

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 11 月 3 日 (03.11.2005)

PCT

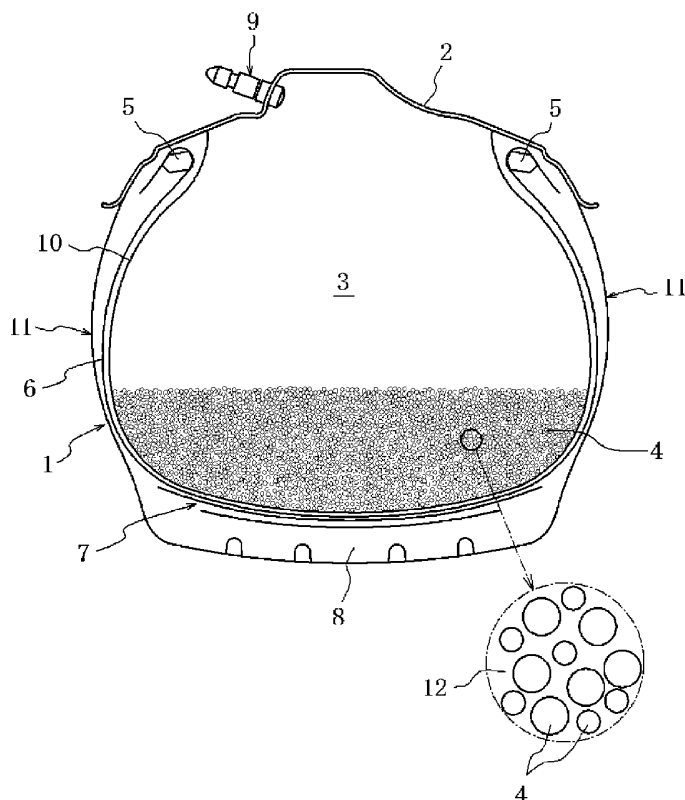
(10) 国際公開番号
WO 2005/102740 A1

- (51) 国際特許分類⁷: **B60C 7/12, C08L 33/12, 33/20** (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 寺谷 裕之 (TER-
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007705 ATANI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1878531 東京都小平市小
(22) 国際出願日: 2005 年 4 月 22 日 (22.04.2005) 川東町 3-1-1 株式会社 ブリヂストン 技術セ
ンター内 Tokyo (JP). 藤田 己思人 (FUJITA, Koshito)
(25) 国際出願の言語: 日本語 [JP/JP]; 〒1878531 東京都小平市小川東町 3-1-1
株式会社 ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語 大谷 光司 (OTANI, Koji) [JP/JP]; 〒1878531 東京都小
平市小川東町 3-1-1 株式会社 ブリヂストン 技
術センター内 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ: (74) 代理人: 杉村 興作 (SUGIMURA, Kosaku); 〒1000013
特願2004-127050 2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004) JP 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 4 号 霞山ビルディ
ング 7 F Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
社 ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION) 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
[JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋 1 丁目 10 番 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
1 号 Tokyo (JP). DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: ASSEMBLY OF TIRE AND RIM, AND HOLLOW PARTICLES PLACED INSIDE THE ASSEMBLY

(54) 発明の名称: タイヤとリムとの組立体およびこの組立体の内側に配置する中空粒子



(57) Abstract: An assembly of a tire and a rim, where the tire is attached to a rim, a large number of substantially spherical hollow particles, each formed from a resin continuous phase and independent bubbles, are placed in a tire air chamber partitioned by the tire and the rim, and a high-pressure gas whose pressure exceeds the atmospheric pressure is put in the tire chamber. When travel starts with the pressure in the tire air chamber decreased to the atmospheric pressure, the pressure in the tire air chamber is recovered to at least a level at which the side portions of the tire are not in contact with the ground. By addition of a function, minimum movement from a flat tire condition after the tire is externally damaged to a place where the tire can be repaired can be safely and reliably realized.

(57) 要約: タイヤをリムに装着し、該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室に、樹脂による連続相と独立気泡とからなる略球形状の中空粒子の多数を配置し、さらに該タイヤ気室に大気圧を超える高圧気体を充填したタイヤとリムとの組立体であって、タイヤ気室の圧力が大気圧まで低下した状態からの走行において、該タイヤ気室の圧力を、少なくともタイヤのサイド部が接地しなくなる圧力まで回復する、機能を付与することによって、タイヤが外傷を受けた後のパンク状態から、タイヤ修理を行うことが出来る場所までの、最低限の移動を安全かつ確実に実現する。



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

タイヤとリムとの組立体およびこの組立体の内側に配置する中空粒子 技術分野

- [0001] 本発明は、外傷を受けた後のパンク状態からタイヤ修理を行うことが出来る場所までの最低限の移動を、安全かつ確実に実現するタイヤとリムとの組立体に関する。特に、汎用のタイヤと汎用のリムとの組み合わせにて実現でき、タイヤ受傷前の常用走行における耐久性、乗り心地性、省燃費性および汎用性に優れ、かつ生産性を犠牲にせずに低コストでパンク時の走行安全性を提供できる、タイヤとリムとの組立体に関するものである。

背景技術

- [0002] 空気入りタイヤ、例えば乗用車用タイヤにおいては、タイヤ気室内部にゲージ圧で150kPaから250kPa程度の圧力下に空気を封じ込めて、タイヤのカーカスおよびベルト等のタイヤ骨格部に張力を発生させ、この張力によって、タイヤへの入力に対してタイヤの変形並びにその復元を可能としている。すなわち、タイヤ気室の内圧が所定の範囲に保持されることによって、タイヤの骨格に一定の張力を発生させて、荷重支持機能を付与するとともに、剛性を高めて、駆動、制動および旋回性能などの、車両の走行に必要な基本性能を付与している。
- [0003] ところで、この所定の内圧に保持されたタイヤが外傷を受けると、この外傷を介して高圧の空気が外部に漏れ出してタイヤ内圧が大気圧まで減少する、いわゆるパンク状態となるため、タイヤ骨格部に発生させていた張力はほとんど失われることになる。すると、タイヤに所定の内圧が付与されることによって得られる、荷重支持機能や、駆動、制動および旋回性能も失われる結果、そのタイヤを装着した車両は走行不能に陥るのである。
- [0004] そこで、パンク状態においても走行を可能とする、いわゆる安全タイヤについて多くの提案がなされている。例えば、自動車用の空気入り安全タイヤ及びリム組立体としては、二重壁構造を有するもの、タイヤ内に荷重支持装置を配設したもの、タイヤサイド部を補強したものなど種々のタイプのものが提案されている。これらの提案の内、

実際に使用されている技術としては、タイヤのサイドウォール部を中心にショルダー部からビード部にかけての内面に比較的硬質のゴムからなる三日月状のサイド補強層を設けたタイヤがあり、この手法は主にへん平比が60%以下の、いわゆる『ランフラットタイヤ』に適用されている。

[0005] しかし、サイド補強層を追加する手法は、タイヤ重量を30%から40%も増加させ、またタイヤのヒステリシスロスも増加するため、転がり抵抗の大幅な悪化による省燃費性の悪化を避けられない。さらに、上記タイヤ重量の増加は車両のバネ下重量増加につながり、タイヤのバネ定数増加と相まって通常走行時の乗り心地性低下をまねく不利がある。また、タイヤのバネ定数増加によりサスペンションに入る走行入力が増加するため、車両の足回りの耐久性を向上させる設計変更が必要となる。従って、該タイヤを既存車両に補修用として装着すると、足回りの耐久性が不足しているために故障を招く危険がある。また、パンク後にランフラット走行するとサイド補強層の自己発熱により熱老化してしまうため、パンク受傷部の修理による再利用は基本的に対応できず廃棄せざるを得ないため、経済性および環境負荷の面からも、未だ汎用性に乏しい技術である。

[0006] 一方、タイヤ断面高さの高い、へん平比が60%以上の空気入りタイヤにおいては、比較的高速かつ長距離の走行によるサイドウォール部の発熱を避けるために、リムに中子などの内部支持体を固定してパンク時の荷重を支持する構造とした、ランフラットタイヤが提案されている。

[0007] しかし、パンク後のランフラット時にタイヤと内部支持体との間で発生する、局所的な繰り返し入力にタイヤが耐えることができずに、結果としてパンク後の走行距離は100～200km程度に限定されている。またパンク後のランフラット走行により、タイヤおよび内部支持体は大きなダメージを受けるために、再利用性が低く経済性および環境負荷の面からの不利は否めない。

