、上述の通り、通常の未使用のカーボンブラックの代わりに、再生カーボンブラックを配合すると、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）が低下するという問題がある。

この問題に対して、本実施形態のゴム組成物においては、少なくとも2種の老化防止剤（C）と、酸化亜鉛（D）とを配合し、更に、再生カーボンブラック（B）と酸化亜鉛（D）との質量比を規定する。ここで、酸化亜鉛（D）は、ゴム組成物の加硫を容易にする作用を有し、少な過ぎると、ゴム組成物を十分に加硫することが難しくなる。そして、本実施形態のゴム組成物においては、再生カーボンブラック（B）と酸化亜鉛（D）との質量比〔再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）〕を5.0以下とすることで、即ち、酸化亜鉛（D）を再生カーボンブラック（B）の含有量の20質量%以上配合することで、再生カーボンブラック（B）に起因する物性の低下を、酸化亜鉛（D）による加硫性の向上で補い、熱劣化後の切断時伸び（EB）の低下を抑制する。一方、老化防止剤（C）は、ゴム組成物の耐熱劣化性を向上させる作用を有し、ゴム組成物が老化防止剤を2種以上含むことで、それぞれの老化防止剤の老化防止作用が相互に補われ、老化防止剤を1種のみ含む場合よりも、熱劣化後の切断時伸び（EB）が向上する。

従って、本実施形態のゴム組成物は、ゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させることが可能な上、熱劣化後の切断時伸び（EB）が向上している。

[0032]（ゴム成分（A））

本実施形態のゴム組成物は、ゴム成分（A）を含み、該ゴム成分（A）が、組成物にゴム弾性をもたらす。該ゴム成分（A）は、サステナブル率が30質量%以上であることが好ましく、40質量%以上であることがより好ましく、50質量%以上であることがより好ましく、60質量%以上であることがより好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることが更に好ましく、90質量%以上であることがより一層好ましく、100質量%であることが特に好ましい。

ここで、ゴム成分（A）の「サステナブル率」とは、ゴム成分（A）中の、生物資源（バイオマス資源）由来の成分と、再生資源（リサイクル資源）由来の成分と、の総質量割合である。

[0033] 前記ゴム成分（A）としては、前記生物資源由来のゴム、及び前記再生資源由来のゴムが好ましい。

ここで、前記生物資源由来のゴムを構成するモノマー成分100mol%中の生物資源由来のモノマー成分の割合は、50mol%以上が好ましく、70mol%以上がより好ましく、80mol%以上が更に好ましく、90mol%以上がより一層好ましく、95mol%以上が特に好ましく、100mol%であってもよい。

また、前記再生資源由来のゴムを構成するモノマー成分100mol%中の再生資源由来のモノマー成分の割合は、50mol%以上が好ましく、70mol%以上がより好ましく、80mol%以上が更に好ましく、90mol%以上がより一層好ましく、95mol%以上が特に好ましく、100mol%であってもよい。

[0034] 前記ゴム成分（A）は、架橋に寄与する成分であり、通常、重量平均分子量（Mw）が1万以上であり、好ましくは5万以上、より好ましくは15万

以上、更に好ましくは20万以上であり、また、好ましくは500万以下、より好ましくは200万以下、より好ましくは150万以下、更に好ましくは130万以下である。

なお、本明細書において、ゴム成分(A)の重量平均分子量(Mw)は、例えば、ゲルパーミエーションクロマトグラフ(GPC)(東ソー(株)製GPC-8000シリーズ、検出器:示差屈折計、カラム:東ソー(株)製のTSKGEL SUPERMULTIPORE HZ-M)による測定値を基に標準ポリスチレン換算により求めることができる。

[0035] 前記ゴム成分(A)としては、ジエン系ゴムが好ましく、また、該ジエン系ゴムとしては、イソプレン系ゴム、及びブタジエン系ゴムが好ましい。ここで、イソプレン系ゴムとは、モノマー単位としてイソプレン由来の単位を含むゴムを指し、また、ブタジエン系ゴムとは、モノマー単位としてブタジエン由来の単位を含むゴムを指す。

[0036] 前記イソプレン系ゴムとしては、天然ゴム(NR)、合成イソプレンゴム(IR)、改質天然ゴム(改質NR)、変性天然ゴム(変性NR)、変性合成イソプレンゴム(変性IR)等が挙げられる。天然ゴム(NR)としては、例えば、RSS#3、TSR20(例えば、SIR20やSTR20)等、タイヤ工業において一般的なものを使用できる。天然ゴム(NR)の起源は、特に限定されず、例えば、パラゴムノキ由来、グアユール由来、ロシアタンポポ由来のもの等が挙げられる。合成イソプレンゴム(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)等が挙げられる。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が挙げられる。変性IRとしては、エポキシ化合成イソプレンゴム、水素添加合成イソプレンゴム、グラフト化合成イソプレンゴム等が挙げられる。これらイソプレン系ゴムは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。これらの中でも、イソプレン系ゴムとしては、NR

が好ましい。

[0037] 前記イソプレン系ゴムは、サステナブル率が30質量%以上であることが好ましく、40質量%以上であることがより好ましく、50質量%以上であることがより好ましく、60質量%以上であることがより好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることが更に好ましく、90質量%以上であることがより一層好ましく、100質量%であることが特に好ましい。

前記イソプレン系ゴムのサステナブル率を前記範囲内とするためには、天然ゴム（NR）を使用したり、生物資源由来のイソプレンや再生資源由来のイソプレンをモノマー成分として合成されたポリマーを使用することが好ましい。この際、合成されたポリマーは、生物資源由来のモノマーの単独重合体であってもよいし、再生資源由来のモノマーの単独重合体であってもよいし、生物資源由来のモノマーと再生資源由来のモノマーとの共重合体であってもよいし、生物資源由来のモノマー及び／又は再生資源由来のモノマーと化石資源（石油等）由来のモノマーとの共重合体であってもよい。

[0038] 前記ゴム成分（A）は、天然ゴム（NR）を含むことが好ましい。ゴム成分（A）が天然ゴムを含有することで、サステナブル材料の比率を更に向上させることが可能な上、ゴム組成物の破壊強度を高めることができる。その結果、該ゴム組成物を用いたゴム製品のサステナブル材料の比率と、耐久性を更に向上させることができる。

[0039] 前記ブタジエン系ゴムとしては、ブタジエンゴム（BR）、芳香族ビニル化合物-ブタジエン共重合体ゴム（例えば、スチレン-ブタジエンゴム（SBR））等が挙げられる。ここで、ブタジエン系ゴムの原料となるブタジエンは、生物資源由来又は再生資源由来であることが好ましい。

[0040] 前記ブタジエンゴム（BR）としては、例えば、高シス含量のブタジエンゴム、低シス含量のブタジエンゴム、シンジオタクチックポリブタジエン結晶を含有するブタジエンゴム等が挙げられる。前記ブタジエンゴム（BR）としては、市販品を利用することができ、該ブタジエンゴムの市販品として

は、UBEエラストマー（株）、株式会社ENEOSマテリアルズ、旭化成（株）、日本ゼオン（株）等の製品が挙げられる。これらブタジエンゴムは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0041] 前記芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴム（例えば、SBR）としては、例えば、乳化重合芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴム（例えば、乳化重合スチレンーブタジエンゴム（E-SBR））、溶液重合芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴム（例えば、溶液重合スチレンーブタジエンゴム（S-SBR））等が挙げられる。前記芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴムにおいて、芳香族ビニル化合物（芳香族ビニルモノマー）としては、例えば、スチレン、ビニルナフタレン、ジビニルナフタレン等が挙げられる。これら芳香族ビニル化合物は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。これらの中でも、スチレンが好ましく、生物資源由来のスチレン、及び再生資源由来のスチレンが特に好ましい。即ち、芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴムとしては、SBRが好ましい。なお、前記スチレンは、置換基を有していてもよい。前記芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴムとしては、市販品を利用することができ、該市販品としては、旭化成（株）、株式会社ENEOSマテリアルズ、日本ゼオン（株）、住友化学（株）等の製品が挙げられる。これら芳香族ビニル化合物ーブタジエン共重合体ゴムは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0042] 前記ブタジエン系ゴムは、サステナブル率が30質量%以上であることが好ましく、40質量%以上であることがより好ましく、50質量%以上であることがより好ましく、60質量%以上であることがより好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることが更に好ましく、90質量%以上であることがより一層好ましく、100質量%であることが特に好ましい。

前記ブタジエン系ゴムのサステナブル率を前記範囲内とするためには、例えば、生物資源由来のブタジエン、再生資源由来のブタジエン、生物資源由

来の芳香族ビニル化合物（例えば、生物資源由来のスチレン）、再生資源由来の芳香族ビニル化合物（例えば、再生資源由来のスチレン）をモノマー成分として合成されたポリマーを使用すればよい。この際、合成されたポリマーは、生物資源由来のモノマーの単独重合体であってもよいし、再生資源由来のモノマーの単独重合体であってもよいし、生物資源由来のモノマーと再生資源由来のモノマーとの共重合体であってもよいし、生物資源由来のモノマー及び／又は再生資源由来のモノマーと化石資源（石油等）由来のモノマーとの共重合体であってもよい。なお、生物資源（バイオマス資源）由来のブタジエンゴム（B-R）、生物資源由来の芳香族ビニル化合物-ブタジエン共重合体ゴム（例えば、生物資源（バイオマス資源）由来のスチレン-ブタジエンゴム（B-SBR））には、ブタジエン等を従来法に従って重合して得たゴムだけではなく、微生物、植物、動物、及びこれらの組織培養体（以下、「微生物等」とも呼ぶ。）による反応や酵素反応により得られたゴムも包含される。

[0043] 前記ゴム成分（A）は、ブタジエンゴム（BR）を含むことが好ましい。ブタジエンゴムは、ゴム組成物の切断時伸び（EB）等の物性を向上させることができる。

また、前記ゴム成分（A）は、天然ゴム（NR）に加えて、更にブタジエンゴム（BR）を含むことが特に好ましい。ゴム成分（A）として、天然ゴムとブタジエンゴムとを併用することで、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）を更に向上させることができる。

[0044] また、前記ゴム成分（A）全体のサステナブル率を前記範囲内とするためには、ゴム成分（A）として、天然ゴム（NR）を使用したり、生物資源由来のモノマー成分や再生資源由来のモノマー成分をモノマー成分として合成されたポリマーを使用することが好ましい。

[0045] 一般に、タイヤ用ゴム組成物の素材（ゴム及びそのモノマー、充填剤、樹脂等）は、その製造に大規模な製造装置を要するため、通常、特定地域の大型工場生産され、原料及び製品の保管、輸送に多くのエネルギーを要する。

これに対して、生物資源（バイオマス資源）由来の素材は、各地域の農産物、森林等に由来し、また、微生物の発酵、触媒反応により小規模でも製造できるため、各地域の生産物や廃棄物を活用することで、原料の輸送及び保管に要するエネルギーを削減でき、更には製造した素材のタイヤ工場への輸送及び保管に要するエネルギーも削減でき、環境に優しい。また、再生資源（リサイクル資源）由来の素材は、例えば、使用済タイヤを解体、熱分解して、ゴム、充填剤、スチールコード等、タイヤを構成する材料を取り出すことで入手できる。その他にも、生物資源又は生物資源の処理物を脱硫して、当該生物資源又は生物資源の処理物から硫黄含有物質を取り除く脱硫工程と、該脱硫工程で発生した脱硫処理残渣から硫黄を回収する回収工程と、回収した硫黄を加硫用硫黄に加工する加工工程と、を含む方法（例えば、特願2022-140390に記載の方法）等により、生物資源又は生物資源の処理物から硫黄を得ることができ、各種廃棄物や使用済み物品からタイヤ用ゴム組成物の素材を入手することができる。このように、サステナブル材料（生物資源由来の素材や、再生資源由来の素材）を用いることで、ライフサイクル全体における二酸化炭素排出量（LCCO₂）の削減、ライフサイクル全体におけるエネルギー消費量（LCE）の削減、ライフサイクル全体で発生するコスト（LCC）の削減、化石資源の使用量削減等、タイヤ製造において総合的に環境負荷を低減できる。

