



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

再生ゴム及びその製造方法、並びにそれを用いた伝動ベルト

技術分野

[0001] 本発明は、再生ゴム及びその製造方法、並びにそれを用いた伝動ベルトに関する。

背景技術

[0002] 再生ゴムは、使用済みのゴム製品の架橋ゴムに化学的処理或いは物理的処理を施すことにより、再び成形加工可能な状態にしたものである。再生ゴムの使用は、ゴム製品の材料コスト及び製造コストの削減に極めて有効である。

[0003] 特許文献1には、架橋ゴムに、温度180～350℃及び剪断応力10～150kg/cm²の条件の脱硫処理を施す再生ゴムの製造方法が開示されている。

[0004] 特許文献2には、架橋ゴムに、そのゴム分子間の架橋等の切断が起こる再生温度以上の加熱温度で剪断応力を加える再生ゴムの製造方法が開示されている。

[0005] 特許文献3には、架橋ゴムの原料粉とジエン系ゴムとを混合し、それに、最大剪断速度300/秒以上の剪断応力を加える再生ゴムの製造方法が開示されている。

[0006] 特許文献4には、架橋ゴムに、温度220～350℃及び剪断応力10～150kg/cm²の条件の脱硫処理を施す再生ゴムの製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平9-227724号公報

特許文献2：特開2001-30237号公報

特許文献3：特開 2 0 0 3 － 1 2 8 8 4 3 号公報

特許文献4：特開 2 0 0 4 － 3 5 6 9 0 号公報

発明の概要

[0008] 本発明の再生ゴムは、ゴム成分としてエチレンプロピレンジエンモノマーを含み、且つゲル分率が 5 0 ～ 8 5 質量%である。

[0009] 本発明の再生ゴムの製造方法は、硫黄架橋されたエチレンプロピレンジエンモノマーを含む架橋ゴムを粉砕し、前記粉砕した架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施すゲル分率が 5 0 ～ 8 5 質量%である。

[0010] 本発明の伝動ベルトは、本発明の再生ゴムが用いられたゴム組成物によりベルト本体の少なくとも一部が構成されている。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態 1 に係るラップドVベルトの一片の斜視図である。

[図2A]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 1 の説明図である。

[図2B]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 2 の説明図である。

[図2C]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 3 の説明図である。

[図2D]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 4 の説明図である。

[図2E]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 5 の説明図である。

[図2F]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 6 の説明図である。

[図2G]実施形態に係るラップドVベルトの製造方法を示す第 7 の説明図である。

[図3]実施例で用いたベルト走行試験機のプーリレイアウト図である。

[図4]実施例 2-1 の再生ゴムの切断面の観察写真である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0013] (実施形態 1)

<再生ゴム>

実施形態 1 に係る再生ゴムは、硫黄架橋されたエチレンプロピレンジエンモノマー（以下「EPDM」という。）を含むゴム組成物を由来とし、且つゲル分率が 50～85 質量%と高いものである。実施形態 1 に係る再生ゴムは、硫黄架橋された EPDM を由来とし、その硫黄架橋に起因したゲル分率が 50～85 質量%と高いので、これを用いたゴム組成物では、ゴム弾性が高いと共に $\tan \delta$ が低い。従って、実施形態 1 に係る再生ゴムを用いたゴム組成物により、特に繰り返し屈曲される伝動ベルトのベルト本体の少なくとも一部を構成することが好適である。

[0014] ここで、実施形態 1 に係る再生ゴムのゲル分率は、再架橋し易く、且つ物性の劣化を抑えると共に優れた加工性を得ることができるという観点から、好ましくは 50 質量%以上、より好ましくは 65 質量%以上であり、また、好ましくは 85 質量%以下、より好ましくは 80 質量%以下である。

[0015] ゲル分率はいわゆるトルエン膨潤法により求められる。具体的には、再生ゴムの試験片（例えば 20 mm × 10 mm × 2 mm の短冊状）を切り出し、これを 30℃ のトルエンに 72 時間浸漬して膨潤させた後に乾燥させ、トルエン浸漬前の質量 (W_0) 及びトルエン浸漬後の質量 (W_3) から、ゲル分率 $g_w = (W_3 / W_0) \times 100$ と算出される。なお、この方法は、例えば「ゴム試験法（社団法人 日本ゴム協会 編集発行）」等にも記載されている。

[0016] 実施形態 1 に係る再生ゴムは、ゴム成分とそれ以外のゴム配合剤とを含む。

[0017] 実施形態 1 に係る再生ゴムにおけるゴム成分の含有量は、好ましくは 30 質量%以上、より好ましくは 40 質量%以上であり、また、好ましくは 70 質量%以下、より好ましくは 60 質量%以下である。

[0018] 実施形態 1 に係る再生ゴムのゴム成分における EPDM の含有量は、好ま

しくは50質量%以上、より好ましくは70質量%以上である。再生ゴムのゴム成分におけるEPDMの含有量は100質量%であることが最も好ましい、つまり、再生ゴムのゴム成分がEPDMのみであることが最も好ましい。

[0019] なお、実施形態1に係る再生ゴムに含まれ得るEPDM以外のゴム成分としては、例えば、エチレンプロピレンゴム（EPM）などのEPDM以外のエチレン- α -オレフィンエラストマーや天然ゴム（NR）等が挙げられる。

[0020] 実施形態1に係る再生ゴムに含まれるゴム配合剤としては、後述の脱硫処理前から含まれていた、例えば、カーボンブラックなどの補強材、軟化剤、加工助剤、加硫促進助剤、架橋剤、加硫促進剤、老化防止剤等が挙げられる。

[0021] 実施形態1に係る再生ゴムは、バージンゴムがブレンドされてベースゴム材料とされ、或いは、そのままベースゴム材料とされ、そして、それに架橋剤を含む各種のゴム配合剤が配合され、例えば、伝動ベルト、コンベヤベルト、タイヤ、ホース等のゴム製品を構成するゴム組成物として用いられる。上記の通り、これらのうち特に伝動ベルトに好適である。

[0022] 実施形態1に係る再生ゴムは、使用済みのゴム製品から架橋ゴム（架橋済みゴム組成物）を取り出し、その架橋ゴムの所定の方法により脱硫処理することにより得ることができる。具体的には、実施形態1に係る再生ゴムは、硫黄架橋されたEPDMを含む架橋ゴムの予め粉砕して粉状乃至粒状とし、その後、粉状乃至粒状にした架橋ゴムに所定の処理温度下で剪断応力を加えて脱硫処理することにより得られる。このとき、再生ゴムのゲル分率は、脱硫処理の際の処理温度、剪断応力、及び処理時間等の条件の組み合わせによって制御することができる。このように脱硫処理して得られる再生ゴムは、硫黄の架橋点の一部及びEPDMの主鎖が切断されることにより、架橋可能なEPDMと、残留した硫黄架橋によるゲル分の弾性ゴムのEPDMとを含み、その結果、これを用いたゴム組成物では、バージンゴムのみを用いた場

合と比較して、ゴム弾性が高いと共に $\tan \delta$ が低くなる。

[0023] ここで、使用済みのゴム製品としては、例えば、伝動ベルト、コンベヤベルト、タイヤ、ホース等が挙げられる。

[0024] 粉状乃至粒状の架橋ゴムの平均粒径は、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $100\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、好ましくは $5\ \text{mm}$ 以下、より好ましくは $3\ \text{mm}$ 以下である。

[0025] 脱硫処理の処理温度は、 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ であり、脱硫と残留するゲル分とのバランスの観点から、好ましくは 180°C 以上であり、また、好ましくは 230°C 以下である。脱硫処理の際の剪断応力は、脱硫と残留するゲル分とのバランスの観点から、好ましくは $0.981\ \text{MPa}$ 以上、より好ましくは $4\ \text{MPa}$ 以上であり、また、好ましくは $20\ \text{MPa}$ 以下、より好ましくは $15\ \text{MPa}$ 以下である。

[0026] 以上のような脱硫処理は、単軸又は二軸の押出成形機等の公知の加工設備を用いて行うことができる。

[0027] なお、実施形態 1 に係る再生ゴムは、最大粒径が $250\ \mu\text{m}$ 以下の熱可塑性樹脂の配合材料が分散して含まれていてもよい。最大粒径が $250\ \mu\text{m}$ 以下の熱可塑性樹脂の配合材料が分散して含まれた再生ゴムから得られるゴム組成物は、低 $\tan \delta$ となることから、繰り返し屈曲された際でも発熱が抑えられ、従って、伝動ベルト等の繰り返し屈曲を受けるゴム製品への適用に好適である。

[0028] 熱可塑性樹脂の配合材料としては、例えば、ポリアミド樹脂 (PA)、ポリエチレンテレフタレート樹脂 (PET)、ポリプロピレン樹脂 (PP) 等の配合材料が挙げられる。ポリアミド樹脂 (PA) としては、例えば、ナイロン 6、ナイロン 66 等が挙げられる。熱可塑性樹脂の配合材料は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。熱可塑性樹脂の配合材料の形態としては、例えば、粉状、粒状、繊維状等が挙げられる。これらのうち繊維状のもの、特に、繊維径が $10\sim 30\ \mu\text{m}$ 及び繊維長が $1\sim 5\ \text{mm}$ の短繊維が好ましい。