加えて、内部支持体をタイヤ内部に配置してからタイヤをリムに組み付ける作業は、煩雑で長時間を要することも問題である。この点、リムの幅方向一端側と他端側とのリム径に差を設けて、内部支持体を挿入し易くした工夫も提案されているが、特殊な専用リム組み機を必要とするためインフラの再整備、組み付け作業者の特別教育など

が必須なため、いまだ汎用性に乏しく、サービスを提供していくには課題が多い。また従来のタイヤとリムの組立体に比して、内部支持体が追加されることにより、トータル重量が30～40%も増加してしまうため、上述のサイド補強タイプと同様の不利がある。

[0008] なお、サイド補強タイプや内部支持体をそなえるタイプのパンク後走行距離を延ばすには、骨格材を追加してタイヤ構造をより重厚にすることが考えられるが、骨格材を追加した分、通常使用時の転がり抵抗や乗り心地性がさらに悪化するため、この手法を採用することは現実的ではない。

[0009] その一方で、タイヤ受傷による内圧低下に対する対応力や、パンク後の走行能力が充分でないものの、前述のサイド補強タイプや内部支持体タイプほど通常走行での性能を悪化させない手段がある。

[0010] その1つ目は、シーラントタイヤである。タイヤ内面に粘着性の高い層を配置させ、タイヤに刺さった異物が抜ける時に受傷部を粘着層にて封止するものである。しかしこのタイプは、あくまで受傷タイヤの内圧低下を遅延させるものであり、駐車中にタイヤ内圧がゼロになった場合などではその後の走行（いわゆるランフラット走行）は出来ない。よってその後の走行のためには、スペアタイヤが必須であり、その場での交換作業が必要となる。また、異物近傍の粘着層が熱老化による硬化を起こすことがあり封止能力の信頼性に欠けるため、実用性は充分ではない。更に、長距離走行によりタイヤ温度が上昇した状態で長時間停車すると、粘着層の流動性が増しているために、重力によって粘着層が流動してしまい、タイヤ内面での偏在化が起こる事がある。この場合、タイヤのウェイトバランスが崩れ、不快な振動発生の原因となるばかりでなく、操縦安定性を損なうため、いまだ実用性に乏しい技術である。

[0011] 2つ目は、パンク修理剤である。粘着性のシール液と圧縮した空気を送り込む電動ポンプにより構成され、受傷後のタイヤを応急的に修理するものである。このものは、あくまで駐車中にタイヤ気室の圧力がゼロになった場合、かつその事実気がついた場合に、上述の修理によりその後の走行が可能となる。しかし、修理するためには安全な場所を選ばねばならず、特に冬季の冰雪路面上や治安の悪い市街地内では、命の危険にさらされる状況がありうるため、パンク修理のための路上駐車は出来る

だけ避けるべきであり、安全な駐車場内などでのパンクトラブル時に限定的に用いられる手段といえる。

一方で走行中に受傷部からタイヤ気室の圧力が徐々に抜けていく場合には、その異常にドライバーが気付かない限り、いつタイヤ気室の圧力がゼロとなり走行不能に陥るか判らない中で走行することとなるため、実際にはきわめて危険な走行状況が続くこととなり、安全面から充分な技術とはいえない。

[0012] また、タイヤとこれに組付けるリムとの組立体の内部空洞へ独立気泡を有する発泡体を充填したタイヤが、例えば特開平6-127207号公報、特開平6-183226号公報、特開平7-186610号公報および特開平8-332805号公報などに記載されている。これらに提案されたタイヤは、主に農耕用タイヤ、ラリー用タイヤ、二輪車用タイヤおよび自転車用タイヤなど特殊な、または小型のタイヤに限定されるものである。従って、乗用車用タイヤやトラックおよびバス用タイヤなどのように、走行速度が高く、長期間の使用に耐え、とりわけ転がり抵抗や乗り心地性を重視するタイヤへの適用は未知数であった。そしていずれの発泡体も発泡倍率が低いために、気泡を有する発泡体のわりには重量が大きく、振動乗り心地性や燃費の悪化を避けられない上、その独立気泡内部は大気圧であるため、従来タイヤの高圧空気の代替とするには機能的に不十分であった。

[0013] さらに、特許第2987076号公報には、発泡体充填材を内周部に挿入したパンクレスタイヤが開示されているが、気泡内圧が大気圧に極めて近いことによる不利に加え、発泡体がウレタン系材料であるために、ウレタン基の分子間水素結合に起因するエネルギーロスが大きく、自己発熱性が高い。よって、ウレタン発泡体をタイヤ内に充填した場合、タイヤ転動時のくり返し変形により、発泡体が発熱し大幅に耐久性が低下する。また、気泡を独立して形成するのが難しい素材を用いているため、気泡が連通しやすく気体を保持することが難しいため、所望の荷重支持能力を得られない不利がある。

[0014] さらにまた、特開昭48-47002号公報には、独立気泡を主体とする多気泡体の外周をゴムや合成樹脂等の厚さ0.5~3mmの外包皮膜で一体的に包被密封した膨張圧力気泡体の多数をタイヤ内に充填し、該タイヤを規定内圧に保持した、パンクレ

スタイヤが提案されている。この技術は、発泡体の気泡内気圧を常圧より高くするために、膨張圧力気泡体となる独立気泡体形成配合原料中の発泡剤配合量をタイヤ内容積に対して、少なくとも同等以上の発生ガスが発生する発泡剤配合量に設定しており、これによって通常の少なくとも空気入りタイヤと同様の性能を目指している。

[0015] 上記技術では、膨張圧力気泡体中の気泡内ガスの散逸を防ぐために、外包皮膜で一体的に包被密封しているが、この外包皮膜の材料として例示されているものは、自動車用チューブまたは該チューブ形成用配合物のような材料のみである。つまり、タイヤチューブ等に用いられる、窒素ガス透過性の低いブチルラバーを主体とした軟質弾性外包皮膜にて包被密封を施し、これらの多数をタイヤ内に充填している。製法としては、軟質弾性外包皮膜として未加硫のタイヤチューブを、膨張圧力気泡体として未加硫の独立気泡体形成配合原料を用い、これらの多数をタイヤとリムの組立体内部に配置後、加熱により発泡させ、発泡体充填タイヤを得ている。発泡体の膨張によるタイヤ内部の常圧空気は、リムに開けられた排気小孔から自然排気される。

[0016] ここで、乗用車用タイヤの内圧は、一般的に常温における150～250kPa程度に設定されるため、上記の発泡体充填タイヤを製造するには、その加硫成形の加熱時(140℃程度)の状態において、絶対圧で上記内圧の約1.5倍程度になっているものと、気体の状態方程式から推定される。ところが、この程度の圧力レベルでは、加硫圧力不足をまねいてブローンが発生するのを避けることは出来ない。このブローン現象を回避するためには、加硫時の圧力を増やすために発泡剤配合量を大幅に増量するか、加熱温度を高めて架橋反応を促進させる必要がある。

[0017] しかしながら、発泡剤配合量を増加する手法は、発泡剤配合量の増加により常温時の内圧が300kPaを大きく超えてしまうため、従来の空気入りタイヤの代替品とするのは困難であった。また、加熱温度を高める手法は、熱老化によるタイヤのダメージが大きくなってタイヤの耐久性を大幅に悪化させるため、長期使用における耐久性に問題が生じる。一方、タイヤとリムの組立体の内部には、軟質弾性外包皮膜に包まれた膨張圧力気泡体が多数配置されているが、上記ブローンが発生した軟質弾性外包皮膜同士の摩擦、タイヤ内面およびリム内面との摩擦等、耐久性面での問題が大きい。以上から上記の問題は、膨張圧力気泡体の形状が一体的なドーナツ形状をと

るのとは異なり、分割された多数の膨張圧力気泡体を配置することに起因する、大きな欠点とも言える。また、リムに開けられた排気小孔は、膨張圧力気泡体の膨張によるタイヤ内部の常圧空気を自然排気するためには有効であるものの、膨張圧力気泡体中の気泡内ガスの散逸経路となってしまう。よって膨張圧力気泡体中の圧力が長期間保持できず、長期間の使用に耐えうるものではない。