[0046] また、前記ゴム組成物を製造する際の、生物資源、再生資源、化石資源（例えば、化石資源由来のモノマー成分）の供給状況及び／又は市場の要求（例えば、生物資源の食料としての需要）に応じて、生物資源由来のモノマー成分、再生資源由来のモノマー成分、及び化石資源由来のモノマー成分の比率を適宜選択して、生物資源由来のモノマー成分、再生資源由来のモノマー成分、及び化石資源由来のモノマー成分を重合することにより、従来の合成ゴムを用いた場合と同等の性能を有するサステナブル材料（生物資源由来の素材や、再生資源由来の素材）由来のゴムを得ることができる。なお、再生資源由来のモノマー成分を用いる場合は、該モノマーの製造工程上の理由か

ら、化石資源由来のモノマー成分と分けることが困難な場合もある。その場合は、マスバランスの考え方を採用することで、環境に対する影響を評価することができる。

[0047] 前記ゴム成分（A）全体中の各モノマー単位（例えば、イソプレンに由来する単位、ブタジエンに由来する単位、芳香族ビニル化合物に由来する単位）の比率は、適用先の部材等に応じて、適宜調整することができる。該ゴム成分（A）全体中の各モノマー単位の比率は、例えば、上述のイソプレン系ゴム、ブタジエン系ゴムを適宜組み合わせることで調整できる。また、ブタジエンに由来する単位中のシス結合単位の比率についても、適用先の部材等に応じて適宜調整することができる。

なお、本明細書において、「モノマー単位」とは、ポリマーの構成単位を意味し、「イソプレンに由来する単位」とは、モノマーであるイソプレンに基づいて構成されるポリマー中の構成単位（天然ゴム中のイソプレン単位も含む）を意味し、「ブタジエンに由来する単位」とは、モノマーであるブタジエンに基づいて構成されるポリマー中の構成単位を意味し、芳香族ビニル化合物に由来する単位とは、モノマーである芳香族ビニル化合物に基づいて構成されるポリマー中の構成単位を意味する。

また、本明細書において、各モノマー単位の比率は、NMRにより測定される。

[0048] 前記ゴム成分（A）は、上述のイソプレン系ゴム、ブタジエンゴム（BR）、芳香族ビニル化合物-ブタジエン共重合体ゴム（例えば、SBR）の他にも、アクリロニトリル-ブタジエンゴム（NBR）、クロロプレンゴム（CR）、ブチルゴム（IIR）、スチレン-イソプレン-ブタジエン共重合体ゴム（SIBR）等のジエン系ゴムを含んでもよい。これらゴム成分は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。ただし、本実施形態のゴム組成物においては、前記ゴム成分（A）中の総スチレン量が、5質量%以下であることが好ましく、3質量%以下であることが更に好ましく、0質量%であってもよい。ゴム成分（A）中の総スチレン量が5

質量%を超えると、ゴム組成物の物性が低下し、熱劣化後の切断時伸び（E B）を十分に向上させることができない。

[0049] 前記ゴム成分（A）には、変性により、カーボンブラック、シリカ等の充填剤と相互作用する官能基が導入されていてもよい。該官能基としては、アミノ基、アミド基、イソシアネート基、イミノ基、イミダゾール基、ウレア基、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、エーテル基、カルボニル基、オキシカルボニル基、シリル基、アルコキシシリル基、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、チオカルボニル基等が挙げられ、また、これら官能基は、置換基を有していてもよい。これら官能基は、1種単独でゴム成分に導入してもよいし、2種以上を組み合わせることでゴム成分に導入してもよい。これらの中でも、アミノ基、アルコキシ基、及びアルコキシシリル基が好ましく、アミノ基の水素原子が炭素数1～6のアルキル基で置換された置換アミノ基、炭素数1～6のアルコキシ基、及び炭素数1～6のアルコキシシリル基が更に好ましい。

[0050] 前記官能基は、例えば、該官能基を有する化合物（変性剤）を前記ゴム成分（A）と反応させることで導入できる。該官能基は、シリカやカーボンブラックといった充填剤に対して相互作用性を有する変性官能基であり、例えば、含窒素官能基、含ケイ素官能基、含酸素官能基等が挙げられる。含窒素官能基を有する化合物（変性剤）としては、アミノ基含有化合物等が挙げられ、含ケイ素官能基を有する化合物（変性剤）としては、ハロゲン化ケイ素、ヒドロカルビルオキシシラン化合物等が挙げられ、含酸素官能基を有する化合物（変性剤）としては、アルコキシ基含有化合物、アルキレンオキシド基含有化合物、トリアルキルシリロキシ基含有化合物等が挙げられる。より具体的には、国際公開第2016/194316号、国際公開第2019/117256号に記載の化合物等が挙げられる。これら変性剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせることで用いてもよい。

[0051] 前記サステナブル材料（生物資源由来の素材や、再生資源由来の素材）由来のゴムは、例えば、生物資源由来のモノマー成分や、再生資源由来のモノマー成分を用い、必要に応じて、化石資源由来のモノマー成分を用いて、従来の化石資源由来の合成ゴムの製造方法と同様にして製造することができる。また、前記サステナブル材料由来のゴム（特には、生物資源由来のゴム）は、微生物等による反応や酵素反応により得ることもできる。

[0052] 上述の生物資源から生物資源由来ゴムを調製する方法については、例えば、特開2022-179158号公報に記載の方法を用いることができる。例えば、モノマー成分として生物資源から得られたブタジエンを用いることで、生物資源（バイオマス資源）由来のブタジエンゴム（B-BR）を得ることができ、また、モノマー成分として生物資源から得られたスチレンと、生物資源から得られたブタジエンを用いることで、生物資源（バイオマス資源）由来のスチレン-ブタジエンゴム（B-SBR）を得ることができる。ここで、生物資源からB-BR、B-SBRを得る方法としては、人工的に重合する方法の他、生体内で重合する方法、生物由来酵素で重合する方法等が挙げられる。得られるB-BR、B-SBRの分子量、分岐、ミクロ構造等は、目的のタイヤ性能に応じて、公知の方法に従って重合条件を変更することにより適宜調整することができる。

[0053] 前記生物資源から得られたブタジエンとしては、アルキルアルコール類（好ましくはエタノール、及びブタノール、より好ましくはブタノール）由来のブタジエン、アルケン類（好ましくはエチレン）由来のブタジエン、不飽和カルボン酸類（好ましくはチグリニン酸）由来のブタジエンを好適に使用できる。また、これらのブタジエンを2種以上組み合わせて用いてもよい。

また、前記生物資源から得られたスチレンとしては、植物（好ましくはマンサク科、エゴノキ科、キョウチクトウ科に属する植物、より好ましくはフウ属、エゴノキ属、ニチニチソウ属に属する植物、更に好ましくはモミジバフウ、エゴノキ、ニチニチソウ）により得られたスチレン、微生物（好ましくはペニシリウム属、エシェリキア属に属する微生物、より好ましくはP.

c i t r i n u m、形質転換されたE. c o l i) により得られたスチレンを好適に使用できる。また、これらのスチレンを2種以上組み合わせて用いてもよい。

[0054] 昨今、バイオエタノール、バイオエチレン等を中心としたバイオマスコンビナートが計画されているが、バイオエタノール及びバイオエチレンは、生物資源として、主に糖類及び／又はセルロース類を用いて製造され、タンパク質、脂質、アミノ酸等の他の生物資源を有効に活用できない。更に、糖類は、食料と競合し、セルロース類の過度の利用は、森林伐採に繋がる。そのため、種々の生物資源の供給状況の他、再生資源の供給状況、化石資源の供給状況、及び市場の要求（例えば、バイオマス資源の食料としての需要）に応じて、前記生物資源由来のモノマー成分として、生物資源由来のモノマー成分を複数種使用したり、生物資源由来のモノマー成分と再生資源由来のモノマー成分と化石資源由来のモノマー成分とを併用し、更にこれらのモノマー成分の比率を適宜調整して使用することが好ましい。これにより、1種類の生物資源に頼ることなく、糖、タンパク質、脂質等、幅広い生物資源や、再生資源を有効に活用でき、また、サステナブル材料由来のゴムを安定的に供給でき、更には、製造時の状況に応じて環境に配慮することもできる。

なお、生物資源由来のモノマー成分を複数種類使用する場合には、異なる生物資源に由来するモノマー成分、即ち、異なる生物資源から得られたモノマー成分を使用することが好ましい。具体的には、生物資源由来のブタジエンとして、由来が異なる複数種類の生物資源由来のブタジエンの混合物を使用すること、及び／又は、生物資源由来のスチレンとして、由来が異なる複数種類の生物資源由来のスチレンの混合物を使用することが好ましい。これにより、複数種類の生物資源を有効活用できる。

[0055] (再生カーボンブラック (B))

本実施形態のゴム組成物は、再生カーボンブラック (B) を含む。該再生カーボンブラック (B) は、再生資源 (リサイクル資源) 由来の材料であるため、再生カーボンブラック (B) をゴム組成物に配合することで、該ゴム

組成物を適用したゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させることができる。

[0056] 本明細書において、「再生カーボンブラック」とは、リサイクルに供された廃棄物である原材料から回収して得られるカーボンブラックを指す。前記廃棄物としては、廃ゴム、使用済みタイヤ、廃油等が挙げられる。廃ゴムは、ゴム製品から発生するものに限らず、ゴム製品の生産又は補修等で生じる不要な端材等を含む全ての廃棄されたゴムを指す。端材としては、例えば、バフ粉、ピーリングゴム等が挙げられる。バフ粉は、例えば、タイヤのリトレッドにおける、台タイヤに残っているトレッド部分を削るバフ工程で発生する細かいゴムである。ピーリングゴムは、タイヤ等のゴム製品の表面から剥ぎ取られた、例えば、1～2cm幅の長尺なゴムである。ピーリングゴムは、先がU字状又はV字状のナイフをピーラー（peeler）のように用いてタイヤ等のゴム製品の表面を削ることによって発生する。また、廃ゴムは、架橋されたゴムに限らず、未加硫ゴムも含む。ゴム製品は、例えば、タイヤ、ゴムホース等の最終製品及び最終製品の製造段階におけるゴムの部品又はパーツを含む。使用済みタイヤは、例えば、リトレッドが行われるものであってもよいし、タイヤ交換、廃車等に伴って生じる廃タイヤ及びタイヤとしての寿命を終えたELT（End-of-Life Tire）等、何らかの理由で廃棄されたものであってもよい。廃油は、プラスチック、ゴムを分解した際に発生するものに限らず、例えば、動植物性油、潤滑油、絶縁油、切削油等、産業から排出される使用済みの油等が挙げられる。その中でも、廃油としては、シリコンゴム由来、ポリ塩化ビニル由来等、有機物以外の組成を持たないものが望ましい。また、廃油としては、カーボンブラック、又はカーボンブラックを含むゴムが混入したものが望ましい。

「再生カーボンブラック」は、石油、天然ガス、石炭等の炭化水素を原材料として直接製造されるカーボンブラック、即ち、リサイクル品ではないカーボンブラックとは異なる。なお、ここでの「使用済み」とは、実際に使用された後で廃棄されたものだけでなく、製造されたもの実際には使用さ