[0029] 熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、得られる再生ゴムにおける熱可塑性樹脂の配合材料の界面でのクラックの発生を抑制する観点から、好ましくは $230\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $205\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $155\mu\text{m}$ 以下、より更に好ましくは $150\mu\text{m}$ 以下であり、また、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは $50\mu\text{m}$ 以上、より更に好ましくは $100\mu\text{m}$ 以上である。この再生ゴム中の熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、脱硫処理における剪断応力等によって制御することができる。また、熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、得られた再生ゴムの表面観察により測定することができる。

[0030] 再生ゴムにおける熱可塑性樹脂の配合材料の含有量は、好ましくは2質量%以上、より好ましくは8質量%以上であり、また、好ましくは30質量%以下、より好ましくは20質量%以下である。また、かかる最大粒径が $250\mu\text{m}$ 以下の熱可塑性樹脂を含む再生ゴムを製造する際には、脱硫処理における処理温度を、熱可塑性樹脂の配合材料の融点よりも 20°C 以上低い温度に設定することが好ましい。

[0031] <ラップドVベルトB>

図1は、実施形態1に係るラップドVベルトB（伝動ベルト）を示す。この実施形態1に係るラップドVベルトBは、例えば、農業機械や産業機械に使用されるものである。実施形態1に係るラップドVベルトBの寸法は、特に限定されるものではないが、例えば、ベルト周長 $700\sim 5000\text{mm}$ 、ベルト幅 $16\sim 17\text{mm}$ 、及びベルト厚さ $8\sim 10\text{mm}$ である。

[0032] 実施形態1に係るラップドVベルトBは、ベルト内周側（プーリ接触側）の圧縮ゴム層11と、中間の接着ゴム層12と、ベルト外周側の伸張ゴム層13との三重の層に構成された横断面形状が台形のベルト本体10を備える。接着ゴム層12には、ベルト幅方向にピッチを有する螺旋を形成するように配された心線14が埋設されている。ベルト本体10は、全体が補強布15によって覆われている。

[0033] 圧縮ゴム層11、接着ゴム層12、及び伸張ゴム層13は、いずれも架橋

したゴム組成物で構成されている。そして、圧縮ゴム層 1 1、接着ゴム層 1 2、及び伸張ゴム層 1 3のうち少なくとも1つは、実施形態 1に係る再生ゴムが用いられて架橋したゴム組成物で構成されている。圧縮ゴム層 1 1、接着ゴム層 1 2、及び伸張ゴム層 1 3を構成するゴム組成物は、いずれも実施形態 1に係る再生ゴムが用いられていることが好ましいが、その場合、それらが同一のゴム組成物であってもよい。

[0034] ここで、この実施形態 1に係る再生ゴムが用いられたゴム組成物は、実施形態 1に係る再生ゴムをベースゴム材料としていてもよく、また、それにゴム成分としてバージンゴムがブレンドされてベースゴム材料としていてもよい。この場合のバージンゴムは、エチレン- α -オレフィンエラストマーが好ましく、そのうちでも EPDM がより好ましい。ゴム組成物のゴム成分におけるバージンゴムの含有量は、好ましくは 20 質量%以上であり、また、好ましくは 80 質量%以下、より好ましくは 60 質量%以下である。

[0035] この実施形態 1に係る再生ゴムが用いられたゴム組成物には、実施形態 1に係る再生ゴムに含まれるゴム配合剤に加えて、各種のゴム配合剤が配合されている。かかるゴム配合剤としては、例えば、カーボンブラックなどの補強材、軟化剤、加工助剤、加硫促進助剤、架橋剤、加硫促進剤、老化防止剤等が挙げられる。

[0036] 補強材は、実施形態 1に係る再生ゴムが補強材を含む場合には、配合されなくてもよい。一方、補強材は、実施形態 1に係る再生ゴムを含むゴム組成物にバージンゴムが含まれている場合には、配合されることが好ましい。

[0037] 補強材としては、カーボンブラックでは、例えば、チャンネルブラック；SAF、ISAF、N-339、HAF、N-351、MAF、FEF、SRF、GPF、ECF、N-234などのファーンエスブラック；FT、MTなどのサーマルブラック；アセチレンブラック等が挙げられる。補強剤としてはシリカも挙げられる。補強剤は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。補強材の含有量は、耐摩耗性と耐屈曲性とのバランスの観点から、ゴム組成物のゴム成分 100 質量部に対し

て30～80質量部であることが好ましい。

[0038] 軟化剤としては、例えば、石油系軟化剤、パラフィンワックスなどの鉱物油系軟化剤、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、落下生油、木ろう、ロジン、パインオイルなどの植物油系軟化剤等が挙げられる。軟化剤は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。軟化剤の含有量は、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば2～30質量部である。

[0039] 加工助剤としては、例えば、ステアリン酸、ポリエチレンワックス、脂肪酸の金属塩等が挙げられる。加工助剤は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。加工助剤の含有量は、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば0.1～3質量部である。

[0040] 加硫促進助剤としては、例えば、酸化マグネシウムや酸化亜鉛（亜鉛華）などの金属酸化物、金属炭酸塩、脂肪酸及びその誘導体等が挙げられる。加硫促進助剤は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。加硫促進助剤の含有量は、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば0.5～8質量部である。

[0041] 架橋剤としては、硫黄及び有機過酸化物が挙げられる。架橋剤として、硫黄が配合されていてもよく、また、有機過酸化物が配合されていてもよく、更には、それらの両方が併用されていてもよい。架橋剤の配合量は、硫黄の場合、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば0.5～4.0質量部であり、有機過酸化物の場合、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば0.5～8.0質量部である。

[0042] 有機過酸化物としては、例えば、ジクミルパーオキシドなどのジアルキルパーオキシド類、 α -ブチルパーオキシアセテートなどのパーオキシエステル類、ジシクロヘキサノンパーオキシドなどのケトンパーオキシド類等が挙げられる。有機過酸化物は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。

[0043] ゴム組成物は、架橋剤が硫黄の場合、残留した硫黄架橋によるゲル分と、

追加の硫黄架橋に由来する硫黄結合とを含むこととなり、架橋剤が有機過酸化物の場合、残留した硫黄架橋によるゲル分と、有機過酸化物架橋に由来するC-C結合とを含むこととなる。従って、実施形態1に係る再生ゴムを用いることにより、EPDMのバージンゴムのみを用いたゴム組成物に比べると、架橋点が多いゴム組成物を得ることができる。

[0044] 加硫促進剤としては、例えば、チアゾール系（例えばMBT、MBTSなど）、チウラム系（例えばTT、TRAなど）、スルフェンアミド系（例えばCZなど）、ジチオカルバミン酸塩系（例えばBZ-Pなど）のもの等が挙げられる。加硫促進剤は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。特に架橋剤として硫黄が用いられる場合には、加硫促進剤が配合されることが好ましく、その場合、チアゾール系加硫促進剤及びチウラム系加硫促進剤を併用することが好ましい。加硫促進剤の含有量は、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば2～10質量部である。

[0045] 老化防止剤としては、アミン系、キノリン系、ヒドロキノン誘導体、フェノール系、亜リン酸エステル系のものが挙げられる。老化防止剤は、単一種で構成されていてもよく、また、複数種で構成されていてもよい。老化防止剤の含有量は、ゴム組成物のゴム成分100質量部に対して例えば0～8質量部である。

[0046] なお、ゴム配合剤として、その他に、スメクタイト族、バーミュライト族、カオリン族等の層状珪酸塩が配合されていてもよい。

[0047] 実施形態1に係る再生ゴムが用いられたゴム組成物の列理方向における100℃での損失係数 $\tan \delta$ は、好ましくは0.04以上、より好ましくは0.06以上であり、また、好ましくは0.15以下、より好ましくは0.12以下である。損失係数 $\tan \delta$ は、JISK6394に基づいて求められる。

[0048] 心線14は、ポリエステル繊維（PET）、ポリエチレンナフタレート繊維（PEN）、アラミド繊維、ビニロン繊維等の撚り糸で構成されている。

心線 14 は、ベルト本体 10 に対する接着性を付与するために、成形加工前に RFL 水溶液に浸漬した後に加熱する接着処理及び／又はゴム糊に浸漬した後に乾燥させる接着処理が施されている。

[0049] 補強布 15 は、例えば、綿、ポリアミド繊維、ポリエステル繊維、アラミド繊維等の糸で形成された織布、編物、不織布等によって構成されている。補強布 15 は、ベルト本体 10 に対する接着性を付与するために、成形加工前に RFL 水溶液に浸漬して加熱する接着処理、及び／又は、ベルト本体 10 側となる表面にゴム糊をコーティングして乾燥させる接着処理が施されている。