[0018] さらに、軟質弾性外包皮膜として、タイヤチューブ等の、窒素ガス透過性が小さいブチルラバーを主体とした配合組成物を用いているが、ブチルラバーは加硫反応速度が極めて遅いため、反応を完結させるためには、140℃程度の温度では多大なる加熱時間を必要とする。このことは、軟質弾性外包皮膜の架橋密度不足を意味し、軟質弾性外包皮膜の剥離発生の一要因になることはいうまでもない。また、加熱時間の延長は、前述した熱老化によるタイヤのダメージを更に大きくするため、耐久性の低下を避けられず、得策とはいえない。

[0019] また、特開昭51-126604号公報には、ガスを包蔵した中空小球をタイヤ内に配置し、パンク受傷部を封止して内圧の漏洩を遅らせる発明がある。この発明では膨張材として液化ガスを用いた膨張性樹脂粒子を加熱膨張させて得られた中空粒子の多数をタイヤ内に配置している。しかし、加熱膨張後の中空部圧力は環境温度とガスの蒸気圧によって決定されるため、タイヤ内に配置して所定の内圧まで空気を充填すると、中空部圧力が低いために中空粒子は球形状を保つことが出来ず、つぶれたラグビーボール的な形でタイヤ内に存在することとなる。このようにつぶれた形状ではパンク時の受傷部を封止するに際し好ましくない。タイヤ内圧が50kPa程度の低い内圧下にてタイヤを受傷させると、該中空粒子が略球形状を保っているため、2.5mmφ程度の釘による受傷部であれば封止出来る。しかし、常用走行に必要な200kPa程度の高い内圧下にてタイヤを受傷させると、2.5mmφの釘による受傷部が封止できず、中空粒子が噴出してしまう。また、現在の市場でのパンク実態調査から、タイヤに刺さる異物の平均直径は3.5mmφ程度であるため、上記技術では不十分である。さらに、タイヤ内圧を200kPaとし1000kmの常用走行後に中空粒子を取り出したところ、ほとんどの粒子は破壊してしまっており、略球形状であるものはほとんど見られなかった。さらに上記1000km走行後のタイヤに、200kPa下にて2.5mmφの釘

刺し受傷を与えたが、受傷部を封止することが出来ず、中空粒子の破砕物が噴出した。以上から、中空粒子をタイヤ内に配置するだけでは、受傷部を的確に封止することが出来ず、また常用走行にて破壊してしまうため、十分な技術とはいえない。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0020] そこで、本発明は、タイヤに外傷を受けた後のパンク状態から、例えばタイヤ修理を行うことが出来る場所までの、最低限の移動を安全かつ確実に実現するタイヤとリムとの組立体について提供することを目的とする。

[0021] また、本発明の別の目的は、タイヤ受傷前の常用走行における耐久性および乗り心地性、省燃費性、汎用性に優れ、かつ生産性を犠牲にせず低コストでパンク時の走行安全性を保証する、上記のタイヤとリムとの組立体の内側に配置するに適した中空粒子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 発明者らは、上記の問題点を解決すべく鋭意検討した結果、外傷によってタイヤ気室内の気体が漏れ出た際に、その後の走行に必要な最低限のタイヤ気室の圧力を適正に与えることによって失った圧力を回復させること、そして通常走行下におけるタイヤ内温度を抑制することの両立が必要かつ有効であることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0023] すなわち、本発明の要旨構成は、次のとおりである。

(1) タイヤをリムに装着し、該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室に、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる略球形状の中空粒子の多数を配置し、さらに該タイヤ気室に大気圧を超える高圧気体を充填したタイヤとリムとの組立体であって、タイヤ気室の圧力が大気圧まで低下した状態からの走行において、該タイヤ気室の圧力を、少なくともタイヤのサイド部が接地しなくなる圧力まで回復する機能を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0024] (2) 上記(1)において、下記式(I)に従う中空粒子の充填率が5vol%以上80vol%以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

中空粒子の充填率 = (粒子体積値 / タイヤ気室容積値) × 100 — (I)

ここで、

粒子体積値: タイヤ気室に配置した全中空粒子の大気圧下での合計体積と
粒子周囲の空隙体積との合計量 (cm³)

タイヤ気室容積値: タイヤとリムとの組立体に空気のみを充填して使用内
圧 (kPa) に調整した後、充填空気を内圧が大気圧になるまで排出した際の
充填空気排出量 (cm³) を用いて、次式 (II) から求めた値 (cm³)

タイヤ気室容積値 = (充填空気排出量) / (使用内圧 / 大気圧)

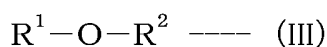
— (II)

なお、式 (II) において使用内圧はゲージ圧値 (kPa) を、大気圧値は
気圧計による絶対値 (kPa) を用いる。

- [0025] (3) 上記 (1) または (2) において、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の 70% 以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0026] (4) 上記 (1)、(2) または (3) において、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の 80% 以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0027] (5) 上記 (1) ないし (4) のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の 90% 以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0028] (6) 上記 (1) ないし (5) のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の 100% 以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0029] (7) 上記 (2) ないし (6) のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が 70vol% 以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0030] (8) 上記 (2) ないし (7) のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が 60vol% 以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0031] (9) 上記 (2) ないし (8) のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が 50vol% 以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0032] (10) 上記(1)ないし(9)のいずれかにおいて、タイヤ気室に配置した中空粒子群の平均粒径が $40\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲にあり、かつ該中空粒子群の平均真比重が $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 $0.06\text{g}/\text{cm}^3$ 以下の範囲にあることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0033] (11) 上記(1)ないし(10)のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の気体が、窒素、空気、炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)：



(式中の R^1 および R^2 は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物、からなる群の中から選ばれた少なくとも1種の気体を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0034] (12) 上記(1)ないし(11)のいずれかにおいて、中空粒子の連続相である樹脂が、ポリビニルアルコール樹脂、アクリロニトリル系重合体、アクリル系重合体および塩化ビニリデン系重合体のいずれか少なくとも1種から成ることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0035] (13) 上記(1)ないし(12)のいずれかにおいて、中空粒子の連続相がアクリロニトリル系重合体から成り、該アクリロニトリル系重合体は、アクリロニトリル重合体、アクリロニトリル／メタアクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル／メチルメタクリレート共重合体およびアクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メチルメタクリレート3元共重合体から選ばれた少なくとも1種であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0036] (14) 上記(1)ないし(13)のいずれかにおいて、さらにアンチロックブレーキシステム of 車輪速度センサーによる車輪速度検知に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能および、圧力センサーによるタイヤ気室圧力の直接測定方式に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能のいずれか一方または両方をそなえることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0037] (15) 上記(1)ないし(14)のいずれかにおいて、タイヤ気室内に、さらに大気圧下で

の平均嵩比重が該中空粒子の平均真比重よりも大きい発泡体の多数を該中空粒子群に混在して配置したことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0038] (16) 上記(15)において、前記発泡体は、直径が1mm以上15mm以下の略球体形状または一辺が1mm以上15mm以下の立方体形状であり、平均嵩比重が0.06g/cc以上0.3g/cc以下であり、独立気泡または連通気泡を有するものであることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0039] (17) 上記(1)ないし(16)のいずれかにおいて、前記中空粒子は、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の70%以上の中空部圧力を持ち、かつ加熱したときの膨張開始温度 T_{s2} が90℃以上200℃以下の範囲であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0040] (18) 上記(1)ないし(17)のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が110℃以上であるタイヤとリムとの組立体。

[0041] (19) 上記(1)ないし(18)のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が130℃以上であるタイヤとリムとの組立体。

[0042] (20) 上記(1)ないし(19)のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が160℃以上であるタイヤとリムとの組立体。

[0043] (21) 上記(1)ないし(20)のいずれかにおいて、タイヤ内に配置する前の中空粒子内部の気体が、タイヤ気室内に充填する気体と異なる気体であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0044] (22) 上記(21)において、タイヤ内に配置する前の中空粒子内部の気体が不燃性ガスであり、内圧を与えた後のタイヤとリムとの組立体内における中空粒子内部の気体が、該不燃性ガスとタイヤ気室に充填した気体との混合物であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0045] (23) 上記(1)ないし(22)のいずれかにおいて、中空粒子の殻部を構成する樹脂による連続相が、アクリロニトリル系樹脂であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0046] (24) 上記(23)において、アクリロニトリル系樹脂が、アクリロニトリル、メタアクリロニトリルおよびメチルメタクリレートからなる三元共重合体からなる三元共重合体である

ことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0047] (25) 上記(23)において、アクリロニトリル系樹脂が、アクリロニトリル、メタアクリロニトリルおよびメタクリル酸からなる三元共重合体であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0048] (26) 上記(1)ないし(25)のいずれかにおいて、前記中空粒子の表面の少なくとも一部分に、該表面に熱を介して定着された被覆剤を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0049] (27) 上記(1)ないし(26)のいずれかにおいて、前記中空粒子の全表面に被覆剤を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0050] (28) 上記(1)ないし(27)のいずれかにおいて、中空粒子の被覆に使用した被覆剤量および下記処理に従って得られる沈殿物量に基づいて、次式

$$\text{定着率} = \{(\text{使用被覆剤量}) - (\text{沈殿物量})\} / (\text{使用被覆剤量}) \times 100$$

にて求められる被覆剤の定着率が90mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

記

分液ロート内に、n-ヘキサン、イソプロピルアルコール、エタノールおよびメタノールから選ばれた少なくとも1種の溶媒300ccと、2～3gの範囲で秤量した被覆剤を有する中空粒子とを添加し、常温下で1分間攪拌した後10分間静置し、沈殿物をロートから排出そして採取した後、再度上記溶媒を追加し分液ロート内溶媒を300ccに調整した上で、上記攪拌、静置および排出そして採取を、さらに4回繰り返し、合計5回分の沈殿成分を、定法により溶媒を除去後に沈殿物量として秤量し、元の中空粒子量に対する質量百分率を算出して沈殿物量とする。

[0051] (29) 上記(28)において、前記定着率が95mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0052] (30) 請求項28または29において、前記定着率が99mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

[0053] (31) 上記(28)ないし(30)のいずれかにおいて、前記中空粒子の中空部内の圧力が大気圧以上の高圧であり、該中空粒子を加熱したときの膨張開始温度Ts2が9

0℃以上200℃以下の範囲であり、前記被覆剤の融点 T_m が中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} より高いことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

- [0054] (32) 上記(31)において、被覆剤の融点 T_m が、ガス成分を液体状態の発泡剤として樹脂に封じ込めた膨張性樹脂粒子の膨張開始温度 T_{s1} に関して、下記の間係を満たすことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

記

$$T_{s1} < T_m < T_{s1} + 150^{\circ}\text{C}$$

- [0055] (33) 上記(32)において、中空粒子は、被覆剤が付着された膨張性樹脂粒子を、被覆剤の融点 T_m 以上の温度で膨張させて得たものであることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0056] (34) 上記(28)ないし(33)のいずれかにおいて、被覆剤が有機酸金属塩であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [0057] (35) タイヤをリムに装着したタイヤとリムとの組立体における該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室内に、大気圧を超える高压気体とともに配置する、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる中空粒子であって、下記の樹脂(A)と、下記の熱分解性発泡剤(B)および下記の発泡剤(C)のいずれか一方または両方とを含有する膨張性組成物を加熱膨張させて得られ、かつ中空粒子の中空部内の圧力が、該中空粒子群が配置されるタイヤ気室内の高压気体の圧力に対して70%以上であることを特徴とする中空粒子。

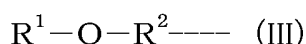
記

(A) ポリビニルアルコール樹脂、アクリロニトリル系重合体、アクリル系重合体および塩化ビニリデン系重合体から選ばれた少なくとも1種

(B) ジニトロソペンタメチレンテトラミン、アゾジカルボンアミド、パラトルエンスルフォニルヒドラジンおよびその誘導体、そしてオキシビスベンゼンスルフォニルヒドラジンから選ばれた少なくとも1種

(C) 炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)

:



(式中の R^1 および R^2 は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物から選ばれた少なくとも1種

[0058] (36) タイヤをリムに装着したタイヤとリムとの組立体における該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室内に、大気圧を超える高压気体とともに配置する、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる中空粒子であって、その中空部内の圧力が大気圧以上であり、かつ表面の少なくとも部分に、該表面に熱を介して定着された被覆剤を有することを特徴とする中空粒子。

[0059] (37) 上記(36)において、中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の70%以上であることを特徴とする中空粒子。

[0060] (38) 上記(36)または(37)において、全表面に被覆剤を有することを特徴とする中空粒子。

[0061] (39) 上記(36)ないし(38)のいずれかにおいて、中空粒子の被覆に使用した被覆剤量および下記処理に従って得られる沈殿物量に基づいて、次式

$$\text{定着率} = \{(\text{使用被覆剤量}) - (\text{沈殿物量})\} / (\text{使用被覆剤量}) \times 100$$

にて求められる被覆剤の定着率が90mass%以上であることを特徴とする中空粒子。

記

分液ロート内に、*n*-ヘキサン、イソプロピルアルコール、エタノールおよびメタノールから選ばれた少なくとも1種の溶媒300ccと、2～3gの範囲で秤量した被覆剤を有する中空粒子とを添加し、常温下で1分間攪拌した後10分間静置し、沈殿物をロートから排出そして採取した後、再度上記溶媒を追加し分液ロート内溶媒を300ccに調整した上で、上記攪拌、静置および排出そして採取を、さらに4回繰り返し、合計5回分の沈殿成分を、定法により溶媒を除去後に沈殿物量として秤量し、元の中空粒子量に対する質量百分率を算出して沈殿物量とする。

[0062] (40) 上記(39)において、前記定着率が95mass%以上であることを特徴とする中空粒子。

[0063] (41) 上記(39)または(40)において、前記定着率が99mass%以上であることを特

徴とする中空粒子。

- [0064] ここで、本文中で記載するタイヤ気室の圧力とは、特に記載しない場合はゲージ圧（ゲージに示される圧力）を指す。

発明の効果

- [0065] 本発明によれば、タイヤ受傷後のタイヤ気室圧力低下時にあっても必要とされる距離を安定して走行し得る機能を発現し、通常走行下において低速から高速のあらゆる走行条件下においても、上記機能を確実に保持するタイヤとリムとの組立体を提供することができる。
- [0066] 以上の効果は、タイヤ気室内に本発明により規定される充填率の下に本発明により限定された中空粒子を配置することにより得られるから、タイヤ構造自体を規制する必要はなく、汎用のタイヤそして汎用のリムを活用して新たに安全タイヤとリムとの組立体を提供できる。
- [0067] 特に、上記課題解決手段(26)ないし(34)の記載に従って中空粒子の表面に被覆剤を適用すれば、該被覆剤の中空粒子表面での均一分布および同表面に対する強固な被覆が実現されるため、中空粒子同士の融着が確実に防止され、また中空粒子の耐久性を向上することができる。従って、タイヤが受傷するまでの期間にわたり、中空粒子本来の機能が維持される結果、上記したタイヤとリムとの組立体の高機能を長期にわたり保証できる。

図面の簡単な説明

- [0068] [図1]本発明に従うタイヤとリムとの組立体を示すタイヤ幅方向断面図である。
- [図2]タイヤ気室圧力低下警報装置を搭載した本発明に従うタイヤとリムとの組立体の一例を示すタイヤ幅方向断面図である。
- [図3]本発明に従うタイヤとリムとの組立体に搭載する、中空粒子および気体の充填に併用する『フィルターを備えたタイヤ用バルブ』の例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0069] 以下に、本発明に従うタイヤとリムとの組立体について、その幅方向断面を示す図1に基づいて説明する。

すなわち、図示のタイヤとリムとの組立体は、タイヤ1をリム2に装着し、該タイヤ1とリ

ム2とで区画されたタイヤ気室3内に、樹脂よりなる連続相と独立気泡とからなる熱膨張可能な中空粒子4の多数を、加圧下で充填配置してなる。

なお、タイヤ1は、規格に従う各種自動車用タイヤ、たとえば、トラックやバス用タイヤ、乗用車用タイヤ等であれば、特に構造を限定する必要はない。すなわち、本発明はタイヤとリムとの組立体になるすべての安全タイヤに適用できる技術であり、図示のタイヤは、1対のビードコア5間でトロイド状に延びるカーカス6のクラウン部に、その半径方向外側へ順にベルト7およびトレッド8を配設してなる一般的な自動車用タイヤである。

図において、符号9は、タイヤ気室3に対して気体を給排するバルブを、10はインナーライナー層をそれぞれ示し、11はサイド部を、そして12は、中空粒子4の周囲の空隙をそれぞれ示す。

[0070] 上記中空粒子4は、略球形状の樹脂による連続相で囲まれた独立気泡を有する、たとえば粒径が $10\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ 程度の範囲で粒径分布を持った中空体、あるいは、独立気泡による小部屋の多数を含む海綿状構造体である。すなわち、該中空粒子4は、外部と連通せずに密閉された独立気泡を内包する粒子であり、該独立気泡の数は単数であってもよいし、複数であってもよい。この明細書では、この『中空粒子群の独立気泡内部』を総称して『中空部』と表現する。