れずに廃棄されたものも含む。

[0057] また、前記再生カーボンブラック（B）は、カーボンブラックを含む加硫ゴム製品の熱分解によって得られたものであることが好ましい。カーボンブラックを含む加硫ゴム製品の熱分解によって得られる再生カーボンブラックは、カーボンブラックを含む加硫ゴム製品が大量に存在し、また、熱分解によって容易に得られるため、入手し易い。更に、該再生カーボンブラック（B）は、上記カーボンブラックを含む加硫ゴム製品の熱分解によって生成する固形残渣から得られるものであることが好ましい。カーボンブラックを含むゴム製品を熱分解した際に、固形残渣と揮発成分（オイル）とが得られ、いずれからも再生カーボンブラックを回収することが可能である。

なお、揮発成分からカーボンブラックを回収する場合、カーボンブラックを製造するのに適した比重のオイル分を回収し、それを用いて既存のカーボンブラック製造方法（例えば、特表2015-520259号公報）にてカーボンブラックを製造することが可能である。この場合、固形残渣から回収されるカーボンブラックとは異なり、不純物が含まれない、異なるグレードが混在しない等の利点がある。また、低環境負荷なカーボンブラックの製造においては、前述のゴム熱分解により得られる揮発成分を回収して得られるオイル以外にも、植物油、廃プラ由来のオイル等を用いる等、様々な選択肢がある。しかしながら、植物油のような可食資源は、食用等の他用途ニーズもあり十分量を確保することへの課題や、耕作地の拡大に伴う環境への影響についても考慮する必要がある。また、廃プラ等に由来するオイルは、プラスチックの水平リサイクル等、他用途でも使われるため、やはり供給面での課題が考えられる。一方で、加硫ゴム製品、とりわけタイヤの熱分解によって生成する揮発成分（オイル）を用いる場合は、タイヤ業界内で既存材料を使い続ける仕組みのため、既存材料を使い続けることが可能となり、新規タイヤ製造において新たな材料の消費量を削減して、業界として環境負荷の軽減に貢献することが可能となる。前記カーボンブラックのグレードとしては、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。

[0058] 使用済ゴム及び使用済タイヤに代表される廃棄物を熱分解して得られる固形残渣には、カーボンブラックの他、灰分が含まれる。灰分は、ゴムやタイヤに含まれる不揮発成分に由来する。このため、当該固形残渣から得られる再生カーボンブラックは、相対的にカーボンブラックの含有量が低くなる。一方で、再生カーボンブラックを用いて製造されるタイヤに要求される諸物性を考慮すると、再生カーボンブラックにおけるカーボン含有量は、高いほど好ましい。前記再生カーボンブラック（B）において、カーボン含有量は、80質量%以上であることが好ましく、85質量%以上であることがより好ましく、87質量%以上であることがより好ましく、89質量%以上であることが更に好ましい。前記再生カーボンブラック（B）におけるカーボン含有量は、97質量%以下であることが好ましい。なお、前記カーボン含有量は、吸着水分を含まない値である。

[0059] 前記灰分には、具体的に、酸化亜鉛、硫化亜鉛、シリカ、鉄化合物（酸化鉄）、酸化カルシウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム等が含まれる。廃棄物を熱分解して得られる固形残渣から製造される再生カーボンブラックの場合、灰分を除去する種々の工程を行っても、灰分が一定量残留する。本実施形態においては、再生カーボンブラック（B）に灰分が含まれることを許容する。前記再生カーボンブラック（B）は、灰分量の下限値は0.5質量%であっても良い。一方、タイヤに要求される諸物性、再生カーボンブラックの品質等を考慮すると、再生カーボンブラック（B）に含まれる灰分量は、20質量%以下であることが好ましく、15質量%以下であることがより好ましく、5.0質量%以下であることが更に好ましい。再生カーボンブラック（B）の灰分量が20質量%以下であると、ゴム組成物を適用したゴム製品の諸物性を向上させることができる。

ここで、本明細書において、カーボンブラックの灰分量は、ASTM D 8474・D 1506に従って求められる。

[0060] また、前記再生カーボンブラック（B）は、使用済み空気入りタイヤの熱分解プロセスから得ることができる。例えば、欧州特許出願公開第3427975号明細書では、「ゴム化学と技術」、Vol. 85、No. 3、408～449頁（2012）、特に、438、440、442頁に言及し、酸素を排除した550～800℃での有機材料の熱分解、または、比較的低い温度での真空熱分解により得られることが記載されている（[0027]）。このような熱分解プロセスから得られるカーボンブラックは、特許第6856781号の[0004]で言及されているように、通常、その表面に官能基を欠くものである（熱分解カーボンブラックと市販のカーボンブラックとの表面形態および化学の比較、Powder Technology 160（2005）190～193）。

[0061] 前記再生カーボンブラック（B）は、その表面に官能基を欠くものであってもよく、又は、その表面に官能基を含むように処理されたものであってもよい。再生カーボンブラックの表面に官能基を含むように行う処理は、常法により実施することができる。例えば、欧州特許出願公開第3173251号明細書では、熱分解プロセスから得られたカーボンブラックを、酸性条件下で、過マンガン酸カリウムで処理することにより、その表面にヒドロキシル及び／又はカルボキシル基を含むカーボンブラックを得ている。また、特許第6856781号では、熱分解プロセスから得られたカーボンブラックを、少なくとも1つのチオール基又はジスルフィド基を含むアミノ酸化合物で処理して、その表面を活性化したカーボンブラックを得ている。本実施形態に係る再生カーボンブラックは、これらの表面に官能基を含むように処理されたカーボンブラックをも含むものである。

[0062] また、使用済みタイヤ等の架橋ゴム製品（加硫ゴム製品）の熱分解としては、例えば、650℃以上の温度の熱分解法が挙げられる。

[0063] 前記分解に用いる架橋ゴム製品については、予め配合されているゴム成分の種類でグループ分けしてから、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。また、予め配合されている充填剤の種類（例えば、カーボンブラ

ックの種類、シリカの種類、カーボンブラックとシリカの混合比率、等)でグループ分けをし、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。更に、ゴム成分の種類によるグループ分け及び充填剤の種類によるグループ分けを共に行った上で、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。そのようにグループごとで分解工程を行う場合、より均一な物性を有する再生カーボンブラックが得られるため、再度ゴム成分に配合する場合、より性能のいいゴム組成物が得られる。

[0064] また、前記分解に用いる架橋ゴム製品がタイヤ由来の場合、予めタイヤの種類別(例えば、乗用車用、トラックやバス用、オフロード等の大型車用、航空機用、農業車両用等)でグループ分けしてから、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。また、予めタイヤの部材別(例えば、トレッドゴム、サイドウォールゴム、ビード部ゴム、スチールコード被覆ゴム、有機繊維被覆ゴム、パッドゴム、クッションゴム等)でグループ分けしてから、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。更に、タイヤの種類別によるグループ分け及びタイヤの部材別によるグループ分けを共に行った上で、それぞれのグループごとで分解工程を行っても良い。そのようにグループごとで分解工程を行う場合、より均一な物性を有する再生カーボンブラックが得られるため、再度ゴム成分に配合する場合、より性能のいいゴム組成物が得られる。

[0065] 本実施形態で用いる再生カーボンブラック(B)は、BET法による窒素吸着比表面積(N_2SA)が $40\sim 100\text{ m}^2/\text{g}$ であることが好ましく、 $50\sim 90\text{ m}^2/\text{g}$ であることがより好ましく、 $55\sim 75\text{ m}^2/\text{g}$ であることが特に好ましい。また、DBP吸油量が $70\sim 120\text{ mL}/100\text{ g}$ であることが好ましく、 $75\sim 110\text{ mL}/100\text{ g}$ であることがより好ましく、 $80\sim 100\text{ mL}/100\text{ g}$ であることが特に好ましい。なお、本実施形態における再生カーボンブラックとしては、市販品を用いることができ、かかる市販品としては、例えば、Enrestec社製の商品名「PB365」が挙げられる。PB365は、使用済みタイヤの熱分解を経て生成される再

生カーボンブラックであり、BET法による N_2SA が $73.6 \text{ m}^2/\text{g}$ である。また、PB365は、灰分を17質量%程度含んでいる。

なお、本明細書において、カーボンブラックのBET法による窒素吸着比表面積(N_2SA)は、統計的厚さ比表面積(STSA)であり、ASTM D6556に従って求められる。また、本明細書において、カーボンブラックのDBP吸油量は、ASTM D2414に従って求められる。

[0066] 前記再生カーボンブラック(B)は、pHが4~12であることが好ましく、5~11であることがより好ましく、6~10であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックのpHは、ASTM D1512に従って求められる。

[0067] 前記再生カーボンブラック(B)は、トルエン着色透過度が60%以上であることが好ましく、70%以上であることがより好ましく、80%以上であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックのトルエン着色透過度は、ASTM D1618に従って求められる。

[0068] 前記再生カーボンブラック(B)は、125℃での加熱損失が3質量%以下であることが好ましく、2.5質量%以下であることがより好ましく、2質量%以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックの125℃での加熱損失は、ASTM D1509に従って求められる。

[0069] 前記再生カーボンブラック(B)は、硫黄量が5質量%以下であることが好ましく、3.5質量%以下であることがより好ましく、3質量%以下であることが特に好ましい。

[0070] 前記再生カーボンブラック(B)は、35メッシュ篩残分が20質量ppm以下であることが好ましく、15質量ppm以下であることがより好ましく、10質量ppm以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックの35メッシュ篩残分

は、ASTM D1514に従って求められる。

[0071] 前記再生カーボンブラック（B）は、325メッシュ（44 μ m）篩残分が1000質量ppm以下であることが好ましく、700質量ppm以下であることがより好ましく、300質量ppm以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックの325メッシュ（44 μ m）篩残分は、ASTM D1514に従って求められる。

[0072] 前記再生カーボンブラック（B）は、ペレット硬さが100cN以下であることが好ましく、90cN以下であることがより好ましく、80cN以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックのペレット硬さは、ASTM D5230に従って求められる。

[0073] 前記再生カーボンブラック（B）は、ペレット微粉量が10質量%以下であることが好ましく、7質量%以下であることがより好ましく、5質量%以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックのペレット微粉量は、ASTM D1508に従って求められる。

[0074] 前記再生カーボンブラック（B）は、粒子径（D97）が25 μ m以下であることが好ましく、15 μ m以下であることがより好ましく、10 μ m以下であることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックの粒子径（D97）は、レーザー回折型粒度分布計を用い、水の屈折率1.33、充填剤の屈折率1.75として求められる。

[0075] 前記再生カーボンブラック（B）は、5 μ m以下の粒子の割合が50体積%以上であることが好ましく、70体積%以上であることがより好ましく、80体積%以上であることが特に好ましい。

[0076] 前記再生カーボンブラック（B）は、圧縮ジブチルフタレート（24M4DBP）吸収量が50～110mL/100gであることが好ましく、60

～100mL/100gであることがより好ましく、70～90mL/100gであることが特に好ましい。

ここで、本明細書において、再生カーボンブラックの24M4DBP吸収量は、ASTM D3493に従って求められる。

[0077] 前記再生カーボンブラック（B）の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して1～100質量部であることが好ましく、5～80質量部であることがより好ましく、5～50質量部であることがより好ましく、5～30質量部であることがより好ましく、5～20質量部であることが更に好ましい。再生カーボンブラック（B）の含有量が、ゴム成分（A）100質量部に対して5質量部以上であると、ゴム組成物を適用するゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させる効果が大きく、また、50質量部以下であると、ゴム組成物の耐破壊性をより確実に維持できる。

[0078] （再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E））

本実施形態のゴム組成物は、更に、前記再生カーボンブラック（B）以外のカーボンブラック（E）を含むことが好ましい。再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）を、前記再生カーボンブラック（B）と組み合わせることにより、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）を更に向上させることができる。該再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）としては、植物由来のカーボンブラックが特に好ましい。植物由来のカーボンブラックとしては、例えば、ヒマシ油、松脂油に由来するものが挙げられる。前記カーボンブラックのグレードとしては、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。前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）としては、市販品を利用することができ、該再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）の市販品としては、旭カーボン（株）、キャボットジャパン（株）、東海カーボン（株）、三菱ケミカル（株）、ライオン（株）、日鉄カーボン（株）、Birla Carbon社等の製品を使用できる。これらカーボンブラックは、1種単