[0050] 次に、実施形態 1 に係るラップド V ベルト B の製造方法を説明する。

[0051] まず、圧縮ゴム層用のゴムシート 11'、接着ゴム層用のゴムシート 12'、及び伸張ゴム層用のゴムシート 13'、並びに心線用の撚り糸 14' 及び補強布用の布 15' を準備する。このとき、圧縮ゴム層用のゴムシート 11'、接着ゴム層用のゴムシート 12'、及び伸張ゴム層用のゴムシート 13' のうち実施形態 1 に係る再生ゴムを含めるものは、実施形態 1 に係る再生ゴムとゴム配合剤とを混練した未架橋ゴム組成物を、カレンダーロール等を用いてシート状に加工することにより得る。また心線用の撚り糸 14' 及び補強布用の布 15' には接着処理を施す。

[0052] 次に、図 2A に示すように、マントル 21 に、圧縮ゴム層用のゴムシート 11' を複数回巻き付け、その上に、接着ゴム層用のゴムシート 12' を巻き付ける。その上に、図 2B に示すように、撚り糸 14' を螺旋状に巻き付ける。更にその上に、図 2C に示すように、接着ゴム層用のゴムシート 12' 及び伸張ゴム層用のゴムシート 13' を順に巻き付けて円筒状の積層構造体 10' を作製する。

[0053] 次に、図 2D に示すように、円筒状の積層構造体 10' をマントル 21 上で所定幅に輪切りにした後、それらをマントル 21 から取り外す。

[0054] 次に、環状の積層構造体 10' を、圧縮ゴム層用のゴムシート 11' 側を外側にして一对のプーリ間に巻き掛けて回転させながら、図 2E に示すよ

うに、圧縮ゴム層用のゴムシート 1 1' の積層部分の両側を V 型に斜めに切除して体積を調整する。

[0055] 続いて、図 2 F に示すように、環状の積層構造体 1 0' の外周を布 1 5' で被覆する。

[0056] そして、図 2 G に示すように、ラッピングした環状の積層構造体 1 0' を円筒金型 2 2 の溝 2 3 に嵌め入れ、それを加硫缶に入れて加熱及び加圧する。このとき、環状の積層構造体 1 0' のゴム成分が架橋してベルト本体 1 0 を形成し、且つ撚り糸 1 4' がベルト本体 1 0 に接着一体化して心線 1 4 となると共に、布 1 5' がベルト本体 1 0 に接着一体化して補強布 1 5 となって実施形態 1 に係るラップド V ベルト B が製造される。

[0057] (実施形態 2)

実施形態 2 に係る再生ゴムの製造方法では、使用済みのゴム製品から架橋ゴムを取り出し、熱可塑性樹脂の配合材料の存在下で、その架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理する。

[0058] ここで、使用済みのゴム製品としては、例えば、伝動ベルト、コンベヤベルト、タイヤ、ホース等が挙げられる。

[0059] 架橋ゴムに含まれるゴム成分としては、例えば、天然ゴム (NR)、EPDM や EPM のエチレン- α -オレフィンエラストマー、クロロプレンゴム (CR)、水素化ニトリルゴム (H-NBR)、イソプレンゴム (IR)、スチレンブタジエンゴム (SBR)、ブタジエンゴム (BR)、アクリロニトリルブタジエンゴム (NBR)、ブチルゴム (IIR) 等が挙げられる。架橋ゴムに含まれるゴム成分は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。架橋ゴムにおけるゴム成分の含有量は、好ましくは 30 質量%以上、より好ましくは 40 質量%以上であり、また、好ましくは 70 質量%以下、より好ましくは 60 質量%以下である。

[0060] 架橋ゴムには、その他に、カーボンブラック、充填剤、老化防止剤、可塑剤等が配合されていてもよい。

[0061] 架橋ゴムは、ゴム成分が架橋されているが、硫黄により架橋されていても

、また、有機過酸化物により架橋されていても、どちらでもよい。

[0062] 脱硫処理前の架橋ゴムは、効率的に脱硫処理を行う観点から、粉碎されて粉状乃至粒状であることが好ましい。粉状乃至粒状の架橋ゴムの平均粒径は、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $100\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは $200\mu\text{m}$ 以上であり、また、好ましくは 5mm 以下、より好ましくは 3mm 以下である。

[0063] 熱可塑性樹脂の配合材料としては、例えば、ポリアミド樹脂（PA）、ポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）、ポリプロピレン樹脂（PP）等の配合材料が挙げられる。ポリアミド樹脂（PA）としては、例えば、ナイロン6、ナイロン66等が挙げられる。熱可塑性樹脂の配合材料は、単一種で構成されていても、また、複数種で構成されていても、どちらでもよい。熱可塑性樹脂の配合材料の形態としては、例えば、粉状、粒状、繊維状等が挙げられる。これらのうち繊維状のもの、特に、繊維径が $10\sim 30\mu\text{m}$ 及び繊維長が $1\sim 5\text{mm}$ の短繊維が好ましい。

[0064] 熱可塑性樹脂の配合材料は、架橋ゴムに含まれている、つまり、使用済みのゴム製品から取り出した架橋ゴムに予め分散して配合され、それによって架橋ゴムに剪断が加えられる場に存在していることが好ましい。この場合、架橋ゴムにおける熱可塑性樹脂の配合材料の含有量は、好ましくは2質量%以上、より好ましくは8質量%以上であり、また、好ましくは20質量%以下、より好ましくは15質量%以下である。なお、熱可塑性樹脂の配合材料は、架橋ゴムには含まれておらず、脱硫処理の際に架橋ゴムと混合され、それによって架橋ゴムに剪断が加えられる場に存在していてもよい。

[0065] 実施形態2に係る再生ゴムの製造方法における脱硫処理は、架橋ゴムに剪断応力を加えて架橋部分の切断や解重合をさせる物理的処理である。具体的には、脱硫処理方法としては、例えば、一軸或いは二軸のスクリーを有する剪断流動場反応槽を用いて架橋ゴムを連続的に脱硫処理する方法が挙げられる。

[0066] そして、実施形態2に係る再生ゴムの製造方法では、脱硫処理における処

理温度を、熱可塑性樹脂の配合材料の融点よりも20℃以上低い温度に設定する。ここで、脱硫処理における処理温度とは、脱硫処理時の被処理物の温度であり、例えば、一軸或いは二軸のスクリーを有する剪断流動場反応槽を用いた場合では、剪断流動場反応槽の槽内設定温度である。

[0067] ここで、熱可塑性樹脂の配合材料の融点は、ポリアミド樹脂（PA）では、例えば、ナイロン6の場合で225～235℃、ナイロン66の場合で260～270℃であり、ポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）の場合で245～265℃、ポリプロピレン樹脂（PP）の場合で135～180℃である。熱可塑性樹脂の配合材料の融点は、示差走査熱量計（DSC : Differential Scanning Calorimeter）により測定される。

[0068] 具体的には、脱硫処理における処理温度は、例えば、融点が225℃のナイロン6の配合材料の場合には205℃以下に設定し、融点が260℃のナイロン66の場合には240℃以下に設定する。脱硫処理における処理温度は、得られる再生ゴムにおける物性低下を抑制する観点から、架橋ゴムに配合された熱可塑性樹脂の配合材料の融点よりも30℃以上低い温度に設定することが好ましく、50℃以上低い温度に設定することがより好ましく、60℃以上低い温度に設定することが更に好ましく、また、適性に脱硫処理を行う観点から、180℃以上に設定することが好ましく、200℃以上に設定することがより好ましい。なお、熱可塑性樹脂の配合材料が複数種ある場合には、それらの融点のうち最も低い融点よりも20℃以上低い温度に設定する。

[0069] また、脱硫処理における剪断応力は、適性に脱硫処理を行う観点から、1MPa以上に設定することが好ましく、4MPa以上に設定することがより好ましく、また、熱可塑性樹脂の配合材料による効果が希薄化するのを規制する観点から、20MPa以下に設定することが好ましく、15MPa以下に設定することがより好ましい。

[0070] 熱可塑性樹脂の配合材料が架橋ゴムに含まれている場合、製造する再生ゴムの物性調整の観点からは、脱硫処理において、熱可塑性樹脂の配合材料を

含む架橋ゴムの外部に別の熱可塑性樹脂の配合材料を存在させる、つまり、熱可塑性樹脂の配合材料を含む架橋ゴムと別の熱可塑性樹脂の配合材料とを混合することが好ましい。別の熱可塑性樹脂の配合材料としては、上記で列挙したポリアミド樹脂（PA）等が挙げられ、その形態としては、例えば、粉状、粒状、繊維状等が挙げられる。別の熱可塑性樹脂の配合材料は、架橋ゴムに含まれた熱可塑性樹脂の配合材料と同一であっても、また、異なっても、どちらでもよい。