また、この粒子が独立気泡を有することは、該粒子が独立気泡を密閉状態で内包するための『樹脂製の殻』を有することを指し、さらに、樹脂による連続相とは、この『樹脂製の殻を構成する成分組成上の連続相』を指す。なお、この樹脂製の殻の組成は後述のとおりである。

[0071] この中空粒子4の多数個である中空粒子群は、高压気体とともにタイヤ気室3の内側に充填配置することによって、通常の使用条件下ではタイヤの『使用内圧』を部分的に担うと共に、タイヤ1の受傷時には、タイヤ気室3内の失った圧力を復活させる機能を発現する源となる。この『内圧復活機能』については後述する。

ここで、『使用内圧』とは、『自動車メーカーが各車両毎に指定した、装着位置ごとのタイヤ気室圧力値(ゲージ圧力値)』を指す。

[0072] さて、従来の空気入りタイヤは、タイヤ気室圧力が大気圧まで低下した状態で走行

すると、荷重によりタイヤが大きく撓み、そのサイド部が路面に接地してしまうため、路面との摩擦と繰り返し屈曲変形とによる発熱によって骨格のカーカス材が疲労し、サイド部の磨耗傷が最終的にタイヤ気室内まで貫通することで破壊に到る。

[0073] そこで、本発明では、外傷によってタイヤ気室内の気体が漏れ出た際に、その後の走行に必要な最低限のタイヤ気室圧力を適正に与え、失った圧力を回復させることを主目的としている。よって本発明では、タイヤとリムの組立体を圧力容器と捕らえている。すなわち、パンクにより傷ついてしまった圧力容器の傷口を、タイヤ気室内に配置した中空粒子群により暫定的に封止した上で、中空粒子を機能させて失った圧力を回復することによって、この目的を達成しようとするものである。従って、前述した従来の空気入りタイヤのように、パンク後の走行自体がタイヤ、すなわち圧力容器を故障破壊に導くような事があってはならない。

[0074] すなわち、タイヤ気室圧力が大気圧にまで低下したとしても、早期に上述の機能を発揮させることによって、前述のタイヤ破壊に至ることを回避し、圧力容器として機能させることが重要であり、そのために、タイヤ気室内の圧力を『少なくともタイヤのサイド部が接地しなくなる圧力』まで復活させることが肝要である。

[0075] より具体的には、タイヤ気室に配置する中空粒子について、下記式(I)に従う中空粒子の充填率を5vol%以上80vol%以下とすることが好ましい。

記

$$\text{中空粒子の充填率} = (\text{粒子体積値} / \text{タイヤ気室容積値}) \times 100 \quad \text{--- (I)}$$

[0076] ここで、粒子体積値は、タイヤ気室に配置した全中空粒子の大気圧下での合計体積と粒子周囲の空隙体積との合計量(cm^3)であり、以下の方法で算出できる。

まず、該粒子の大気圧下での平均嵩比重を求める。その方法は、例えば大気圧下にて既知体積であるものの重量を測定することにより算出する。最初に、大気圧下でメスシリンダーに粒子を量りとり、超音波水浴中にて振動を与え、粒子間のパッキングが安定した状態にて、粒子の総体積(粒子周囲の空隙体積を含む)と粒子の総重量とを測定することによって、上記大気圧下での平均嵩比重を算出する。すなわち、粒子の大気圧下での平均嵩比重は、

$$\text{粒子の大気圧下での平均嵩比重} = (\text{粒子の総重量}) / (\text{粒子の総体積})$$

である。

次に、タイヤ気室内に配置した粒子の総重量を測定し、前記にて算出した該粒子の大気圧下での平均嵩比重で割ることによって、タイヤ内部に配置した『粒子体積』を算出することができる。すなわち、

粒子体積＝(タイヤに充填した粒子の総重量)／(粒子の大気圧下での平均嵩比重)

である。

なお、容積が既知の容器に粒子を量り取りながらタイヤ気室内に配置する方法でも所望の粒子体積の粒子をタイヤ内に配置することが出来る。

[0077] また、タイヤ気室容積値は、タイヤとリムとの組立体に空気のみを充填して使用内圧(kPa)に調整した後、充填空気を内圧が大気圧になるまで排出した際の充填空気排出量(cm^3)を用いて、次式(II)から求めた値(cm^3)である。

タイヤ気室容積値＝(充填空気排出量)／(使用内圧／大気圧)——(II)

なお、式(II)において使用内圧はゲージ圧値(kPa)を、大気圧値は気圧計による絶対値(kPa)を用いる。すなわち大気圧は、ゲージ圧では0[kPa]で表されるが、大気圧値自体は日々刻々と変動するものであるため、その時点での気圧計から観測される絶対値を用いる。よって例えばある時の大気圧が1013hPaであった場合は、大気圧絶対値として101.3kPaを式(II)に用いる。

[0078] 以下に、上記した中空粒子の充填率を5vol%以上80vol%以下とする理由について、常用使用からパンク状態となった場合の態様へと順に説明する。

まず、タイヤ気室に中空粒子の多数を配置し、さらに該タイヤ気室に高压気体を充填して、タイヤ気室圧力を使用内圧とする場合から説明する。

本発明では、中空粒子4をタイヤ気室3に配置した後、該粒子4周囲の空隙部10、言い換えればタイヤ気室の圧力が、装着車両指定内圧等の所望の使用内圧となるように、空気や窒素等の高压気体を充填することが肝要である。

タイヤ気室3に中空粒子4を配置し、さらに気体を充填してタイヤ気室3の圧力を所望の圧力に設定すると、当初、中空粒子の中空部内の圧力(独立気泡内の圧力)がタイヤ気室の圧力より小さいために、粒子は体積減少する。この時点での中空粒子

の形状は略球形状ではなく、球形状から扁平化して歪んだ形状となっている。この粒子形状が扁平化して歪んだ状態のままタイヤ走行を開始すると、中空粒子は、球形状の場合と比べて粒子同士の衝突やタイヤおよびリム内面との衝突により、破壊しやすくなる。すなわち、中空粒子が扁平化して歪んだ形状では、衝突による入力を均一に分散させることができず、耐久性面で大きな不利をもたらすことになる。

[0079] 一方、扁平化して歪んだ中空粒子は、その中空部内の圧力とタイヤ気室の圧力との差により体積減少した状態であるわけだが、一定期間にわたりタイヤ気室(粒子周囲の空隙部)の圧力を保ち続けることによって、中空粒子の中空部内の圧力、言い換えれば該粒子内の独立気泡内の圧力を、タイヤ気室の圧力程度に高めることができる。すなわち、扁平化した中空粒子は変形させられているため、その殻の部分には元の略球形状に戻ろうとする力が働いている。また、扁平化した中空粒子の中空部内の圧力は、タイヤ気室の圧力よりも低いことから、その圧力差を解消するために、タイヤ気室の気体の分子が樹脂による連続相の殻を通過して粒子の中空部内に浸透する。さらに、中空粒子の中空部は独立気泡であり、その中の気体は発泡剤に起因するガスで満たされているため、タイヤ気室(粒子周囲の空隙部)の気体とは異なる場合がある。この場合は、上述の単なる圧力差だけではなく気体の分圧差に従いながら、その分圧差を解消するまでタイヤ気室内の高圧気体が粒子中空部内へ浸透していく。このように、タイヤ気室内の高圧気体は、時間と共に中空粒子の中空部内へ浸透していくため、この中空部内に浸透した分だけ、タイヤ気室の圧力が低下することとなる。よって、中空粒子の中空部内に浸透した分を補うために、高圧気体を充填した上で所望の圧力をかけ続けることにより、所望の使用内圧に調整した、本発明のタイヤを早期に得ることができる。

[0080] かように、中空粒子の中空部内の圧力は、タイヤ気室(粒子周囲の空隙部)の圧力に近づきながら、一旦減少した粒子体積を回復していき、粒子形状は扁平化されて歪んだ形状から元の略球形状へと回復していく。この形状を回復していく過程の中で、中空粒子中空部内の圧力がタイヤ気室の圧力に対して少なくとも70%にまで増加することにより、粒子形状は扁平化した状態から略球形へ回復することが出来、これによって上述した粒子の耐久性を保証することが出来る。