独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0079] 前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) の窒素吸着比表面積 (N_2SA) は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリ、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) の窒素吸着比表面積 (N_2SA) は、 $20\text{ m}^2/\text{g}$ 以上が好ましく、 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以上がより好ましく、 $70\text{ m}^2/\text{g}$ 以上がより好ましく、 $90\text{ m}^2/\text{g}$ 以上が更に好ましく、また、 $200\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が好ましく、 $150\text{ m}^2/\text{g}$ 以下がより好ましく、 $130\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が更に好ましい。

[0080] 前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) は、ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が $50\sim150\text{ mL}/100\text{ g}$ であることが好ましい。また、再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) は、ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が $50\sim150\text{ mL}/100\text{ g}$ で、且つ窒素吸着比表面積 (N_2SA) が $20\sim130\text{ m}^2/\text{g}$ であることが更に好ましく、ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が $80\sim130\text{ mL}/100\text{ g}$ で、且つ窒素吸着比表面積 (N_2SA) が $20\sim60\text{ m}^2/\text{g}$ であることが更に好ましい。ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が $50\sim150\text{ mL}/100\text{ g}$ で、且つ窒素吸着比表面積 (N_2SA) が $20\sim130\text{ m}^2/\text{g}$ であるカーボンブラック (E) を、前記再生カーボンブラック (B) と組み合わせることにより、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び (EB) を更に向上させることができる。また、ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が $80\sim130\text{ mL}/100\text{ g}$ で、且つ窒素吸着比表面積 (N_2SA) が $20\sim60\text{ m}^2/\text{g}$ であるカーボンブラック (E) を、前記再生カーボンブラック (B) と組み合わせることにより、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び (EB) をより一層向上させることができる。

[0081] 前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリ、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、再生カーボン

ブラック以外のカーボンブラック（E）の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、3質量部以上がより好ましく、5質量部以上がより一層好ましく、また、100質量部以下が好ましい。

[0082] 前記再生カーボンブラック（B）と、前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック（E）との総量（即ち、カーボンブラックの総量）中の、前記再生カーボンブラック（B）の割合は、5～21質量%であることが好ましい。カーボンブラックの総量中の再生カーボンブラック（B）の割合が5質量%以上であると、ゴム組成物及びそれを用いたゴム製品のサステナブル材料の比率を向上させる効果が大きく、また、カーボンブラックの総量中の再生カーボンブラック（B）の割合が21質量%以下であると、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）をより一層向上させることができる。

[0083] （老化防止剤）

本実施形態のゴム組成物は、少なくとも2種の老化防止剤（C）を含む。ここで、該「少なくとも2種の老化防止剤（C）」に関して、各老化防止剤は、それぞれ分子構造が異なる。該老化防止剤（C）としては、キノリン系老化防止剤、フェニレンジアミン系老化防止剤、ジフェニルアミン系老化防止剤、フェノール系老化防止剤、キノン系老化防止剤、カルバメート系老化防止剤、イミダゾール系老化防止剤等が挙げられる。前記老化防止剤（C）としては、市販品を利用することができ、該老化防止剤（C）の市販品としては、大内新興化学工業（株）、住友化学（株）、精工化学（株）、フレクシス社等の製品を使用できる。

[0084] 前記老化防止剤（C）の総含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、老化防止剤（C）の総含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、1.5質量部以上がより好ましく、2質量部以上が更に好ましく、また、12質量部以下が好ましく、10質量部以下がより好ましく、8質量部以下が更に好ましい。

[0085] キノリン系老化防止剤（C1）

本実施形態のゴム組成物においては、前記老化防止剤（C）の少なくとも1種が、キノリン系老化防止剤（C1）であることが好ましい。該キノリン系老化防止剤（C1）は、キノリン部分又はその誘導体部分（ジヒドロキノリン部分等）を有する老化防止剤である。該キノリン系老化防止剤（C1）は、ゴム組成物の耐熱劣化性を長期に亘って向上させ、熱劣化後の切断時伸び（EB）を向上させる作用を有する。そのため、前記老化防止剤（C）の少なくとも1種がキノリン系老化防止剤（C1）であるゴム組成物は、熱劣化後の切断時伸び（EB）が更に向上している。

[0086] 前記キノリン系老化防止剤（C1）は、ジヒドロキノリン部分を有することが好ましく、1, 2-ジヒドロキノリン部分を有することが更に好ましい。

前記キノリン系老化防止剤（C1）として、具体的には、2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの重合体（老化防止剤TMDQ）、6-エトキシ-2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリン（AW）、6-アニリノ-2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリン等が挙げられる。前記キノリン系老化防止剤（C1）としては、市販品を利用することができ、該市販品としては、大内新興化学工業（株）、住友化学（株）、精工化学（株）、フレクシス社等の製品を使用できる。これらキノリン系老化防止剤（C1）は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

前記キノリン系老化防止剤（C1）は、2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの重合体（老化防止剤TMDQ）を含むことが好ましい。2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの重合体を含むキノリン系老化防止剤（C1）は、ゴム組成物の耐熱劣化性を向上させる効果が高く、また、ゴム組成物を変色させ難いという利点も有する。

なお、2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの重合体としては、2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリンの二量体、三量

体、四量体等が挙げられる。

[0087] 前記キノリン系老化防止剤 (C 1) の含有量は、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して0.1~5質量部の範囲が好ましい。キノリン系老化防止剤 (C 1) の含有量が、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して0.1質量部以上であると、ゴム組成物の耐熱劣化性を十分に確保でき、熱劣化後の切断時伸び (EB) を十分に向上させることができる。また、キノリン系老化防止剤 (C 1) の含有量が、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して5質量部以下であると、発熱性等の他のゴム物性への影響が小さくなり、タイヤ用途に好適となる。前記キノリン系老化防止剤 (C 1) の含有量は、耐熱劣化性の観点から、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して0.3質量部以上が好ましく、0.5質量部以上が更に好ましく、また、他のゴム物性へ影響の観点から、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して4質量部以下が好ましく、3質量部以下が更に好ましい。

[0088] -フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) -

本実施形態のゴム組成物においては、前記老化防止剤 (C) の少なくとも1種が、フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) であることが好ましい。該フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) は、フェニレンジアミン部分 (-NH-C₆H₄-NH-) 又はその誘導体部分を有する老化防止剤である。該フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) は、ゴム組成物の老化 (熱、光、オゾン等による劣化) を総合的に防止する作用を有する。そのため、前記老化防止剤 (C) の少なくとも1種がフェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) であるゴム組成物は、熱劣化後の切断時伸び (EB) が更に向上している。また、ゴム組成物が前記キノリン系老化防止剤 (C 1) と共にフェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) を含むことで、それぞれの老化防止剤の老化防止作用が補われ、熱劣化後の切断時伸び (EB) がより一層向上する。

[0089] 前記フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) として、具体的には、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 (6PPD)、N,N'-ビス(1,4-ジメチルペンチル)-p-フェニレ

ンジアミン（77PD）、N，N′-ジフェニル-p-フェニレンジアミン（DPPD）、N，N′-ビス（1-エチル-3-メチルペンチル）-p-フェニレンジアミン等が挙げられる。前記フェニレンジアミン系老化防止剤（C2）としては、市販品を利用することができ、該市販品としては、大内新興化学工業（株）、住友化学（株）、精工化学（株）、フレクシス社等の製品を使用できる。これらフェニレンジアミン系老化防止剤（C2）は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0090] 前記フェニレンジアミン系老化防止剤（C2）の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して0.1～11質量部の範囲が好ましい。フェニレンジアミン系老化防止剤（C2）の含有量が、前記ゴム成分（A）100質量部に対して0.1質量部以上であると、ゴム組成物の耐熱劣化性を十分に確保でき、熱劣化後の切断時伸び（EB）を十分に向上させることができる。また、フェニレンジアミン系老化防止剤（C2）の含有量が、前記ゴム成分（A）100質量部に対して11質量部以下であると、発熱性等の他のゴム物性への影響が小さくなり、タイヤ用途に好適となる。前記フェニレンジアミン系老化防止剤（C2）の含有量は、耐熱劣化性の観点から、前記ゴム成分（A）100質量部に対して1質量部以上が好ましく、2質量部以上が更に好ましく、また、他のゴム物性へ影響の観点から、前記ゴム成分（A）100質量部に対して8質量部以下が好ましく、5質量部以下が更に好ましい。

[0091]（酸化亜鉛（D））

本実施形態のゴム組成物は、酸化亜鉛（亜鉛華）（D）を含む。該酸化亜鉛（D）としては、亜鉛地金だけでなく、再生亜鉛や亜鉛ドロスから得られた（即ち、リサイクルにより得られた）酸化亜鉛が好ましい。該酸化亜鉛（D）としては、市販品を利用でき、該酸化亜鉛の市販品としては、ハクスイテック（株）、正同化学工業（株）、堺化学工業（株）、三井金属鉱業（株）、東邦亜鉛（株）等の製品を使用できる。これら酸化亜鉛（D）の市販品は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0092] 前記酸化亜鉛（D）の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、酸化亜鉛（D）の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、1.5質量部以上がより好ましく、1.8質量部以上がより一層好ましく、また、10質量部以下が好ましく、6質量部以下がより好ましく、4質量部以下がより一層好ましく、2.2質量部以下が特に好ましい。酸化亜鉛（D）の含有量が、前記ゴム成分（A）100質量部に対して4質量部以下であると、ゴム組成物の熱劣化後の切断時伸び（EB）が更に向上する。また、酸化亜鉛（D）の含有量が、前記ゴム成分（A）100質量部に対して1.5～4質量部の範囲であると、ゴム組成物の加硫性を向上させつつ、熱劣化後の切断時伸び（EB）が更に向上し、1.8～2.2質量部の範囲であると、ゴム組成物の加硫性を更に向上させつつ、熱劣化後の切断時伸び（EB）をより一層向上させることができる。

[0093] 本実施形態のゴム組成物においては、前記再生カーボンブラック（B）と前記酸化亜鉛（D）との質量比〔再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）〕が、0を超え且つ5.0以下であり、3.0以上5.0以下が好ましい。再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）の質量比が5.0を超えると、熱劣化後の切断時伸び（EB）を十分に向上させることができない。また、再生カーボンブラック（B）／酸化亜鉛（D）の質量比が3.0以上5.0以下の範囲であると、熱劣化後の切断時伸び（EB）を更に向上させることができる。

[0094] 前記酸化亜鉛（D）と、前記老化防止剤（C）の総量と、の質量比〔酸化亜鉛（D）／老化防止剤（C）の総量〕は、0を超え且つ0.55以下であることが好ましく、0.3以上0.55以下が更に好ましい。酸化亜鉛（D）／老化防止剤（C）の総量の質量比が0.55以下であると、熱劣化後の切断時伸び（EB）を更に向上させることができる。また、酸化亜鉛（D）／老化防止剤（C）の総量の質量比が0.3以上であると、ゴム組成物の加