[0071] 実施形態2に係る再生ゴムの製造方法では、脱硫処理における剪断により熱可塑性樹脂の配合材料が切断されて小粒径化して分散し、脱硫処理後に得られる再生ゴムにおいて、架橋ゴムと同一のゴム成分中に、最大粒径が250 μm 以下の熱可塑性樹脂の配合材料が分散して含まれる。最大粒径が250 μm を越える熱可塑性樹脂の配合材料はもはや異物となり、クラック発生の起点になる虞がある。熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、得られる再生ゴムにおける熱可塑性樹脂の配合材料の界面でのクラックの発生を抑制する観点から、好ましくは230 μm 以下、より好ましくは205 μm 以下、更に好ましくは155 μm 以下、より更に好ましくは150 μm 以下であり、また、好ましくは5 μm 以上、より好ましくは20 μm 以上、更に好ましくは50 μm 以上、より更に好ましくは100 μm 以上である。この再生ゴム中の熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、脱硫処理における剪断応力等によって制御することができる。また、熱可塑性樹脂の配合材料の最大粒径は、得られた再生ゴムの表面観察により測定することができる。

[0072] 再生ゴムにおけるゴム成分の含有量は、好ましくは30質量%以上、より好ましくは40質量%以上であり、また、好ましくは70質量%以下、より好ましくは60質量%以下である。再生ゴムにおける熱可塑性樹脂の配合材料の含有量は、好ましくは2質量%以上、より好ましくは8質量%以上であり、また、好ましくは30質量%以下、より好ましくは20質量%以下である。

[0073] 以上の実施形態2に係る再生ゴムの製造方法によれば、熱可塑性樹脂の配

合材料の存在下で架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理する際の処理温度を、熱可塑性樹脂の配合材料の融点よりも20℃以上低い温度に設定し、そして、最大粒径が250μm以下の熱可塑性樹脂の配合材料が分散して含まれた再生ゴムを得るので、脱硫処理において熱可塑性樹脂の配合材料は溶融せず、そのため、得られる再生ゴムから得られるゴム組成物は、以下の実施例の試験評価2で示す通り、低tanδとなることから、繰り返し屈曲された際でも発熱が抑えられ、従って、伝動ベルト等の繰り返し屈曲を受けるゴム製品への適用に好適な再生ゴムを製造することができる。一般に、再生ゴムの製造において、原料の架橋ゴムに含まれる短繊維等の熱可塑性樹脂の配合材料は、通常は異物としてふるい分けやエアフローティングテーブルにより分離されるが、実施形態2に係る再生ゴムの製造方法では、かかる熱可塑性樹脂の配合材料が、得られる再生ゴムを用いたゴム組成物における低tanδ化に寄与する。

- [0074] 実施形態2に係る再生ゴムの製造方法では、脱硫処理後、必要に応じて、リファイニング、ストレージング、シーティングを行う。
- [0075] 実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムは、実施形態1に係る再生ゴムと同一の構成を有していてもよく、つまり、硫黄架橋されたエチレンプロピレンジエンモノマーを含むゴム組成物を由来とし、且つゲル分率が50～85質量%であってもよい。
- [0076] 実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムは、実施形態1と同様に、再生ゴムに含まれるのと同じ又は異なるバージンゴムがブレンドされてベースゴム材料とされ、或いは、そのままベースゴム材料とされ、そして、架橋剤を含むゴム配合剤が配合され、例えば、実施形態1において図1に示したラップドVベルトBのような伝動ベルト、コンベヤベルト、タイヤ、ホース等のゴム製品を構成するゴム組成物として用いられる。実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムは、これを用いたゴム組成物が低tanδとなることから、繰り返し屈曲された際でも発熱が抑えられる。従って、実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムを用いたゴム組成物により、繰り返し

屈曲される伝動ベルトのベルト本体の少なくとも一部を構成することが好適である。

[0077] 実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムが用いられたゴム組成物の列理方向における25℃での貯蔵弾性係数 E' は、好ましくは12MPa以上、より好ましくは15MPa以上であり、また、好ましくは70MPa以下、より好ましくは40MPa以下である。100℃での貯蔵弾性係数 E' は、好ましくは8MPa以上、より好ましくは10MPa以上であり、また、好ましくは50MPa以下、より好ましくは30MPa以下である。120℃での貯蔵弾性係数 E' は、好ましくは7MPa以上、より好ましくは9MPa以上であり、また、好ましくは50MPa以下、より好ましくは25MPa以下である。

[0078] 実施形態2の製造方法により得られた再生ゴムの列理方向における25℃での損失係数 $\tan \delta$ は、好ましくは0.06以上、より好ましくは0.08以上であり、また、好ましくは0.20以下、より好ましくは0.18以下である。100℃での損失係数 $\tan \delta$ は、好ましくは0.04以上、より好ましくは0.06以上であり、また、好ましくは0.15以下、より好ましくは0.12以下である。120℃での損失係数 $\tan \delta$ は、好ましくは0.04以上、より好ましくは0.06以上であり、また、好ましくは0.14以下、より好ましくは0.11以下である。

[0079] 貯蔵弾性係数 E' 及び損失係数 $\tan \delta$ は、JISK6394に基づいて求められる。

実施例

[0080] [試験評価1]

(ゴム組成物)

架橋ゴムとして、硫黄架橋したEPDM組成物（ゴム成分であるEPDMの含有量：50質量％）を準備した。そして、その架橋ゴムを平均粒径150 μm に粉碎して粉状乃至粒状にした後、二軸押出機（日本製鋼所社製 型番：TEX30 α ，スクリュー径：30mm，スクリュー長さ：1785m

m) に投入し、粉状乃至粒状の架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施し、冷却して再生ゴムを調整した。このとき、処理温度、スクリー回転数（剪断応力）、及び処理時間の変量によりゲル分率を制御した。具体的には、処理温度 200℃ 及びスクリー回転数 400 rpm（剪断応力 7 MPa）としてゲル分率が 70 質量%の再生ゴム 1 を得た。処理温度 220℃ 及びスクリー回転数 400 rpm（剪断応力 8 MPa）としてゲル分率が 52 質量%の再生ゴム 2 を得た。処理温度 260℃ 及びスクリー回転数 600 rpm（剪断応力 11 MPa）としてゲル分率が 45 質量%の再生ゴム 3 を得た。なお、ゲル分率は、上記のトルエン膨潤法により求めた。

[0081] 再生ゴム 1～3 を用い、以下の実施例 1-1～1-4 及び比較例 1-1～1-2 の未架橋ゴム組成物を作製した。それぞれの構成については表 1 にも示す。

[0082] <実施例 1-1>

再生ゴム 1 の 200 質量部（ゴム成分の EPDM 100 質量部）に対し、ゴム配合剤として、ステアリン酸（日油社製 商品名：ビーズ ステアリン酸 つばき）1 質量部、酸化亜鉛（堺化学工業社製 商品名：酸化亜鉛 3 種）5 質量部、軟化剤（出光興産社製 商品名：ダイアナプロセス PW-90）20 質量部、硫黄（軽井沢精錬所社製 油処理硫黄）3 質量部、チウラム系加硫促進剤（大内新興化学社製 商品名：ノクセラー TET-G）2 質量部、及びチアゾール系加硫促進剤（大内新興化学社製 商品名：ノクセラー DM-P）1 質量部を配合して混練することにより得た未架橋ゴム組成物を実施例 1-1 とした。

[0083] <実施例 1-2>

再生ゴム 1 の 200 質量部（ゴム成分の EPDM 100 質量部）に対し、ゴム配合剤として、ステアリン酸 1 質量部、酸化亜鉛 5 質量部、軟化剤 20 質量部、有機過酸化物（日油社製 商品名：パーブチル P-40 純度 40 質量%）8 質量部（有効成分 3.2 質量部）を配合して混練することにより得た未架橋ゴム組成物を実施例 1-2 とした。

[0084] <実施例 1-3>

再生ゴム 2 を用いたことを除いて実施例 1 と同一構成の未架橋ゴム組成物を実施例 1-3 とした。

[0085] <実施例 1-4>

再生ゴム 1 の 100 質量部（ゴム成分の EPDM 50 質量部）に対し、EPDM のバージンゴム（JSR 社製 商品名：EP33）50 質量部をブレンドし、それらに含まれるゴム成分 100 質量部に対し、ゴム配合剤として、HAF カーボンプラック（東海カーボン社製 商品名：シースト 3）50 質量部、ステアリン酸 1 質量部、酸化亜鉛 5 質量部、軟化剤 20 質量部、硫黄 3 質量部、チウラム系加硫促進剤 2 質量部、及びチアゾール系加硫促進剤 1 質量部を配合して混練することにより得た未架橋ゴム組成物を実施例 1-4 とした。

[0086] <比較例 1-1>

再生ゴム 3 を用いたことを除いて実施例 1 と同一構成の未架橋ゴム組成物を比較例 1-1 とした。

[0087] <比較例 1-2>

再生ゴム 3 を用いたことを除いて実施例 2 と同一構成の未架橋ゴム組成物を比較例 1-2 とした。

[0088]