- [0081] 上記の手法によれば、中空粒子のまわりに高圧気体が介在することになり、通常走行時に中空粒子が負担する荷重を無視できるほど軽減できるのはもちろんのこと、上述の粒子体積を回復した中空粒子においては、粒子形状が略球形に回復するため、タイヤ転動時の繰り返し変形に伴って粒子に加わる疲労や破壊も大幅に低減できる結果、粒子の耐久性が損なわれることはない。中空粒子の耐久性が損われない範囲は、タイヤ気室内の圧力が、装着する車両指定内圧等の所望する高圧下環境のなかで粒子が体積を回復しながら粒子中空部の圧力が増加する過程において、中空粒子の中空部の圧力が所望のタイヤ気室内の圧力に対して少なくとも70%であることが好ましい。さらには、80%以上、90%以上、そして100%以上と高く設定することが推奨される。
- [0082] ここで、中空粒子の中空部内の圧力を所望のタイヤ気室内の圧力に対して少なくとも70%とするタイヤとリムとの組立体を得るには、中空粒子周囲の空隙気体の圧力を、少なくとも装着する車両指定内圧等の所望するタイヤ気室内の圧力に対して70%以上まで高めた状態に保持し、この圧力をかけ続けたまま適切な時間を経過させればよい。あるいは、中空粒子をタイヤとは別の圧力容器内に配置し、粒子周囲の空隙圧力を少なくとも所望のタイヤ気室内の圧力に対して70%以上まで高めた状態に保持し、この圧力をかけ続けたまま該圧力容器内にて適切な時間保管したうえで、中空粒子の中空部内の圧力が増加した状態の粒子をその周囲の雰囲気と共にタイヤ気室内に配置することによっても、所望のタイヤとリムとの組立体を得ることができる。
- [0083] なお、上述の適切な保持時間は、中空粒子の殻の部分、すなわち粒子の連続相に対する空隙気体の透過性と、粒子中空部内の気体と空隙気体との分圧差とを考慮して、設定すればよい。
- [0084] 以上の機構と粒子の形状、体積の変化過程に則り、タイヤ気室(粒子周囲の空隙部)に充填する気体の種類と圧力とを適宜に選択、そして調節することによって、中空粒子の中空部内の圧力を所望の範囲に設定できる。
- [0085] 以上述べてきたように、中空粒子の中空部内の圧力を所望のタイヤ気室内の圧力に対して少なくとも70%とした粒子を、タイヤ気室内に配置することにより、該タイヤ気室の圧力が大気圧となった状態から走行した時に、少なくとも該タイヤのサイド部

が接地しなくなるタイヤ気室圧力まで、該タイヤ気室の圧力を回復させることを実現する必要がある。

以下に、そのタイヤ内圧の復活機構を説明する。

- [0086] さて、上述した中空粒子群をタイヤ気室内に配置したタイヤとリムとの組立体にあっては、該タイヤが受傷すると、中空粒子4相互間の空隙10に存在するタイヤ気室内の高圧気体がタイヤの外側に漏れ出る結果、タイヤ気室の圧力は大気圧と同程度の圧力にまで低下する。そして、このタイヤ気室圧力低下の過程において、以下の事がタイヤ気室内で起こっている。
- [0087] まず、タイヤが受傷しタイヤ気室の圧力が低下し始めると、中空粒子の多数が受傷部を封止し、急激な気室圧力の低下を抑制する。その一方、気室圧力の低下に伴いタイヤの撓み量は増加し、タイヤ気室容積が減少する。さらに、気室圧力が低下するとタイヤが大きく撓み、タイヤ気室内に配置した中空粒子は、タイヤ内面とリム内面との間に挟まれながら、圧縮とせん断の入力を受けることとなる。
- [0088] 一方、上述の使用内圧下で存在していた中空粒子の中空部内の圧力(独立気泡中の気泡内圧力)は、受傷後も上記使用内圧に準じた高い圧力を保ったまま、言い換えれば、受傷前の粒子体積と中空部圧力を保持したままタイヤ気室内に存在する事となる。よって、さらにタイヤが転動する事により、中空粒子そのものが直接的に荷重を負担しつつ中空粒子同士が摩擦を引き起こし自己発熱するために、タイヤ気室内の中空粒子の温度が急上昇する。そして、該温度が、中空粒子の殻部である連続相を形成する樹脂の熱膨張開始温度(該樹脂のガラス転移温度に相当する)を超えると、該粒子の殻は軟化し始める。このとき、中空粒子の中空部内の圧力が使用内圧に準じた高い圧力であるのに加え、中空粒子温度の急上昇によりさらに中空部内圧力が上昇しているために、中空粒子が一気に体積膨張し粒子周囲の空隙気体を圧縮する事になるため、タイヤ気室の圧力を少なくともタイヤのサイド部が接地しなくなるタイヤ気室圧力まで回復させる事ができるのである。
- [0089] 上記の機構によって中空粒子の中空部内の圧力を大気圧以上の高い圧力に設定すれば、内圧復活機能を発現させることができる。
- [0090] すなわち、前述のサイド部が接地しないタイヤ内圧までタイヤ気室の圧力を復活さ

せるには、前述の中空部内の圧力が使用内圧の少なくとも70%である中空粒子を、5vol%以上80vol%以下の充填率の下にタイヤ気室内に配置しておくことが肝要である。その理由を、以下に示す。

中空粒子の充填率が5vol%未満であると、受傷部の封止は問題なく行えるが、該中空粒子の絶対量が不足しているために、サイド部が接地しない圧力レベルまでの十分な復活内圧を得る事が難しくなる。一方、中空粒子の充填率が80vol%を超えると、タイヤによっては常用時の高速走行での粒子摩擦による発熱のために、前述した中空粒子の膨張開始温度を超えて膨張してしまい、本発明の主たる機能である内圧復活機能が失われる可能性が有る。この常用時の高速走行での粒子の発熱に関しては後述する。

[0091] また、前述した内圧復活機能を確実に発現させるためには、該内圧復活機能が発現する前に、受傷部を確実に封止する事が肝要である。すなわち、受傷部の封止が不完全であると、復活したはずの圧力が受傷部から漏洩してしまう結果、内圧復活機能により得られた圧力がその後の走行能力に一時的にしか貢献できないために、受傷後の走行性能を保証できなくなる恐れがあるからである。該中空粒子は、中空構造による低比重かつ弾力性に富んだ粒子であるために、タイヤが受傷し受傷部から中空粒子周囲の空隙気体が漏洩し始めると、空隙気体の漏洩による流れに乗って即座に受傷部に密集し、受傷部の傷口を瞬時に封止する。以上述べたように、中空粒子による受傷部の封止機能は、本発明の内圧復活機能を支える必須機能である。

[0092] 以上述べたように、本発明に従う粒子を充填したタイヤとリムとの組立体では、パンク後の内圧低下に伴うタイヤ気室容積の減少とタイヤの撓み量の増大により、中空粒子間の摩擦を引き起こすことで粒子の急激な温度上昇とともに粒子の膨張による内圧復活を果たし、パンク後の安全走行を実現できる。

[0093] ところで、タイヤとリムとの組立体における中空粒子間の摩擦は、通常走行下においても、微小ではあるが発生している。しかし、走行速度が100km/h以下の領域では、発生した摩擦熱自体が小さく、走行による外気への放熱によって、その収支が保たれている。

[0094] しかしながら、150km/hを超える高速度領域において、さらには外気の温度環境

が著しく高い酷暑環境下においては、発生する摩擦熱が増加するわりに外気への放熱が不足する状態となり、中空粒子の温度環境が著しく悪化することがある。こういった状況が長時間続くと、中空粒子の温度がその膨張開始温度を上回ることによって該粒子が膨張してしまい、その結果、前述したパンク時の内圧復活機能を損失することがある。

[0095] 発明者らは、この問題を解決すべく鋭意検討したところ、タイヤ内に充填した中空粒子群の高速走行下での粒子間摩擦発熱を抑制することを可能とする手段を見出すに到った。

[0096] すなわち、タイヤは高速で回転することにより、速度に応じた遠心力を発生している。タイヤの気室内に配置した中空粒子群も同様の遠心力を受けている。この遠心力は、粒子の重量に比例かつ速度の2乗に比例し、タイヤの半径に反比例する。さらに、タイヤに荷重を負担させることにより一定の撓みを生じており、接地している領域は、路面と平行な面の状態となっているため、この接地領域は曲率を持たずに、遠心力がほぼゼロとなる。よって、荷重を負担しつつ回転するタイヤとリムとの組立体内における中空粒子は、非接地領域では上述のように遠心力を受けつつ、その一方で接地領域に入った瞬間に遠心力が抜けるといった『遠心力の繰り返し変動入力下』に置かれるのである。