硫性が向上し、また、0.55以下であると、熱劣化後の切断時伸び（EB）をより一層向上させることができる。

[0095] （樹脂）

本実施形態のゴム組成物は、樹脂を含有してもよい。該樹脂としては、テルペン系樹脂、ロジン系樹脂、C₅系樹脂、C₅-C₉系樹脂、C₉系樹脂、シクロペンタジエン系樹脂、芳香族系樹脂、クマロン樹脂、インデン樹脂、クマロン-インデン系樹脂、オレフィン系樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。これら樹脂は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。これら樹脂の中でも、テルペン系樹脂、ロジン系樹脂、C₅系樹脂、C₅-C₉系樹脂、C₉系樹脂、シクロペンタジエン系樹脂及び芳香族系樹脂が好ましく、テルペン系樹脂及びロジン系樹脂が特に好ましい。テルペン系樹脂及びロジン系樹脂は、天然由来のサステナブルな樹脂であるため、環境負荷をより低減できると共に、乾燥路面、湿潤路面、積雪路面、凍結路面等の各種路面状態でのグリップ性能等、タイヤ性能を更に向上させることができる。また、C₅系樹脂、C₉系樹脂、C₅-C₉系樹脂、シクロペンタジエン系樹脂は、耐摩耗性及び低燃費性をバランス良く向上させることができる。また、芳香族系樹脂は、グリップ性能、耐摩耗性及びゴム強度をバランス良く向上させることができる。

[0096] 前記樹脂は、水素添加されていてもよく、即ち、水素添加樹脂（水添樹脂）であってもよい。また、前記樹脂には、変性により、カーボンブラック、シリカ等の充填剤と相互作用する官能基が導入されていてもよい。該官能基としては、アミノ基、アミド基、イソシアネート基、イミノ基、イミダゾール基、ウレア基、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、エーテル基、カルボニル基、オキシカルボニル基、シリル基、アルコキシシリル基、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、チオカルボニル基等が挙げられる。

[0097] 前記テルペン系樹脂は、松属の木からロジンを得る際に同時に得られるテ

レピン油、或いはこれから分離した重合成分を配合し、フリーデルクラフツ型触媒を用いて重合して得られる固体状の樹脂であり、 β -ピネン樹脂、 α -ピネン樹脂等がある。また、テルペン系樹脂には、テルペン-芳香族化合物系樹脂も包含され、該テルペン-芳香族化合物系樹脂としては、代表例としてテルペン-フェノール樹脂、スチレン-テルペン樹脂等が挙げられる。該テルペン-フェノール樹脂は、テルペン類と種々のフェノール類とを、フリーデルクラフツ型触媒を用いて反応させたり、或いは更にホルマリンで縮合する方法で得ることができる。また、前記スチレン-テルペン樹脂は、スチレンとテルペン類とを、フリーデルクラフツ型触媒を用いて反応させることで得ることができる。原料のテルペン類としては、特に制限はなく、 α -ピネンやリモネン等のモノテルペン炭化水素が好ましく、 α -ピネンを含むものがより好ましく、 α -ピネンが特に好ましい。

[0098] 前記ロジン系樹脂としては、天然樹脂ロジンとして、生松ヤニやトール油に含まれるガムロジン、トール油ロジン、ウッドロジン等があり、また、変性ロジン、ロジン誘導体、変性ロジン誘導体として、例えば、重合ロジン、その部分水添ロジン；グリセリンエステルロジン、その部分水添ロジンや完全水添ロジン；ペンタエリスリトールエステルロジン、その部分水添ロジンや重合ロジン；等が挙げられる。

[0099] 前記 C_5 系樹脂としては、石油化学工業のナフサの熱分解によって得られる C_5 留分を（共）重合して得られる脂肪族系石油樹脂が挙げられる。 C_5 留分には、通常1-ペンテン、2-ペンテン、2-メチル-1-ブテン、2-メチル-2-ブテン、3-メチル-1-ブテン等のオレフィン系炭化水素、2-メチル-1,3-ブタジエン、1,2-ペンタジエン、1,3-ペンタジエン、3-メチル-1,2-ブタジエン等のジオレフィン系炭化水素等が含まれる。

[0100] 前記 C_5-C_9 系樹脂とは、 C_5-C_9 系合成石油樹脂を指し、 C_5-C_9 系樹脂としては、例えば、石油由来の C_5-C_{11} 留分を、 $AlCl_3$ 、 BF_3 等のフリーデルクラフツ触媒を用いて重合して得られる固体重合体が挙げられ、よ

り具体的には、スチレン、ビニルトルエン、 α -メチルスチレン、インデン等を主成分とする共重合体等が挙げられる。C₅-C₉系樹脂としては、C₉以上の成分の少ない樹脂が、ゴム成分との相溶性の観点から好ましい。ここで、「C₉以上の成分が少ない」とは、樹脂全量中のC₉以上の成分が50質量%未満、好ましくは40質量%以下であることを言うものとする。

[0101] 前記C₉系樹脂とは、C₉系合成石油樹脂を指し、例えばAlCl₃やBF₃等のフリーデルクラフツ型触媒を用い、C₉留分を重合して得られる固体重合体を指す。C₉系樹脂としては、例えば、インデン、 α -メチルスチレン、ビニルトルエン等を主成分とする共重合体等が挙げられる。

[0102] 前記シクロペンタジエン系樹脂は、モノマー単位としてシクロペンタジエン系モノマー由来の単位を含む樹脂を指す。該シクロペンタジエン系樹脂としては、シクロペンタジエン系モノマーの単独重合体、2種以上のシクロペンタジエン系モノマーの共重合体、シクロペンタジエン系モノマーと他のモノマーとの共重合体等が挙げられる。ここで、シクロペンタジエン系モノマーとしては、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、トリシクロペンタジエン等が挙げられ、これらの中でも、ジシクロペンタジエンが好ましく、即ち、前記シクロペンタジエン系樹脂としては、ジシクロペンタジエン系樹脂が好ましい。該ジシクロペンタジエン系樹脂は、例えば、AlCl₃やBF₃等のフリーデルクラフツ型触媒等を用い、ジシクロペンタジエンを重合して得られる樹脂を指す。ジシクロペンタジエン系樹脂としては、ジシクロペンタジエンの単独重合体、ジシクロペンタジエンと芳香族系モノマーとの共重合体、ジシクロペンタジエンとC₉留分（ビニルトルエン、インデン等）との共重合体等が挙げられる。

[0103] 前記芳香族系樹脂は、モノマー単位として芳香族系モノマー由来の単位を含む樹脂を指す。該芳香族系樹脂としては、芳香族系モノマーの単独重合体、2種以上の芳香族系モノマーの共重合体、芳香族系モノマーと他のモノマーとの共重合体等が挙げられる。ここで、芳香族系モノマーとしては、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

ーメチルスチレン、p-メトキシスチレン、p-tert-ブチルスチレン、o-クロロスチレン、m-クロロスチレン、p-クロロスチレン、p-フェニルスチレン等のスチレン系モノマー；フェノール、アルキルフェノール、アルコキシフェノール等のフェノール系モノマー；ナフトール、アルキルナフトール、アルコキシナフトール等のナフトール系モノマー；等が挙げられる。

[0104] 前記樹脂は、軟化点が30℃以上であることが好ましく、60℃以上であることがより好ましく、80℃以上であることがより好ましく、110℃より高いことがより好ましく、116℃以上であることがより好ましく、120℃以上であることがより好ましく、123℃以上であることがより好ましく、127℃以上であることが更に好ましい。また、前記樹脂は、加工性の観点から、軟化点が160℃以下であることが好ましく、150℃以下であることがより好ましく、145℃以下であることがより好ましく、141℃以下であることがより好ましく、136℃以下であることが更に好ましい。

なお、本明細書において、樹脂の軟化点は、JIS K 6220-1：2015（ISO 28641：2010）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。

[0105] 前記樹脂としては、市販品を利用することができ、該樹脂の市販品としては、例えば、ENEOS（株）、荒川化学工業（株）、エクソンモービル社、クレイトン社、ヤスハラケミカル（株）、丸善石油化学（株）、住友ベークライト（株）、東ソー（株）、Rutgers Chemicals社、BASF社、クレイトンポリマー社、日塗化学（株）、（株）日本触媒、田岡化学工業（株）等の製品を使用できる。

[0106] 前記樹脂の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、樹脂の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、5～100質量部の範囲が好ましく、10～60質量部の範囲が更に好ましい。

[0107] (シリカ)

本実施形態のゴム組成物は、シリカを含有してもよい。該シリカとしては、例えば、湿式シリカ（含水ケイ酸）、乾式シリカ（無水ケイ酸）、ケイ酸カルシウム、ケイ酸アルミニウム等が挙げられ、これらの中でも、シラノール基が多い点で、湿式シリカが好ましい。これらシリカは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。前記シリカとしては、市販品を利用することができ、該シリカの市販品としては、東ソー・シリカ（株）、Evonik社、Solvay社、ソルベイジャパン（株）、（株）トクヤマ等の製品を使用できる。

[0108] 前記シリカとしては、環境負荷低減の観点から、ケイ酸植物由来のシリカが好ましい。該ケイ酸植物は、例えば、コケ類、シダ類、トクサ類、ウリ科、イラクサ科、イネ科の植物等に存在する。これら植物の中でも、イネ科植物が好ましい。また、該イネ科植物としては、イネ、笹、サトウキビ等が挙げられ、これらの中でも、イネが好ましい。該イネは、食用に広く栽培されているため、広い地域で現地調達可能であり、また、イネの籾殻は、産業廃棄物として多量に発生することから量を確保し易い。従って、入手容易性の観点から、シリカとしては、籾殻由来のシリカ（以下、「籾殻シリカ」とも呼ぶ。）が特に好ましい。該籾殻シリカを用いることで、産業廃棄物となる籾殻を有効活用でき、また、タイヤ製造工場の近隣で原料を現地調達できるため、輸送や保管のエネルギー及びコストを低減でき、種々の観点から、環境面で好ましい。前記籾殻シリカは、籾殻を加熱により炭化して得られる籾殻炭の粉末でもよいし、籾殻を燃料としてバイオマスボイラーで燃焼させた際に発生する籾殻灰をアルカリで抽出してケイ酸アルカリ水溶液を調製し、該ケイ酸アルカリ水溶液を用いて湿式法で製造した沈降シリカでもよい。前記籾殻炭の製法は、特に限定されず、公知の種々の方法を用いることができ、例えば、窯を用いて籾殻を蒸し焼きにすることで熱分解させて籾殻炭を得ることができる。このようにして得られる籾殻炭を公知の粉砕機（例えば、ボールミル）を用いて粉砕し、所定の粒径範囲に選別し分級することで、籾

殻炭の粉末を得ることができる。また、前記殻由来の沈降シリカは、特開 2019-38728号公報に記載の方法等で製造できる。

また、前記シリカとしては、環境負荷低減の観点から、半導体の原材料となるシリコンウエハーの端材や、ガラス瓶等からケイ酸成分を抽出し、リサイクルして製造に使用したシリカを用いることも好ましい。

[0109] 前記シリカは、窒素吸着比表面積 (N_2SA) が $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましく、 $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることがより好ましく、 $150\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが更に好ましく、また、 $350\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが好ましく、 $250\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることがより好ましく、 $230\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが更に好ましく、 $200\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることがより一層好ましい。

なお、本明細書において、シリカの窒素吸着比表面積 (N_2SA) は、ASTM D3037-93 に準じて BET 法で測定される値である。

[0110] 前記シリカの含有量は、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、シリカの含有量は、前記ゴム成分 (A) 100 質量部に対して、1 質量部以上が好ましく、3 質量部以上がより好ましく、5 質量部以上がより好ましい。また、100 質量部以下が好ましく、50 質量部以下がより好ましい。

[0111] 前記シリカ及びカーボンブラックの総含有量中のシリカの割合は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、シリカ及びカーボンブラックの総含有量中のシリカの割合は、0 質量%~100 質量%までのどの割合でも構わないが、タイヤとしての黒色を発色させるためには 5 質量%以上が好ましい。

[0112] (シランカップリング剤)