[表1]

	実施例				比較例	
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-1	1-2
再生ゴム 1 (ゲル分率 70 質量%)	200	200				
再生ゴム 2 (ゲル分率 52 質量%)			200	100		
再生ゴム 3 (ゲル分率 45 質量%)					200	200
EPDM				50		
HAFカーボンブラック				50		
ステアリン酸	1	1	1	1	1	1
酸化亜鉛	5	5	5	5	5	5
軟化剤	20	20	20	20	20	20
硫黄	3		3	3	3	
チウム系加硫促進剤	2		2	2	2	
チアゾール系加硫促進剤	1		1	1	1	
有機過酸化物		8 (3.2)				8 (3.2)
損失係数 $\tan \delta$ (100℃)	0.107	0.089	0.125	0.119	0.175	0.159
ベルト耐久性	149	168	142	152	100	120
ベルト温度－雰囲気温度 (℃)	+25	+21	+29	+28	+44	+38

[0089] なお、実施例 1-1、1-3、及び 1-4、並びに比較例 1-1 のゴム組成物は、硫黄架橋系であることから、これらを架橋させて得られるゴム組成物は、残留した硫黄架橋によるゲル分と、追加の硫黄架橋に由来する硫黄結合とを有することとなる。一方、実施例 1-2 及び比較例 1-2 のゴム組成物は、有機過酸化物架橋系であることから、これらを架橋させて得られるゴム組成物は、残留した硫黄架橋によるゲル分と、有機過酸化物架橋に由来する C-C 結合とを有することとなる。

[0090] (試験評価方法)

<損失係数 $\tan \delta$ >

実施例 1-1～1-4 及び比較例 1-1～1-2 のそれぞれの未架橋ゴム組成物について、シート状のゴムシートを成形加硫し、JIS K6394 に基づいて、振動周波数 10 Hz 及び動歪 1.0% とし、その列理方向の 100℃ における損失係数 $\tan \delta$ を求めた。

[0091] <ベルト耐久試験>

実施例 1-1～1-4 及び比較例 1-1～1-2 のそれぞれの未架橋ゴム組成物により圧縮ゴム層、接着ゴム層、及び伸張ゴム層を構成したラップド V ベ

ルトを作製した。なお、心線にはポリエステル繊維の撚り糸、及び補強布には綿の織布をそれぞれ用いた。

[0092] 図3はベルト走行試験機30のプーレイアウトを示す。

[0093] ベルト走行試験機30は、プーリ径80mmの駆動プーリ31と、その下方に設けられたプーリ径80mmの従動プーリ32とを有する。従動プーリ32は上下可動に構成されており、従動プーリ32に錘（デッドウェイト）を吊すことにより、駆動プーリ31及び従動プーリ32に巻き掛けられたラップドVベルトBに張力を負荷できるように構成されている。

[0094] 実施例1-1～1-4及び比較例1-1～1-2のそれぞれの未架橋ゴム組成物を用いて作製したラップドVベルトBについて、駆動プーリ31及び従動プーリ32に巻き掛けると共に、従動プーリ32に80kgの錘を下げてラップドVベルトBに張力を負荷し、従動プーリ32に回転負荷を与えずに、常温下、駆動プーリ31を3500rpmの回転数で回転させてラップドVベルトBをベルト走行させ、定期的にベルト走行を停止してクラックの発生の有無を目視で確認し、クラックの発生が確認された時点でベルト走行を終了した。そして、ベルト寿命を、比較例1-1のクラック発生までのベルト走行時間を100とした相対値として評価した。また、非接触型の表面温度計を用い、ベルト走行時におけるベルト温度を測定し、雰囲気温度との温度差の最大値を求めた。

[0095] （試験評価結果）

試験結果を表1に示す。

[0096] ゲル分率が45質量%と低い再生ゴム3を用いた硫黄架橋系の比較例1-1の場合、 $\tan \delta$ が大きく（0.175）、また、ベルト走行時の発熱も大きく（+44℃）、更に、ベルト走行時に早期にクラックが発生してベルト寿命が短かった（100）。

[0097] ゲル分率が再生ゴム3よりも高い52質量%である再生ゴム2を用いた硫黄架橋系の実施例1-3の場合、比較例1-1の場合に比べると、 $\tan \delta$ が低く（0.125）、また、ベルト走行時の発熱も小さく（+29℃）、更

に、ベルト寿命も長かった（１４２）。

[0098] ゲル分率が再生ゴム２よりも更に高い７０質量％である再生ゴム１を用いた硫黄架橋系の実施例１－１の場合、実施例１－２の場合に比べても、 $\tan \delta$ が一層低く（０．１０７）、また、ベルト走行時の発熱も一層小さく（＋２５℃）、更に、ベルト寿命も一層長かった（１４９）。

[0099] ゲル分率が４５質量％と低い再生ゴム３を用いた有機過酸化物架橋系の比較例１－２の場合、 $\tan \delta$ が０．１５９、また、ベルト走行時の発熱が＋３８℃、更に、ベルト寿命が１２０であり、比較例１－１の場合よりも優れるものの、大きな改善がなされているとは言えない。

[0100] ゲル分率が７０質量％である再生ゴム１を用いた有機過酸化物架橋系の実施例１－２の場合、実施例１－１の場合と比べても、 $\tan \delta$ がより一層低く（０．０８９）、また、ベルト走行時の発熱もより一層小さく（＋２１℃）、更に、ベルト寿命もより一層長かった（１６８）。

[0101] また、再生ゴム２とＥＰＤＭのバージンゴムとをブレンドした硫黄架橋系の実施例１－４の場合、比較例１－１及び１－２の場合と比べても、 $\tan \delta$ が低く（０．１１９）、また、ベルト走行時の発熱も小さく（＋２８℃）、更に、ベルト寿命も長かった（１５２）。

[0102] 実施例１－１～１－４のゴム組成物を用いて作製したラップドＶベルトでは、再生ゴム１及び２における残留した硫黄架橋による適量のゲル分が存在することによりゴム弾性が維持され、その結果、ベルト耐久試験において優れたベルト寿命が得られているものと推測される。また、再生ゴム２とＥＰＤＭのバージンゴムとをブレンドした場合でも、残留した硫黄架橋のゲル分が適度に分散することによりゴム弾性が得られ、その結果、ベルト耐久試験において優れたベルト寿命が得られているものと推測される。

[0103] 実施例１－１～１－４のゴム組成物において用いた再生ゴム１及び２は、硫黄架橋したＥＰＤＭを脱硫処理することにより得られるが、ＥＰＤＭのバージンゴムを用いるよりも優れた性能を実現することができる。

[0104] [試験評価２]

(再生ゴム)

<実施例 2-1>

表 2 に示すように、EPDM (JSR 社製 商品名 : EP51) を原料ゴムとし、この原料ゴム 100 質量部に対し、HAF カーボンブラック (東海カーボン社製 商品名 : シースト 3) 50 質量部、ステアリン酸 (日本油脂社製 商品名 : ビーズ ステアリン酸 つばき) 1 質量部、酸化亜鉛 (堺化学社製 商品名 : 酸化亜鉛 3 種) 5 質量部、軟化剤 (出光興産社製 商品名 : ダイアナプロセスオイル PW-90) 15 質量部、硫黄 (軽井沢製錬所社製 商品名 : 油処理硫黄) 3 質量部、チウラム系加硫促進剤 (大内新興化学社製 商品名 : ノクセラー TET-G) 2 質量部、チアゾール系加硫促進剤 (大内新興化学社製 商品名 : ノクセラー DM-P) 1 質量部、及びナイロン 66 短繊維 (旭化成社製 商品名 : レオナ 66, 融点 260℃) を配合して硫黄架橋した架橋ゴムを準備した。

[0105] [表2]

EPDM	100
HAF カーボンブラック	50
ステアリン酸	1
酸化亜鉛	5
軟化剤	15
硫黄	3
チウラム系加硫促進剤	2
チアゾール系加硫促進剤	1
ナイロン 66 短繊維	23

[0106] 架橋ゴムを平均粒径 400 μm に粉碎した後、二軸押出機 (日本製鋼所社製 型番 : TEX30 α , スクリュー径 : 30 mm, スクリュー長さ : 1785 mm) に投入し、処理温度をナイロン 66 短繊維の融点の 260℃ よりも 60℃ 低い 200℃ 及びスクリューの回転数を 600 rpm (剪断応力 : 14 MPa) として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施し、冷却して得られた再生ゴムを実施例 2-1 とした。

[0107] 実施例 2-1 の再生ゴムについて、カッターを用いて切断し、マイクロスコープ (キーエンス社製 型番 : VHX2000) を用い、その断面の 3 カ所