[0097] 従って、タイヤの気室内に配置する中空粒子群としては、粒子重量を極力抑えることが好ましい。すなわち、中空粒子の平均真比重としては、出来るだけ小さいものを選択することが好ましく、またタイヤ気室容積に対する中空粒子の充填率は、前述の『サイド部が接地しない圧力レベルまでの十分な内圧復活機能を発現する充填率』の範囲の中で、出来るだけ少ない充填率を選定する事が好ましい。

中空粒子の充填率が5vol%未満であると、タイヤによってはサイド部が接地しない圧力レベルまでの十分な復活内圧を得る事が難しくなる。一方、中空粒子の充填率が80vol%を超えると、タイヤによっては常用時の高速走行での粒子摩擦による発熱のために、前述した中空粒子の膨張開始温度を超えて膨張してしまい、本発明の主たる機能である内圧復活機能が失われる可能性が有るため好ましくない。よって、中空粒子充填率の好ましい範囲は、5vol%以上80vol%以下であり、さらには、70vol

%以下、60vol%以下、そして50vol%以下である。

[0098] また、中空粒子の平均真比重は、0.01～0.06g/ccの範囲が好ましい。すなわち、0.01g/cc未満であると、常用走行下での中空粒子の耐久性が低下し、常用使用中に前述の『内圧復活機能』が失われる事がある。一方、0.06g/ccを超えると、前述の常用高速走行における遠心力変動入力が大きくなって、発熱量が大きくなるため好ましくない。

[0099] ここで、タイヤ気室内に配置する中空粒子群は真比重に分布を持っており、中空粒子一粒一粒が同一の真比重値を持つわけではない。その理由として、加熱膨張時の熱履歴の不均一性と、発泡剤に起因する膨張気体の保持性とが挙げられる。中空粒子の原料である『膨張性樹脂粒子』一粒一粒が加熱により膨張して中空粒子となる過程において、加熱時の熱履歴が不均一であると、十分に熱履歴を受け膨張した中空粒子と、受けた熱履歴が少ないために膨張を途中で停止してしまった中空粒子が共存することになる。また、『膨張性樹脂粒子』において、粒径の小さいものは相対的に粒子の殻(発泡剤を包んでいる表皮を指す)である連続相の厚さも薄く、粒径の大きいものは殻の厚さも厚い。加熱時の熱履歴が同等であったとしても、加熱により発生した膨張気体の中空粒子内での保持性は、殻の絶対厚さに依存する。よって、膨張前の粒径が小さい『膨張性樹脂粒子』は、殻が薄いために膨張気体の保持性が低く膨張率の低い中空粒子となり、真比重が大きい。その逆に粒径が大きい『膨張性樹脂粒子』は、殻が厚いために膨張気体の保持性が高く膨張率の高い中空粒子となり、より大きい粒径まで成長できるために、真比重が小さくなる。すなわち、一般的に、マイクロカプセル等の膨張性組成物の膨張によって得られる中空粒子は、膨張後の状態において粒径に分布を持っており、その中で粒径の小さい中空粒子であるほど真比重が大きく、粒径が大きい中空粒子であるほど真比重が小さいという、関係にある。

[0100] よって、十分に膨張した中空粒子は真比重が小さく、その逆に膨張を途中で停止した中空粒子は真比重が大きい成分となる。このような真比重分布を持った粒子群をタイヤ気内に配置した場合、通常内圧の走行下では速度に応じた遠心力を受けることとなる。このとき、真比重の大きい粒子は、真比重の小さい粒子に比して、タイヤ気室

内でより大きい遠心力を受ける。よって、タイヤとリムとの組立体内のホイール内面側近傍には、真比重の小さい粒子群が存在し、回転中心から離れるに従って、徐々に真比重の大きい中空粒子群が存在することとなる。そして、トレッド下のインナーライナー面側には、もっとも真比重の大きい粒子群が存在することとなり、粒子群はホイール内面側からトレッド下のインナーライナー面側に向かって(タイヤ回転半径方向外側に向かって)真比重的に傾斜を持つに到る。

[0101] ここで、タイヤが前述の『繰り返し変動入力下』に置かれているなかで、真比重の小さい中空粒子群に対して真比重の大きい中空粒子群は、接地領域での変動入力下で大きな慣性力を発生する。よって大きな真比重を有する中空粒子群は、共存する“より小さい真比重を有する中空粒子群”を掻き分けるように動き回るため、小真比重粒子と大真比重粒子との相対的な慣性力の差に起因する運動エネルギーの差が、余分な粒子間摩擦熱を発生させる結果、粒子全体の発熱性を悪化させることとなる。すなわち、中空粒子の発熱要因は、大真比重粒子群の小真比重粒子に対する相対的な慣性力差とその運動による摩擦発熱とにあるのである。

[0102] 従って、その摩擦発熱抑制のために、第1に、上述の相対的な慣性力差を小さくする手段として、中空粒子の持つ真比重分布幅を狭くすることがあげられる。例えば、ある平均真比重を持つ中空粒子に対し、大真比重側(小粒径側)と小真比重側(大粒径側)から同体積率だけ除去することで、平均真比重は変わらずとも真比重分布幅を狭くすることができるため、上述の相対的な慣性力の差を抑制することが可能となり、中空粒子群全体の発熱を抑制することができる。

[0103] 第2に、発熱源である大比重粒子群(小粒径側)だけを直接除去することで真比重分布を狭くしながら、平均真比重をも小さくすることで、相対的な慣性力の差だけではなく、慣性力のレベル自体を抑制することにより、さらに中空粒子群全体の発熱を抑制することができる。

[0104] ここに、中空粒子の平均粒径について、好ましい範囲は $40\ \mu\text{m}$ から $200\ \mu\text{m}$ の範囲である。該中空粒子の平均粒径が $40\ \mu\text{m}$ を下回ると、前述の真比重分布が広がり大真比重粒子群の小真比重粒子群に対する相対的な慣性力差とその運動による摩擦発熱により発熱性が悪化するため、好ましくない。一方、該中空粒子の平均粒径

が200 μ mを上回ると、常用走行下での粒子同士が衝突している状況や、パンクによりタイヤ気室の圧力が大気圧となったときの走行にて中空粒子群が直接的に荷重を支える状況において、大粒径側の粒子から選択的に破壊してしまい、所望するパンク後の走行性能を得られなくなる不利が生ずるおそれがあるため好ましくない。

[0105] 以上のように、上記した上限値および下限値に従う充填率の下に中空粒子を配置することにより、内圧復活機能を確実に発現させることができ、これをもって、タイヤ受傷後の一定距離を安全に走行することが達成される。

[0106] 前述のように、常用時の高速度走行や酷暑環境下にて懸念される中空粒子の発熱の問題に対しては、粒子重量、中空粒子の平均真比重および中空粒子の真比重分布幅に着眼した改良手段を挙げた。これらの手段により一定の効果を得ることが出来たが、近年の車両の高性能化や高速化の実態を鑑みたとき、中空粒子の更なる耐熱耐久性が求められている。

そこで、発明者らは中空粒子の発熱の実態について鋭意検討し、中空粒子の更なる耐熱耐久性の向上を達成した。さて、中空粒子はその原料である『膨張性樹脂粒子』を加熱膨張することにより得られ、この膨張性樹脂粒子には膨張開始温度 T_{s1} が存在する。更に、加熱膨張によって得られた中空粒子を再度加熱すると、中空粒子は更なる膨張を開始し、ここに中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が存在する。発明者らは、これまで多くの膨張性樹脂粒子から中空粒子を製造し検討を重ねてきた結果、 T_{s1} を耐熱耐久性の指標としてきたが、耐熱耐久性の指標としては T_{s2} が適切であることを見出すに至った。

[0107] まず、膨張性樹脂粒子を加熱膨張させる場合における膨張挙動を観察した。膨張性樹脂粒子は膨張する前の段階にあるため、中空粒子の状態に比して粒径が極端に小さく、樹脂製の殻部の厚さが極端に厚い。よって、マイクロカプセルとしての剛性が高い状態にある。したがって、加熱膨張の過程で樹脂製の殻部の連続相がガラス転移点を越えても、更なる加熱により殻部がある程度柔らかくなるまでは、内部ガスの拡張力が殻部の剛性にうち勝つことが出来ない。よって、 T_{s1} は実際の殻部のガラス転移点よりも高い値を示す。