本実施形態のゴム組成物がシリカを含む場合、該シリカの効果を向上させるために、前記ゴム組成物は、シランカップリング剤を含むことが好ましい。該シランカップリング剤としては、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 (3-トリエトキシシリルプロピル) 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) 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、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリエトキシシラン、2-メルカプトエチ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、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、3-トリエ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-トリメトキシシリルプロピルベンゾチアゾリルテトラスルフィド、3-トリエトキシシリルプロピルベンゾチアゾリ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、3-トリメトキシシリルプロピルメタクリレートモノスルフィド、ビス (3-ジエトキシメチルシリルプロピル) テトラスルフィド、3-メルカプトプロピルジメトキシメチルシラン、ジメトキシメチルシリルプロピル-N, N-ジメチルチオカルバモイルテトラスルフィド、ジメトキシメチルシリルプロピルベンゾチアゾリルテトラスルフィド等が挙げられる。前記シランカップリング剤としては、市販品を利用することができ、該シランカップリング剤の市販品としては、例えば、Evonik社、Momentive社、信越シリコーン(株)、東レ・ダウコーニング(株)、東京化成工業(株)、アヅマックス(株)等の製品を使用できる。これらシランカップリング剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0113] なお、前記シランカップリング剤の原材料として、バイオエタノールを用いることもできる。バイオエタノールは、生物資源として、主に糖類及び／又はセルロース類を用いて製造され、タンパク質、脂質、アミノ酸等の他の生物資源を有効に活用できない。更に、糖類は、食料と競合し、セルロース類の過度の利用は、森林伐採に繋がる。そのため、種々の生物資源の供給状

況の他、再生資源の供給状況、化石資源の供給状況、及び市場の要求（例えば、バイオマス資源の食料としての需要）に応じて、前記シランカップリング剤の原材料として、生物資源由来のエタノール（バイオエタノール）を複数種使用したり、生物資源由来のエタノール（バイオエタノール）と再生資源由来のエタノールと化石資源由来のエタノールとを併用して使用することが好ましい。これにより、1種類の生物資源に頼ることなく、糖、タンパク質、脂質等、幅広い生物資源や、再生資源を有効に活用でき、また、製造時の状況に応じて環境に配慮することもできる。

[0114] 前記シランカップリング剤の含有量は、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、シランカップリング剤の含有量は、前記シリカ100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、6質量部以上がより好ましく、8質量部以上が更に好ましく、また、20質量部以下が好ましく、15質量部以下がより好ましく、12質量部以下が更に好ましく、10質量部以下がより一層好ましい。

[0115] (ゴム粉)

本実施形態のゴム組成物は、ゴム粉を含有してもよい。該ゴム粉は、使用済タイヤ等の使用済ゴム製品を粉砕し、所望により、鋼材類、繊維類等の補強材、ダスト類、ガラス類、砂、石等を取り除き、又はゴム粉を製造するために新たに加硫済ゴム組成物を準備し、粉砕することで得てもよい。例えば、「Rubber Chemistry And Technology」に記載の方法により、加硫ゴムからゴム粉を得ることができる。加硫ゴムを粉砕してゴム粉を得る工程においては、機械的処理や低温処理を利用してもよい。例えば、機械的処理では、加硫ゴムを微粒子に機械的に粉砕するために、クラッカーミル、グラニューレータ等の種々の破砕機器を使用できる。また、低温処理では、細かく刻まれた加硫ゴムを極低温で凍結させ、続いて、微粒子に粉砕する。また、鋼材類の除去には、磁選機等を用いることができる。前記ゴム粉としては、市販品を利用することもでき、該ゴム粉の市販品としては、G l o b

al Corporation又はNantong Huili Rubber Corporation等の製品が挙げられる。環境負荷低減の観点から、使用済タイヤ等の使用済ゴム製品を粉砕することで得られるゴム粉を用いることが好ましい。前記ゴム粉は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0116] 前記ゴム粉の組成は、特に限定されず、原料となる使用済ゴム製品（使用済タイヤ）等の加硫ゴムの組成による。一実施形態において、ゴム粉は、ゴム成分、カーボンブラック、シリカ等を含む。ゴム粉に含まれるゴム成分、カーボンブラック、シリカ等は、上述した本実施形態のゴム組成物に含まれ得るゴム成分、カーボンブラック、シリカ等と同様であってもよいし、異なってもよい。

[0117] 前記ゴム粉は、体積平均粒子径が $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが更に好ましく、 $100\mu\text{m}$ 以下であることがより一層好ましい。また、ゴム粉の体積平均粒子径は、小さい程好ましく、下限は特に限定されない。

なお、本明細書において、体積平均粒子径は、レーザー回折式粒度分布測定装置で測定され、例えば、堀場製作所（株）製「CAPA500」を用いて測定できる。

[0118] 前記ゴム粉は、60メッシュ篩残分が1質量%未満であることが好ましく、0.5質量%以下であることがより好ましく、0.1質量%以下であることが更に好ましく、下限は特に限定されない。また、前記ゴム粉は、80メッシュ篩残分が10質量%未満であることが好ましく、1質量%以下であることがより好ましく、0.5質量%以下であることが更に好ましく、下限は特に限定されない。

なお、本明細書において、篩残分は、ASTM D5644-01に従って測定される。

[0119] 前記ゴム粉は、アセトン抽出分が12質量%以下であることが好ましく、11質量%以下であることがより好ましく、10質量%以下であることが更

に好ましく、また、1質量%以上であることが好ましく、2質量%以上であることがより好ましく、3質量%以上であることが更に好ましい。

なお、本明細書において、ゴム粉中のアセトン抽出分とは、JIS K 6350に準拠するアセトン抽出法により求められるアセトン抽出分(%)をいう。

[0120] 前記ゴム粉の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、ゴム粉の含有量は、前記ゴム成分(A)100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、2質量部以上がより好ましく、3質量部以上がより一層好ましく、また、200質量部以下が好ましく、150質量部以下がより好ましく、100質量部以下がより好ましく、50質量部以下がより好ましく、30質量部以下がより好ましく、15質量部以下が更に好ましく、10質量部以下がより一層好ましく、5質量部以下が特に好ましい。

[0121] (液状軟化剤)

本実施形態のゴム組成物は、液状軟化剤を含有してもよい。ここで、「液状軟化剤」とは、25℃(室温)で液状であり、ゴム組成物を軟化させる作用を有する配合剤である。該液状軟化剤としては、特に限定されず、オイル、液状ポリマー等が挙げられ、これらの中でも、オイルが好ましい。これら液状軟化剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0122] 前記オイルとは、ゴム成分に含まれる伸展油、及び、ゴム組成物の配合剤として添加する液状の油分の総称であり、例えば、植物油、プロセスオイル、植物油やプロセスオイルのリサイクルにより得られたオイル、又はその混合物等が挙げられる。環境負荷低減の観点から、オイルとしては、植物油、リサイクルにより得られたオイルが好ましい。前記植物油としては、パーム油、ヒマシ油、綿実油、大豆油、アマニ油、菜種油、ヤシ油、落花生油、パインオイル、パインタール、トール油、コーン油、コメ油、紅花油、ゴマ油、オリーブ油、向日葵油、パーム核油、椿油、ホホバ油、マカデミアナッツ

油、桐油、ココナツ油等が挙げられる。また、前記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等が挙げられる。前記オイルとしては、市販品を利用することができ、該オイルの市販品としては、出光興産（株）、三共油化工業（株）、ENEOS（株）、オリソイ社、H&R社、豊国製油（株）、日清オイリオグループ（株）等の製品を使用できる。これらオイルは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0123] 前記液状ポリマーとしては、液状ジエン系ポリマーが好ましい。該液状ジエン系ポリマーとしては、液状スチレンーブタジエン共重合体（液状SBR）、液状ポリブタジエン（液状BR）、液状ポリイソプレン（液状IR）、液状スチレンーイソプレン共重合体（液状SIR）、液状スチレンーブタジエンスチレンブロック共重合体（液状SBSブロックポリマー）、液状スチレンーイソプレンスチレンブロック共重合体（液状SISブロックポリマー）、液状ポリファルネセン、液状ファルネセンーブタジエン共重合体等が挙げられる。これら液状ポリマーは、水素添加されていてもよいし、末端や主鎖が官能基（極性基）で変性されていてもよい。これら液状ポリマーは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0124] 前記液状軟化剤の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、液状軟化剤の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、5質量部以上が好ましく、10質量部以上が更に好ましく、また、100質量部以下が好ましく、70質量部以下がより好ましく、50質量部以下が更に好ましく、30質量部以下がより一層好ましい。

[0125] （ワックス）

本実施形態のゴム組成物は、ワックスを含有してもよい。該ワックスとしては、例えば、植物系ワックス、動物系ワックス等の天然系ワックス；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；エチレンの重合体、プロピレンの重合体等の合成ワックス；等が挙げられる。前

記ワックスとしては、市販品を利用でき、該ワックスの市販品としては、精工化学（株）、日本精蠟（株）、大内新興化学工業（株）等の製品を使用できる。これらワックスは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0126] 前記ワックスの含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、ワックスの含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、0.5質量部以上が好ましく、1質量部以上がより好ましく、また、10質量部以下が好ましく、6質量部以下がより好ましい。

[0127] （ステアリン酸）

本実施形態のゴム組成物は、ステアリン酸を含有してもよい。該ステアリン酸としては、市販品を利用でき、該ステアリン酸の市販品としては、日油（株）、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。これらステアリン酸の市販品は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0128] 前記ステアリン酸の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、ステアリン酸の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、2質量部以上がより好ましく、また、10質量部以下が好ましく、6質量部以下がより好ましい。

[0129] （硫黄）

本実施形態のゴム組成物は、硫黄を含むことが好ましい。該硫黄としては、化石資源由来のもの、再生資源由来のもの、生物資源由来材料の処理によるもの等を用いることができ、環境負荷低減の観点から、生物資源に由来する廃棄物から得られる硫黄を用いることが特に好ましい。生物資源に由来する廃棄物から硫黄を得る方法としては、例えば、上述の特願2022-140390に記載の方法等が挙げられる。また、前記硫黄としては、ゴム工業において一般的に架橋剤として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、可溶性硫黄等を用いてもよい。前記硫黄としては、市販品を利用でき、該硫黄の市販品としては、鶴見化学工業（株）、細井化学工業（株）、軽井沢硫黄（株）、四国化成工業（株）、フレクシス社等の製品を使用できる。これら硫黄は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0130] 前記硫黄の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、硫黄の含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、0.3質量部以上が好ましく、0.5質量部以上がより好ましく、0.8質量部以上が更に好ましく、また、8質量部以下が好ましく、5質量部以下がより好ましい。

[0131] （加硫促進剤）

本実施形態のゴム組成物は、加硫促進剤を含むことが好ましい。該加硫促進剤は、化石資源由来、再生資源由来、生物資源由来を問わず使用可能であるが、環境負荷低減の観点から、生物資源由来であることが好ましい。生物資源由来の加硫促進剤については、例えば、特開2005-139239号公報等に掲載される方法にて得ることができる。

前記加硫促進剤としては、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（CBS）、N,N-ジシクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリ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（TBBS）、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；1,3-ジフェニルグアニジン（DPG）、1,3-ジ-ortho-トリルグアニジン、ortho-トリルビグアニジン等のグアニジン系加硫促進剤；2-メルカプトベンゾチアゾール（M）、ジ-2-ベンゾチアゾリルジスルフィド（MBTS、DM）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）、テトラステアリルチウラムジスルフィド、テトラベンジルチウラムジスルフィド（

T B z T D)、テトラキス(2-エチルヘキシル)チウラムジスルフィド(T O T - N)等のチウラム系加硫促進剤等が挙げられる。前記加硫促進剤としては、市販品を利用でき、該加硫促進剤の市販品としては、大内新興化学工業(株)、住友化学(株)等の製品を使用できる。これら加硫促進剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0132] 前記加硫促進剤の含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、加硫促進剤の含有量は、前記ゴム成分(A)100質量部に対して、1質量部以上が好ましく、2質量部以上がより好ましく、3質量部以上が更に好ましく、また、8質量部以下が好ましく、6質量部以下がより好ましく、5.5質量部以下が更に好ましい。