を200倍に拡大して観察したところ、図1に示すような形態が見られ、そして、最も大きいナイロン短繊維の外径（最大外径）を計測モードにより測定したところ148 μm であった。また、上記のトルエン膨潤法によりゲル分率を求めたところ62質量%であった。

[0108] <実施例2-2>

スクリーウの回転数を400 rpm（剪断応力：8 MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にし得られた再生ゴムを実施例2-2とした。

[0109] 実施例2-2の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にし得られたナイロン短繊維の最大外径を測定したところ202 μm であった。また、ゲル分率は68質量%であった。

[0110] <実施例2-3>

処理温度をナイロン66短繊維の融点の260℃よりも30℃低い230℃及びスクリーウの回転数を600 rpm（剪断応力：12 MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にし得られた再生ゴムを実施例2-3とした。

[0111] 実施例2-3の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にし得られたナイロン短繊維の最大外径を測定したところ151 μm であった。また、ゲル分率は55質量%であった。

[0112] <実施例2-4>

処理温度をナイロン66短繊維の融点の260℃よりも60℃低い200℃及びスクリーウの回転数を200 rpm（剪断応力：6 MPa）として架橋ゴムに脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にし得られた再生ゴムを実施例2-4とした。

[0113] 実施例2-4の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にし得られたナイロン短繊維の最大外径を測定したところ227 μm であった。また、ゲル分率は75質量%であった。

[0114] <実施例2-5>

処理温度をナイロン66短繊維の融点の260℃よりも20℃低い240℃及びスクリューの回転数を600rpm（剪断応力：13MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にして得られた再生ゴムを実施例2-5とした。

[0115] 実施例2-5の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にしてナイロン短繊維の最大外径を測定したところ155μmであった。また、ゲル分率は51質量%であった。

[0116] <比較例2-1>

架橋ゴムとしてナイロン66短繊維が配合されていないものを用い、処理温度を200℃及びスクリューの回転数を400rpm（剪断応力：5MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にして得られた再生ゴムを比較例2-1とした。

[0117] 比較例2-1の再生ゴムについて、ゲル分率は78質量%であった。

[0118] <比較例2-2>

処理温度をナイロン66短繊維の融点の260℃よりも10℃低い250℃及びスクリューの回転数を600rpm（剪断応力：10MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にして得られた再生ゴムを比較例2-2とした。

[0119] 比較例2-2の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にしてナイロン短繊維の最大外径を測定したところ147μmであった。また、ゲル分率は46質量%であった。

[0120] <比較例2-3>

スクリューの回転数を100rpm（剪断応力：5MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例2-1と同様にして得られた再生ゴムを比較例2-3とした。

[0121] 比較例2-3の再生ゴムについて、実施例2-1と同様にしてナイロン短繊維の最大外径を測定したところ311μmであった。また、ゲル分率は83質量%であった。

[0122] <比較例 2-4>

処理温度をナイロン 66 短繊維の融点の 260℃よりも 10℃低い 250℃及びスクリーの回転数を 100rpm（剪断応力：4MPa）として架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施したことを除いて実施例 2-1 と同様にして得られた再生ゴムを比較例 2-4 とした。

[0123] 比較例 2-4 の再生ゴムについて、実施例 2-1 と同様にしてナイロン短繊維の最大外径を測定したところ 302μm であった。また、ゲル分率は 70 質量% であった。

[0124] （試験評価方法）

実施例 2-1 ～ 2-5 及び比較例 2-1 ～ 2-4 のそれぞれの再生ゴムについて、表 3 に示すように、再生ゴム 200 質量部（ゴム成分の EPDM 100 質量部）に対し、ステアリン酸（日本油脂社製 商品名：ビーズ ステアリン酸 つばき）1 質量部、酸化亜鉛（堺化学社製 商品名：酸化亜鉛 3 種）5 質量部、軟化剤（出光興産社製 商品名：ダイアナプロセスオイル PW-90）15 質量部、硫黄（軽井沢製錬所社製 商品名：油処理硫黄）3 質量部、チウラム系加硫促進剤（大内新興化学社製 商品名：ノクセラー TET-G）2 質量部、及びチアゾール系加硫促進剤（大内新興化学社製 商品名：ノクセラー DM-P）1 質量部を配合した未架橋ゴム組成物を準備した。

[0125] [表3]

再生ゴム	200
ステアリン酸	1
酸化亜鉛	5
軟化剤	15
硫黄	3
チウラム系加硫促進剤	2
チアゾール系加硫促進剤	1

[0126] <動的粘弾性試験>

実施例 2-1 ～ 2-5 及び比較例 2-1 ～ 2-4 のそれぞれの再生ゴムを用いた未架橋ゴム組成物について、シート状のゴムシートを成形加硫し、JIS K 6394 に基づいて、振動周波数 10Hz 及び動歪 1.0% とし、その列

理方向の25℃、100℃、及び120℃における貯蔵弾性係数 E' 及び損失係数 $\tan \delta$ を測定した。

[0127] <ベルト耐久試験>

実施例2-1～2-5及び比較例2-1～2-4のそれぞれの再生ゴムを用いた未架橋ゴム組成物により圧縮ゴム層、接着ゴム層、及び伸張ゴム層を構成したラップドVベルトを作製し、試験評価1と同様のベルト耐久試験を実施した。そして、ベルト寿命を、比較例2-1のクラック発生までのベルト走行時間を100とした相対値として評価した。

[0128] (試験評価結果)

試験結果を表4及び5に示す。

[0129] [表4]

			実施例				
			2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
架橋ゴムに含まれる短繊維種 (融点℃)			ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)
処理温度 (℃)			200	200	230	200	240
スクリー回転数 (rpm)			600	400	600	200	600
剪断応力 (MPa)			14	8	12	6	13
再生ゴム中の短繊維の最大粒径 (μm)			148	202	151	227	155
ゲル分率 (質量%)			62	68	55	75	51
動的 粘 弾 性	貯蔵弾性係数 E' (MPa)	25℃	19. 0	20. 1	18. 2	16. 2	15. 6
		100℃	11. 1	11. 3	10. 8	10. 1	9. 5
		120℃	11. 0	10. 9	10. 2	9. 5	8. 7
	損失係数 tan δ	25℃	0. 1693	0. 1791	0. 1722	0. 1850	0. 1736
		100℃	0. 0998	0. 1037	0. 1021	0. 1124	0. 1043
		120℃	0. 0858	0. 0975	0. 0917	0. 0965	0. 0898
ベルト耐久性			225	191	206	152	167

[0130]

[表5]

			比較例			
			2-1	2-2	2-3	2-4
架橋ゴムに含まれる短繊維種 (融点℃)			—	ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)	ナイロン 66 (260℃)
処理温度 (℃)			200	250	200	250
スクリュー回転数 (rpm)			400	600	100	100
剪断応力 (MPa)			5	10	5	4
再生ゴム中の短繊維の最大粒径 (μm)			—	147	311	302
ゲル分率 (質量%)			78	46	83	70
動的 粘 弾 性	貯蔵弾性係数 E' (MPa)	25℃	12.4	14.1	14.9	15.6
		100℃	8.9	8.6	9.1	9.5
		120℃	7.8	7.5	8.2	8.7
	損失係数 tan δ	25℃	0.228	0.185	0.190	0.204
		100℃	0.203	0.126	0.142	0.168
		120℃	0.184	0.102	0.124	0.151
ベルト耐久性			100	89	97	79

[0131] 表4及び5によれば、ナイロン66短繊維を含む実施例2-1～2-5並びに比較例2-3～2-4は、ナイロン66短繊維を含まない比較例2-1に比べて、25℃、100℃、及び120℃のいずれにおいても貯蔵弾性係数 E' が高く、且つ損失係数 $\tan \delta$ が低く、また、ベルト耐久性が優れることが分かる。また、比較例2-2は、25℃における貯蔵弾性係数 E' だけが比較例2-1よりも低いものの、それ以外では、比較例2-1よりも貯蔵弾性係数 E' が高く、且つ損失係数 $\tan \delta$ が低く、また、ベルト耐久性が優れることが分かる。

[0132] 比較例2-1では、ナイロン66短繊維を含まないため、相対的に貯蔵弾性率が低く且つ $\tan \delta$ が高く、その結果、屈曲時の発熱が大きく、劣化の進行が大きいものと推測される。

[0133] 実施例2-1～2-5は、比較例2-1～2-4に比べて、ベルト耐久性が優れることが分かる。

[0134] 比較例2-2及び2-4では、脱硫処理の処理温度がナイロン66短繊維の融点に近いことから、ナイロン66短繊維の物性低下を招いたものと推測される。

[0135] 比較例 2-3 及び 2-4 では、再生ゴム中のナイロン 6 6 短繊維の最大粒径が大きいため、界面でのクラックの発生が起こり易いものと推測される。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明は、再生ゴム及びその製造方法、並びにそれを用いた伝動ベルトの技術分野において有用である。