[0133] (セルロースナノファイバー)

本実施形態のゴム組成物は、セルロースナノファイバー(CNF)を含有してもよい。セルロースナノファイバーは、ゴム組成物に配合することにより、ゴム組成物を補強できる。該セルロースナノファイバーとしては、変性セルロースナノファイバーが好ましく、該変性セルロースナノファイバーは、変性セルロースを原料とする微細繊維である。セルロースナノファイバーの繊維径は、特に限定されないが、3~500nm程度である。セルロースナノファイバーの平均繊維径及び平均繊維長は、走査型電子顕微鏡(SEM)、原子間力顕微鏡(AFM)、又は透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて、各繊維を観察した結果から得られる繊維径及び繊維長を平均することによって得ることができる。前記セルロースナノファイバーは、セルロースを解繊することによって得ることができる。また、微細繊維の平均繊維長と平均繊維径は、酸化処理、解繊処理により調整することができる。

[0134] 前記セルロースナノファイバーの原料は、セルロースを含んでいればよく、特に限定されるものではないが、例えば、植物(例えば、木材、竹、麻、ジュート、ケナフ、農地残廃物、布、パルプ(針葉樹未漂白クラフトパルプ(NUKP)、針葉樹漂白クラフトパルプ(NBKP)、広葉樹未漂白クラ

フトパルプ（L U K P）、広葉樹漂白クラフトパルプ（L B K P）、晒クラフトパルプ（B K P）、針葉樹未漂白サルファイトパルプ（N U S P）、針葉樹漂白サルファイトパルプ（N B S P）、サーモメカニカルパルプ（T M P）、再生パルプ、古紙等）、動物（例えば、ホヤ類）、藻類、微生物（例えば、酢酸菌（アセトバクター））、微生物産生物等が挙げられる。これらセルロース原料は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0135] 前記セルロースナノファイバーの含有量は、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができる。例えば、セルロースナノファイバーの含有量は、前記ゴム成分（A）100質量部に対し、1～100質量部の範囲が好ましく、5～70重量部の範囲がより好ましく、10～40質量部の範囲が更に好ましい。

[0136] （その他）

本実施形態のゴム組成物には、上述の成分の他、タイヤ工業において一般的に用いられている各種添加剤、例えば、炭酸カルシウム、タルク、アルミナ、クレー、水酸化アルミニウム、マイカ等の充填剤；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、特に限定されるものではなく、例えば、適用先のタイヤカテゴリー、タイヤ部材、目標性能等により、適宜調整することができ、例えば、前記ゴム成分（A）100質量部に対して、0.1～200質量部の範囲が好ましい。

[0137] （ゴム組成物の製造方法）

本実施形態のゴム組成物の製造方法は、特に限定されるものではないが、例えば、前記ゴム成分（A）に、再生カーボンブラック（B）と、少なくとも2種の老化防止剤（C）と、酸化亜鉛（D）と、必要に応じて適宜選択した各種成分を配合して、混練り、熱入れ、押出等することにより製造することができる。また、得られたゴム組成物を加硫することで、加硫ゴムとすることができる。

[0138] 前記混練りの条件としては、特に制限はなく、混練り装置の投入体積やローターの回転速度、ラム圧等、及び混練り温度や混練り時間、混練り装置の種類等の諸条件について目的に応じて適宜に選択することができる。混練り装置としては、通常、ゴム組成物の混練りに用いるバンバリーミキサーやインターミックス、ニーダー、ロール等が挙げられる。

[0139] 前記熱入れの条件についても、特に制限はなく、熱入れ温度や熱入れ時間、熱入れ装置等の諸条件について目的に応じて適宜に選択することができる。該熱入れ装置としては、通常、ゴム組成物の熱入れに用いる熱入れロール機等が挙げられる。

[0140] 前記押出の条件についても、特に制限はなく、押出時間や押出速度、押出装置、押出温度等の諸条件について目的に応じて適宜に選択することができる。押出装置としては、通常、ゴム組成物の押出に用いる押出機等が挙げられる。押出温度は、適宜に決定することができる。

[0141] 前記加硫を行う装置や方式、条件等についても、特に制限はなく、目的に応じて適宜に選択することができる。加硫を行う装置としては、通常、ゴム組成物の加硫に用いる金型による成形加硫機等が挙げられる。加硫の条件として、その温度は、例えば100～190℃程度である。

[0142] (用途)

本実施形態のゴム組成物は、タイヤの種々の構成部材に適用することができる。例えば、トレッド（キャップトレッド、ベーストレッド、アンダートレッド）、クッションゴム、ショルダー、サイドゴム、クリンチ、ビードフィラー、カーカスのコーティングゴム、インスレーション、チェーファア、インナーライナー等に用いることができ、また、ランフラットタイヤのサイド補強層等に用いることもできる。また、本実施形態のゴム組成物は、タイヤの他にも、ゴムクローラ、免震ゴム、ホース等にも適用することができる。これらの中でも、本実施形態のゴム組成物は、熱劣化後の切断時伸び（EB）が向上しているため、走行時に高温になり、熱劣化後においても高い耐久性が求められるサイドゴム用として好適である。

[0143] <サイドゴム>

本実施形態のサイドゴムは、上述のゴム組成物からなることを特徴とする。

本実施形態のサイドゴムは、上述のゴム組成物からなるため、サステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の耐久性が向上している。

[0144] <タイヤ>

本実施形態のタイヤは、上述のサイドゴムを具えることを特徴とする。

本実施形態のタイヤは、上述のサイドゴムを具えるため、サステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の耐久性が向上している。

[0145] 次に、本発明のタイヤの一実施態様を、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明のタイヤの一実施態様の断面図である。図1に示す本実施形態のタイヤ1は、一对のビード部2と、一对のサイドウォール部3と、両サイドウォール部3に連なるトレッド部4と、を有し、前記一对のビード部2に各々埋設されたビードコア5間にトロイド状に延在させたカーカス6と、該カーカス6のクラウン部のタイヤ半径方向外側に配置したベルト7と、を具える。

[0146] 図1に示すタイヤ1のカーカス6は、平行に配列された複数のコードをコーティングゴムで被覆してなるカーカスプライ1枚から構成され、また、該カーカス6は、前記一对のビードコア5間にトロイド状に延在する本体部と、各ビードコア5の周りで、タイヤ幅方向の内側から外側に向けて半径方向外方に巻上げた折り返し部とからなるが、本発明のタイヤにおいて、カーカスのプライ数及び構造は、これに限られるものではない。

[0147] また、図1に示すタイヤ1においては、カーカス6のクラウン部のタイヤ半径方向外側には2枚のベルト層からなるベルト7が配置されており、該ベルト層は、通常、タイヤ赤道面に対して傾斜して延びるコード（好ましくは、スチールコード）のゴム引き層からなり、2枚のベルト層は、該ベルト層を構成するコードが互いにタイヤ赤道面を挟んで交差するように積層されて

ベルト7を構成する。なお、図中のベルト7は、2枚のベルト層からなるが、本発明のタイヤにおいて、ベルトを構成するベルト層の枚数は、3枚以上であってもよい。

[0148] そして、本実施形態のタイヤ1は、一对のサイドウォール部3にサイドゴム8を具え、該サイドゴム8には、上述した本実施形態のゴム組成物が用いられている。そのため、本実施形態のタイヤ1は、サステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の耐久性も向上している。

[0149] 本実施形態のタイヤは、上述のゴム組成物をサイドゴムに用いて通常の方法によって製造することができる。例えば、本実施形態のタイヤは、適用するタイヤの種類に応じ、未加硫のゴム組成物を用いて成形後に加硫して得てもよく、又は予備加硫工程等を経た半加硫ゴムを用いて成形後、さらに本加硫して得てもよい。なお、本実施形態のタイヤは、好ましくは空気入りタイヤであり、空気入りタイヤに充填する気体としては、通常の或いは酸素分圧を調整した空気その他、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガスを用いることができる。

実施例

[0150] 以下に、実施例を挙げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。

[0151] <ゴム組成物の調製>

表1に示す配合処方に従って実施例及び比較例のゴム組成物を調製した。得られた各ゴム組成物につき、生物資源（バイオマス資源）由来の材料と、再生資源（リサイクル資源）由来の材料と、の総質量割合を算出して、サステナブル材料比率を算出した。

更に、得られたゴム組成物に対して、以下の方法で、熱劣化後の切断時伸び（EB）を評価した。結果を表1に示す。

[0152] <熱劣化後の切断時伸び（EB）の評価>

ゴム組成物を加硫して、加硫ゴム試験片を準備した。次に、加硫ゴム試験片を100℃で24時間放置して熱劣化させ、熱劣化後の試験片に対して、

J I S K 6 2 5 1と同様の引張試験を100℃で実施し、熱劣化後の切断時伸び（E B）を測定した。結果は、比較例1の熱劣化後の切断時伸び（E B）を100として指数表示した。指数値が大きい程、熱劣化後の切断時伸び（E B）が大きいことを示す。

[0153]

- [0154] *1 ブタジエンゴム： UBEエラストマー社製、商品名「BR150L」
- *2 未使用のカーボンブラック： 旭カーボン社製、商品名「N550」、窒素吸着比表面積 (N_2SA) = $40\text{ m}^2/\text{g}$ 、DBP吸油量 = $121\text{ mL}/100\text{ g}$
- *3 再生カーボンブラック： Enrestec社製、商品名「PB365」、灰分量 = 17質量%
- *4 キノリン系老化防止剤： 精工化学株式会社製、商品名「ノンフレックス RD」、2, 2, 4-トリメチル-1, 2-ジヒドロキノリン重合体
- *5 フェニレンジアミン系老化防止剤： 大内新興化学工業株式会社製、商品名「ノクラック 6C」、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
- *6 その他薬品： 硫黄、加硫促進剤、樹脂、オイル、脂肪酸、ワックスの合計量、比較例と実施例は同比率

[0155] 表1から、本発明に従う実施例のゴム組成物は、サステナブル材料の比率が向上している上、熱劣化後の切断時伸び (EB) が向上していることが分かる。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明のゴム組成物は、タイヤ、ゴムクローラ、免震ゴム、ホース等のゴム製品に利用でき、中でも、タイヤのサイドゴムとして好適である。

符号の説明

- [0157] 1：タイヤ
2：ビード部
3：サイドウォール部
4：トレッド部
5：ビードコア
6：カーカス
7：ベルト

8 : サイドゴム

請求の範囲

- [請求項1] ゴム成分 (A) と、再生カーボンブラック (B) と、少なくとも2種の老化防止剤 (C) と、酸化亜鉛 (D) と、を含み、
前記再生カーボンブラック (B) と前記酸化亜鉛 (D) との質量比 [再生カーボンブラック (B) / 酸化亜鉛 (D)] が、0を超え且つ5.0以下であることを特徴とする、ゴム組成物。
- [請求項2] 前記再生カーボンブラック (B) が、カーボンブラックを含む加硫ゴム製品の熱分解によって得られたものである、請求項1に記載のゴム組成物。
- [請求項3] 前記再生カーボンブラック (B) は、灰分量が20質量%以下である、請求項1に記載のゴム組成物。
- [請求項4] 更に、前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) を含む、請求項1に記載のゴム組成物。
- [請求項5] 前記再生カーボンブラック (B) と、前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) との総量中の、前記再生カーボンブラック (B) の割合が、5～21質量%である、請求項4に記載のゴム組成物。
- [請求項6] 前記再生カーボンブラック以外のカーボンブラック (E) は、ジブチルフタレート (DBP) 吸油量が50～150 mL / 100 gで、且つ窒素吸着比表面積 (N_2SA) が20～130 m^2/g である、請求項4に記載のゴム組成物。
- [請求項7] 前記ゴム成分 (A) が、天然ゴムを含む、請求項1に記載のゴム組成物。
- [請求項8] 前記ゴム成分 (A) が、更にブタジエンゴムを含む、請求項7に記載のゴム組成物。
- [請求項9] 前記酸化亜鉛 (D) の含有量が、前記ゴム成分 (A) 100質量部に対して4質量部以下である、請求項1に記載のゴム組成物。
- [請求項10] 前記老化防止剤 (C) の少なくとも1種が、キノリン系老化防止剤

(C 1) である、請求項 1 に記載のゴム組成物。

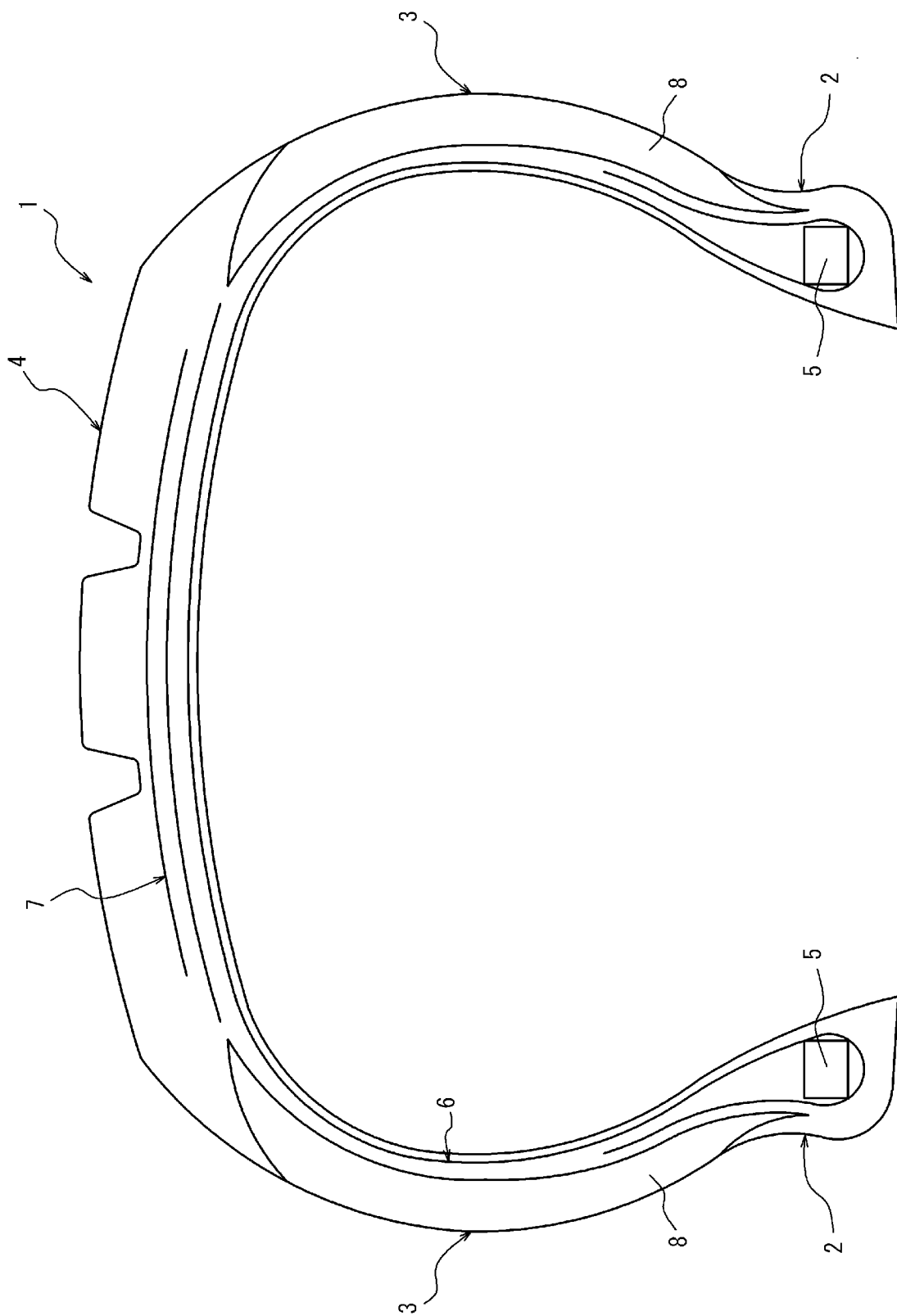
[請求項11] 前記老化防止剤 (C) の少なくとも 1 種が、フェニレンジアミン系老化防止剤 (C 2) である、請求項 1 に記載のゴム組成物。

[請求項12] 前記酸化亜鉛 (D) と、前記老化防止剤 (C) の総量と、の質量比 [酸化亜鉛 (D) / 老化防止剤 (C) の総量] が、0 を超え且つ 0.55 以下である、請求項 1 に記載のゴム組成物。

[請求項13] 請求項 1 に記載のゴム組成物からなることを特徴とする、サイドゴム。

[請求項14] 請求項 1 3 に記載のサイドゴムを具えることを特徴とする、タイヤ。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/027619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08L 21/00(2006.01); *C08K 3/04*(2006.01); *C08K 3/22*(2006.01); *C08K 5/18*(2006.01); *C08K 5/3437*(2006.01);
C08L 7/00(2006.01); *C08L 9/00*(2006.01)
 FI: C08L21/00 ZAB; C08K3/04; C08K3/22; C08L7/00; C08L9/00; C08K5/3437; C08K5/18

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)

C08L21/00; C08K3/04; C08K3/22; C08K5/18; C08K5/3437; C08L7/00; C08L9/00

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 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	JP 2023-71583 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 23 May 2023 (2023-05-23) paragraphs [0030], [0100], [0119], [0121], [0136], [0138], tables 1-2, example 16	1-14
Y		1-14
X	JP 2022-52896 A (TOYO TIRE CORP.) 05 April 2022 (2022-04-05) paragraphs [0016], [0018], [0020]-[0021], [0030], example 1, table 1	1-9, 11-12
A		10, 13-14
X	JP 2013-151584 A (TOYO TIRE & RUBBER CO., LTD.) 08 August 2013 (2013-08-08) paragraphs [0011], [0013], [0017], [0027], table 1	1-3, 7-12
A		4-6, 13-14
Y	WO 2018/198775 A1 (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 01 November 2018 (2018-11-01) paragraphs [0010], [0115]-[0116], [0125]-[0126], table 1	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

13 September 2024

Date of mailing of the international search report

01 October 2024

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/JP2024/027619

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2022-146475 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 05 October 2022 (2022-10-05) paragraphs [0002], [0007], [0016], [0022], table 1	1-14
Y	EP 3173251 A1 (BRIDGESTONE CORPORATION) 31 May 2017 (2017-05-31) paragraphs [0002]-[0003], [0017], [0039], table 1	1-14
A	JP 10-87886 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 07 April 1998 (1998-04-07) paragraph [0041]	1-14
A	JP 2020-116847 A (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) 06 August 2020 (2020-08-06) paragraph [0051]	1-14
A	JP 2008-180291 A (NSK LTD.) 07 August 2008 (2008-08-07) paragraph [0039]	1-14
A	JP 2023-87439 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 23 June 2023 (2023-06-23) paragraph [0095]	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/027619

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2023-71583	A	23 May 2023	EP 4180240 A1 paragraphs [0029], [0099], [0118], [0120], [0135], [0137], tables 1-2, example 16	
				CN 116102796 A	
JP	2022-52896	A	05 April 2022	US 2022/0089833 A1 paragraphs [0019], [0021], [0023]-[0024], [0033], example 1, table 1	
JP	2013-151584	A	08 August 2013	(Family: none)	
WO	2018/198775	A1	01 November 2018	US 2020/0148861 A1 paragraphs [0008], [0113]- [0114], [0124]-[0125], table 1	
				EP 3617263 A1	
				CN 110573567 A	
JP	2022-146475	A	05 October 2022	(Family: none)	
EP	3173251	A1	31 May 2017	(Family: none)	
JP	10-87886	A	07 April 1998	US 6103811 A page 14, column 25, lines 44-45	
				WO 1998/011161 A1	
				EP 861872 A1	
				EP 1213323 A2	
				KR 10-1999-0067604 A	
JP	2020-116847	A	06 August 2020	(Family: none)	
JP	2008-180291	A	07 August 2008	(Family: none)	
JP	2023-87439	A	23 June 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C08L 21/00(2006.01)i; C08K 3/04(2006.01)i; C08K 3/22(2006.01)i; C08K 5/18(2006.01)i; C08K 5/3437(2006.01)i; C08L 7/00(2006.01)i; C08L 9/00(2006.01)i FI: C08L21/00 ZAB; C08K3/04; C08K3/22; C08L7/00; C08L9/00; C08K5/3437; C08K5/18		
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）） C08L21/00; C08K3/04; C08K3/22; C08K5/18; C08K5/3437; C08L7/00; C08L9/00 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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
X	JP 2023-71583 A（住友ゴム工業株式会社）23.05.2023（2023-05-23） [0030], [0100], [0119], [0121], [0136], [0138], 表1-2, 実施例16	1-14
Y		1-14
X	JP 2022-52896 A（TOYO TIRE株式会社）05.04.2022（2022-04-05） [0016], [0018], [0020]-[0021], [0030], 実施例1, 表1	1-9, 11-12
A		10, 13-14
X	JP 2013-151584 A（東洋ゴム工業株式会社）08.08.2013（2013-08-08） [0011], [0013], [0017], [0027], 表1	1-3, 7-12
A		4-6, 13-14
Y	WO 2018/198775 A1（住友ゴム工業株式会社）01.11.2018（2018-11-01） [0010], [0115]-[0116], [0125]-[0126], 表1	1-14
Y	JP 2022-146475 A（横浜ゴム株式会社）05.10.2022（2022-10-05） [0002], [0007], [0016], [0022], 表1	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 13.09.2024	国際調査報告の発送日 01.10.2024	
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） 松元 洋 4W 2383 電話番号 03-3581-1101 内線 3457	

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
Y	EP 3173251 A1 (BRIDGESTONE CORPORATION) 31.05.2017 (2017 - 05 - 31) [0002]-[0003], [0017], [0039], Table 1	1-14
A	JP 10-87886 A (横浜ゴム株式会社) 07.04.1998 (1998 - 04 - 07) [0041]	1-14
A	JP 2020-116847 A (横浜ゴム株式会社) 06.08.2020 (2020 - 08 - 06) [0051]	1-14
A	JP 2008-180291 A (日本精工株式会社) 07.08.2008 (2008 - 08 - 07) [0039]	1-14
A	JP 2023-87439 A (住友ゴム工業株式会社) 23.06.2023 (2023 - 06 - 23) [0095]	1-14

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/JP2024/027619

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2023-71583 A	23.05.2023	EP 4180240 A1 [0029], [0099], [0118], [0120], [0135], [0137], Table 1-2, Example 16 CN 116102796 A	
JP 2022-52896 A	05.04.2022	US 2022/0089833 A1 [0019], [0021], [0023]- [0024], [0033], Example 1, Table 1	
JP 2013-151584 A	08.08.2013	(ファミリーなし)	
WO 2018/198775 A1	01.11.2018	US 2020/0148861 A1 [0008], [0113]-[0114], [0124]-[0125], Table 1 EP 3617263 A1 CN 110573567 A	
JP 2022-146475 A	05.10.2022	(ファミリーなし)	
EP 3173251 A1	31.05.2017	(ファミリーなし)	
JP 10-87886 A	07.04.1998	US 6103811 A 第14頁第25欄44-45行目 WO 1998/011161 A1 EP 861872 A1 EP 1213323 A2 KR 10-1999-0067604 A	
JP 2020-116847 A	06.08.2020	(ファミリーなし)	
JP 2008-180291 A	07.08.2008	(ファミリーなし)	
JP 2023-87439 A	23.06.2023	(ファミリーなし)	