符号の説明

[0137] B ラップド V ベルト

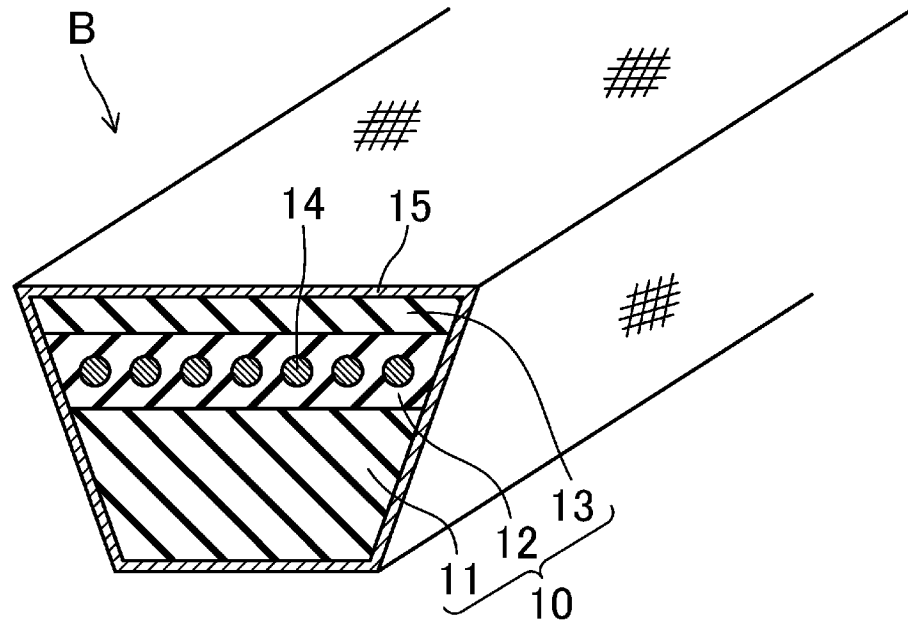
- 1 0 ベルト本体
- 1 1 圧縮ゴム層
- 1 2 接着ゴム層
- 1 3 伸張ゴム層
- 1 4 心線
- 1 5 補強布
- 1 0' 積層構造体
- 1 1' ~ 1 3' ゴムシート
- 1 4' 撚り糸
- 1 5' 布
- 2 1 マントル
- 2 2 円筒金型
- 2 3 溝
- 3 0 ベルト走行試験機
- 3 1 駆動プーリ
- 3 2 従動プーリ

請求の範囲

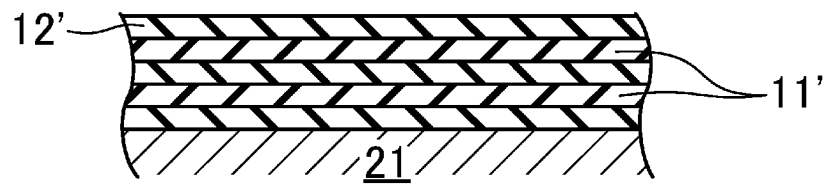
- [請求項1] 硫黄架橋されたエチレンプロピレンジエンモノマーを含むゴム組成物を由来とし、且つゲル分率が50～85質量%である再生ゴム。
- [請求項2] 請求項1に記載された再生ゴムにおいて、
ゴム成分がエチレンプロピレンジエンモノマーのみである再生ゴム。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載された再生ゴムにおいて、
ゴム成分の含有量が30～70質量%である再生ゴム。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかに記載された再生ゴムが用いられたゴム組成物によりベルト本体の少なくとも一部が構成された伝動ベルト。
- [請求項5] 請求項4に記載された伝動ベルトにおいて、
前記ゴム組成物には、バージンゴムがブレンドされている伝動ベルト。
- [請求項6] 請求項5に記載された伝動ベルトにおいて、
前記バージンゴムがエチレン- α -オレフィンエラストマーである伝動ベルト。
- [請求項7] 請求項5又は6に記載された伝動ベルトにおいて、
前記ゴム組成物のゴム成分における前記バージンゴムの含有量が20～80質量%である伝動ベルト。
- [請求項8] 請求項4乃至7のいずれかに記載された伝動ベルトにおいて、
前記ゴム組成物には、架橋剤として硫黄が配合されている伝動ベルト。
- [請求項9] 請求項4乃至8のいずれかに記載された伝動ベルトにおいて、
前記ゴム組成物には、架橋剤として有機過酸化物が配合されている伝動ベルト。
- [請求項10] 請求項4乃至9のいずれかに記載された伝動ベルトにおいて、
前記ゴム組成物の列理方向における100℃での損失係数 $\tan \delta$ が0.04～0.15である伝動ベルト。

- [請求項11] 硫黄架橋されたエチレンプロピレンジエンモノマーを含む架橋ゴムを粉砕し、前記粉砕した架橋ゴムに剪断応力を加えて脱硫処理を施すゲル分率が50～85質量%である再生ゴムの製造方法。
- [請求項12] 請求項11に記載された再生ゴムの製造方法において、前記粉砕した架橋ゴムの平均粒径が10 μ m～5mmである再生ゴムの製造方法。
- [請求項13] 請求項11又は12に記載された再生ゴムの製造方法において、前記脱硫処理の処理温度を150～250℃とする再生ゴムの製造方法。
- [請求項14] 請求項11乃至13のいずれかに記載された再生ゴムの製造方法において、前記剪断応力を0.981～20MPaとする再生ゴムの製造方法。

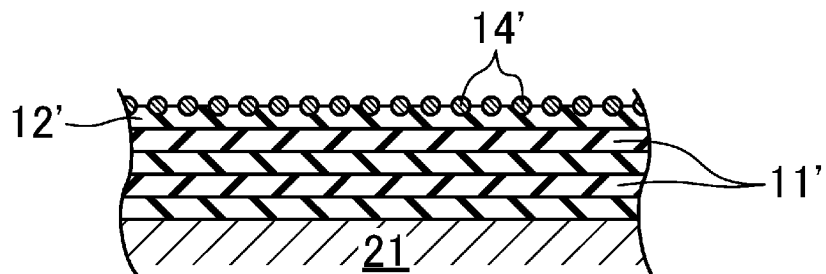
[図1]



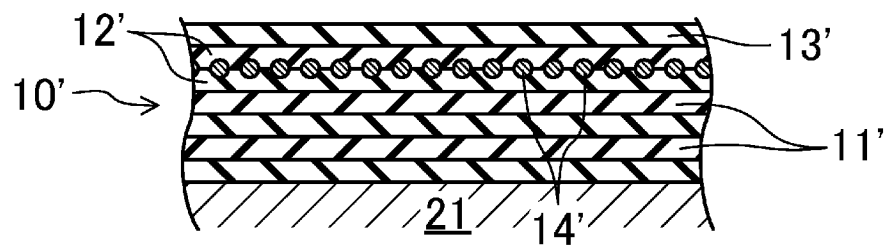
[図2A]



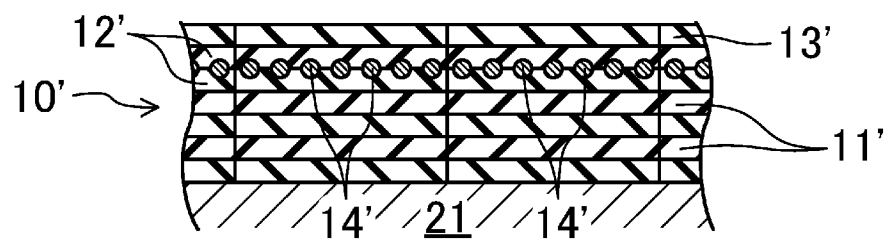
[図2B]



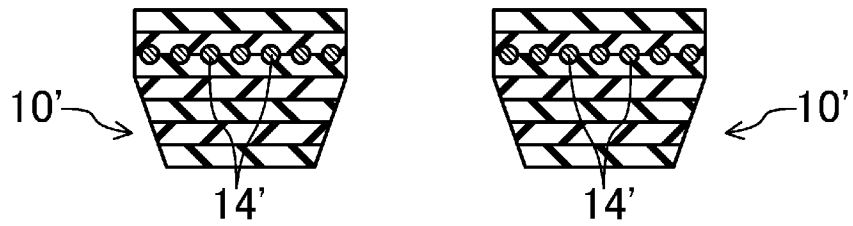
[図2C]



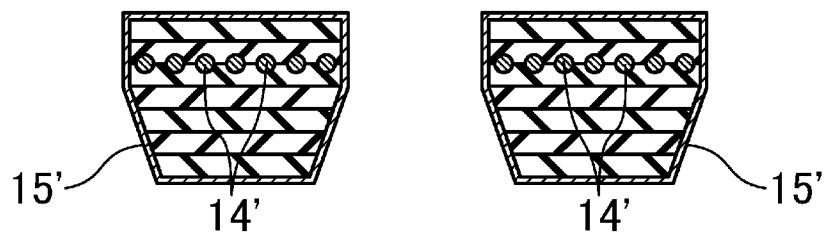
[図2D]



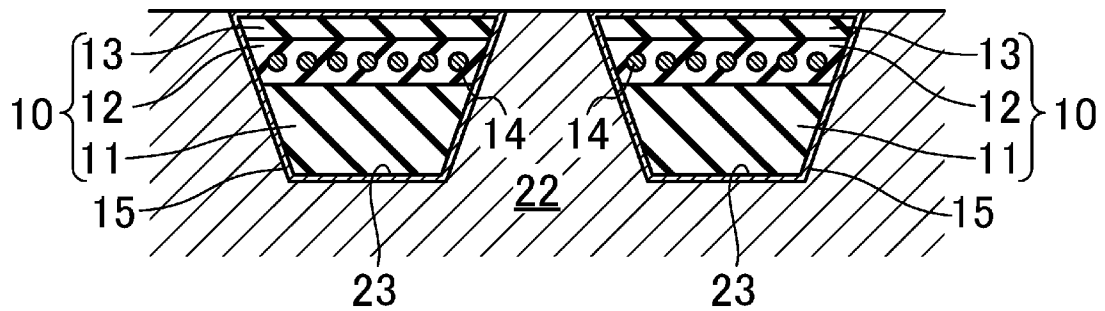
[図2E]



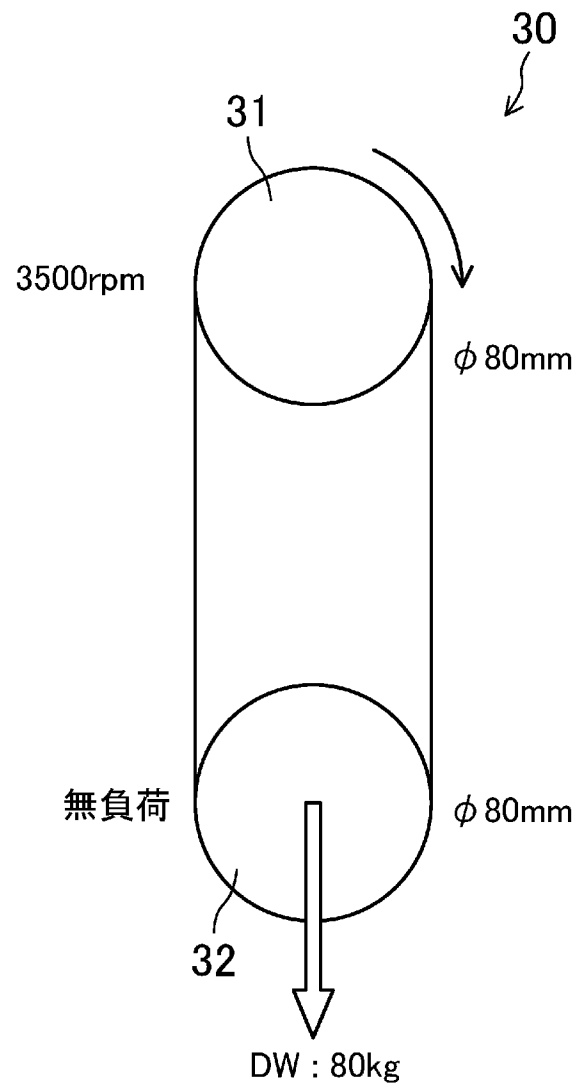
[図2F]



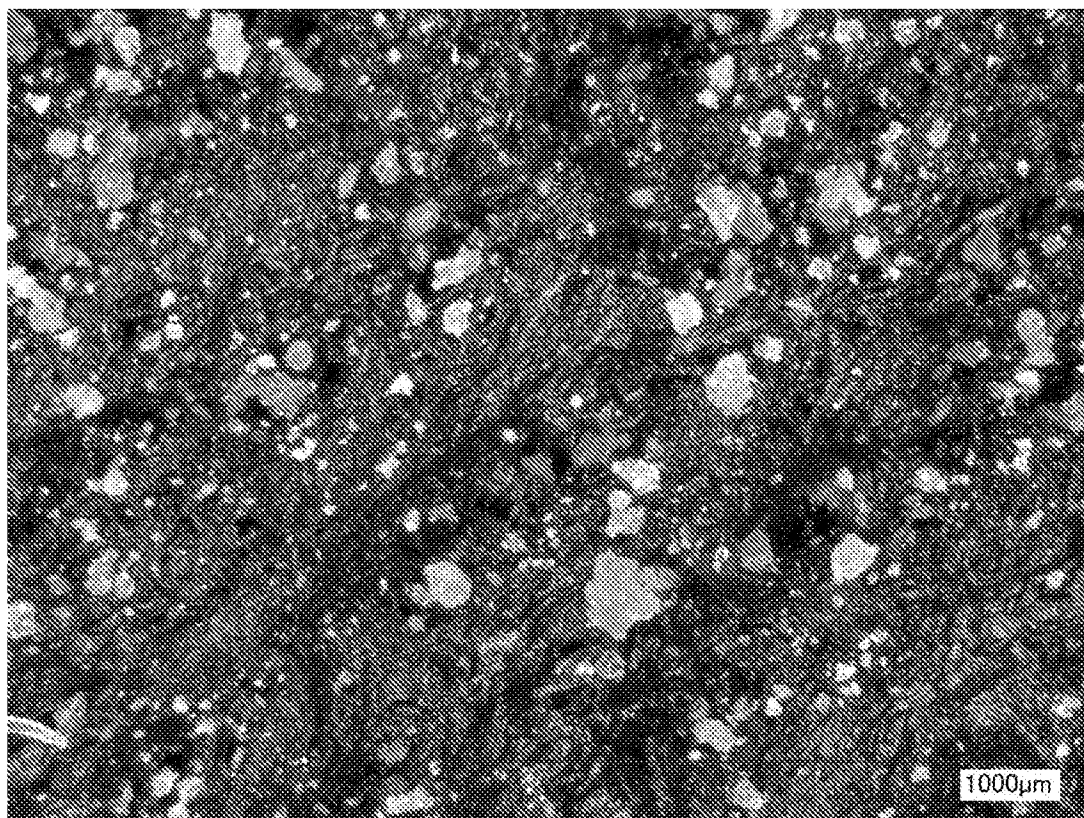
[図2G]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08L23/16(2006.01)i, C08L23/32(2006.01)i, F16G1/06(2006.01)i, F16G5/04(2006.01)i

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)

C08L1/00-101/14, C08K3/00-13/08, F16G1/06, F16G5/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-236464 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 31 August 1999 (31.08.1999), claims; paragraphs [0014] to [0015], [0020] to [0021], [0026], [0032], [0035], [0038] to [0039] & US 6207723 B1 & EP 931809 A2 & CA 2260350 A	1-3, 11-14 4-10
Y	JP 2008-254300 A (Mitsuboshi Belting Ltd.), 23 October 2008 (23.10.2008), paragraph [0001] (Family: none)	4-10

☒ 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
21 August 2015 (21.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002833

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-536272 A (U.B.Q. Materials Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraph [0031] & US 2013/0237633 A1 & WO 2012/007949 A1 & EP 2593499 A1	8-9
A	JP 06-179215 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 28 June 1994 (28.06.1994), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 10-176001 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 30 June 1998 (30.06.1998), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 2000-128901 A (Bridgestone Corp.), 09 May 2000 (09.05.2000), entire text & US 6335377 B1 & EP 997252 A2 & DE 69917733 D	1-14
A	JP 2008-266381 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C08L23/16(2006.01)i, C08L23/32(2006.01)i, F16G1/06(2006.01)i, F16G5/04(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. C08L1/00-101/14, C08K3/00-13/08, F16G1/06, F16G5/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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 Y	JP 11-236464 A（株式会社豊田中央研究所） 1999.08.31, 特許請求の範囲、段落[0014]～[0015]、[0020]～ [0021]、[0026]、[0032]、[0035]、[0038]～[0039] & US 6207723 B1 & EP 931809 A2 & CA 2260350 A	1-3, 11-14 4-10
Y	JP 2008-254300 A（三ツ星ベルト株式会社） 2008.10.23, 段落[0001] (ファミリーなし)	4-10

☒ 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矛盾するものではなく、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

2 1 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

柳本 航佑

4 J

5 0 8 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 5 7

C (続き) . 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 2013-536272 A (ユー. ビー. キュー. マテリアルズ リミテッ ド) 2013.09.19, 段落[0031] & US 2013/0237633 A1 & WO 2012/007949 A1 & EP 2593499 A1	8-9
A	JP 06-179215 A (古河電気工業株式会社) 1994.06.28, 全文 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 10-176001 A (株式会社豊田中央研究所) 1998.06.30, 全文 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2000-128901 A (株式会社ブリヂストン) 2000.05.09, 全文 & US 6335377 B1 & EP 997252 A2 & DE 69917733 D	1-14
A	JP 2008-266381 A (住友ゴム工業株式会社) 2008.11.06, 全文 (ファミリーなし)	1-14