一方で、中空粒子を再度加熱膨張させる場合では、中空粒子の殻部の厚さが極端

に薄く、中空体としての剛性が低い状態にある。したがって、加熱膨張の過程で殻部の連続相がガラス転移点を越えると同時に膨張を開始するため、Ts2はTs1より低い位置づけとなる。

[0108] 本発明では、膨張性樹脂粒子の膨張特性を活用するのではなく、いったん膨張させた中空粒子の更なる膨張特性を活用するものであるため、耐熱耐久性を議論するには、従来のTs1ではなくTs2を指標とすべきである。

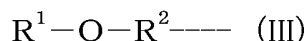
また、中空粒子のTs2が90℃以上200℃以下であることが肝要である。なぜなら、中空粒子のTs2が90℃未満では、選択したタイヤサイズによっては、そのタイヤの保証速度に到達する以前に、中空粒子が再膨張を開始する場合があるからである。

一方200℃を超えると、パンク受傷後のランフラット走行において、中空粒子の摩擦発熱に起因する急激な温度上昇が起こっても、膨張開始温度Ts2に達することが出来ない場合があり、よって目的とする『内圧復活機能』を十分に発現させることが出来なくなる場合がある。

[0109] よって、Ts2の範囲は90℃以上200℃以下であり、好ましくは130℃以上、更に好ましくは150℃以上であり、もっとも好ましくは160℃以上の範囲である。

[0110] 以上のように、上記した上限値および下限値に従う膨張開始温度Ts2を有する中空粒子を配置することにより、内圧復活機能を確実に発現させることはもとより、高速度走行での耐熱耐久性を向上させる事によって、常用走行時の『内圧復活機能保持』が達成される。

[0111] 次に、中空粒子の中空部(独立気泡)を構成する気体としては、窒素、空気、炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)：



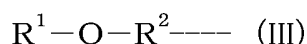
(式中のR¹およびR²は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物、からなる群の中から選ばれた少なくとも1種が挙げられる。また、タイヤ気室内に充填する気体は空気でも良いが、上記粒子中の気体がフルオロ化物でない場合には、安全性の面から酸素を含まない気体、たとえば窒素や不活性ガス

等が好ましい。

[0112] 尚、独立気泡を有する中空粒子を得る方法は特に限定されないが、発泡剤を用いて『膨張性樹脂粒子』を得、これを加熱膨張させる方法が一般的である。この発泡剤としては、高圧圧縮ガス及び液化ガスなどの蒸気圧を活用する手法、熱分解によって気体を発生する熱分解性発泡剤を活用する手法などを挙げることができる。特に、熱分解性発泡剤には窒素を発生させる特徴のあるものが多く、これらによる発泡によって得られる膨張性樹脂粒子の反応を適宜制御することによって得た粒子は気泡内に主に窒素を有するものとなる。この熱分解性発泡剤としては特に限定されないがジニトロソペンタメチレンテトラミン、アゾジカルボンアミド、パラトルエンスルフォニルヒドラジンおよびその誘導体、そしてオキシビスベンゼンスルフォニルヒドラジンを好適に挙げることができる。

[0113] 以下に高圧圧縮ガス及び液化ガスなどの蒸気圧を活用して中空粒子となる『膨張性樹脂粒子』を得る手法を説明する。

粒子を形成する前記樹脂による連続相を重合する際、炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)：



(式中の R^1 および R^2 は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物、からなる群の中から選ばれた少なくとも1種を発泡剤として高圧下で液化させ、反応溶媒中に分散させつつ、乳化重合させる手法である。これにより上記に示されるガス成分を液体状態の発泡剤として前述の樹脂連続相にて封じ込めた『膨張性樹脂粒子』を得ることができ、これを加熱膨張させる事によって、所望の中空粒子を得る事が出来る。

[0114] また、前記『膨張性樹脂粒子』の表面に、シリカ粒子等のアンチブロッキング剤、カーボンブラック微粉、帯電防止剤、界面活性剤、油剤等をコーティングした上で加熱膨張させることにより、目的の中空粒子を得ることができる。

[0115] また、前記『膨張性樹脂粒子』の表面に、シリカ粒子等のアンチブロッキング剤、カ

ーボンブラック微粉、帯電防止剤、界面活性剤、油剤等をコーティングした上で加熱膨張させることにより、目的の中空粒子を得ることができる。

[0116] また、受傷によりタイヤ気室圧力が低下した状態において、該中空粒子によって必要最低限の内圧を付与するには、粒子の中空部内に所定圧力で封入された気体が、粒子外部へ漏れ出ないこと、換言すると、中空粒子の殻の部分に相当する樹脂による連続相が気体を透過し難い性質を有することが肝要である。すなわち、連続相を構成する樹脂はガス透過性の低い材質によること、具体的には、アクリロニトリル系共重合体、アクリル系共重合体、塩化ビニリデン系共重合体、ポリビニルアルコール樹脂、アクリロニトリル／スチレン樹脂(AS)、ポリエチレン樹脂(PE)、ポリプロピレン樹脂(PP)、ポリエステル樹脂(PET)およびポリスチレン／ポリエチレン共重合体(PS／PE)のいずれか少なくとも1種から成ることが肝要である。これらの材料は、タイヤ変形による入力に対して中空粒子としての柔軟性を有するため、本発明に特に有効である。

[0117] とりわけ、中空粒子の連続相には、アクリロニトリル系重合体、アクリル系重合体および塩化ビニリデン系重合体、ポリビニルアルコール樹脂のいずれかを適用することが好ましい。さらに、アクリロニトリル系重合体としては、アクリロニトリル重合体、アクリロニトリル／メタアクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル／メチルメタクリレート共重合体、アクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メチルメタクリレート3元共重合体およびアクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メタクリル酸3元共重合体から選ばれた少なくとも1種、アクリル系重合体としては、メチルメタクリレート樹脂(MMA)、メチルメタクリレート／アクリロニトリル共重合体(MMA／AN)、メチルメタクリレート／メタアクリロニトリル共重合体(MMA／MAN)およびメチルメタクリレート／アクリロニトリル／メタアクリロニトリル3元共重合体(MMA／AN／MAN)から選ばれた少なくとも1種、そして塩化ビニリデン系重合体としては、塩化ビニリデン／アクリロニトリル共重合体、塩化ビニリデン／メチルメタクリレート共重合体、塩化ビニリデン／メタアクリロニトリル共重合体、塩化ビニリデン／アクリロニトリル／メタアクリロニトリル共重合体、塩化ビニリデン／アクリロニトリル／メチルメタクリレート共重合体、塩化ビニリデン／メタアクリロニトリル／メチルメタクリレート共重合体、塩化ビニリデン／アクリロニトリル／メタアクリロニ

トリル／メチルメタクリレート共重合体から選ばれた少なくとも1種がそれぞれ有利に適合する。これらの材料は、いずれもガス透過係数が小さくて気体が透過し難いために、中空粒子の中空部内の気体が外部に漏れ難く、中空部内の圧力を保持することができる。

[0118] 中でも、重合体を構成するモノマーが、アクリロニトリル、メタアクリロニトリル、メチルメタクリレート、メタクリル酸、塩化ビニリデンから選択される重合体であり、好ましくはアクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メチルメタクリレート3元共重合体、アクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メタクリル酸3元共重合体から選ばれた少なくとも1種が推奨される。

[0119] さらに、中空粒子の連続相は、30℃におけるガス透過係数が $300 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下、好ましくは30℃におけるガス透過係数が $20 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下、さらに好ましくは30℃におけるガス透過係数が $2 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下であることが推奨される。なぜなら、通常の空気入りタイヤにおけるインナーライナー層のガス透過係数は $300 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下のレベルにあって十分な内圧保持機能を有している実績を鑑み、粒子の連続相についても、30℃におけるガス透過係数を $300 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下とした。ただし、このガス透過係数のレベルでは、3～6カ月に1度程度の内圧補充が必要であるから、そのメンテナンス性の点からも、 $20 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下、さらに好ましくは $2 \times 10^{-12} (\text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg})$ 以下とすることが推奨される。

[0120] ここで、本発明に従ってタイヤ気室に中空粒子を配置するに当り、タイヤが損傷した際のタイヤ受傷部の封止機能を高めるために、平均嵩比重が該中空粒子の平均真比重よりも大きい発泡体の多数を該中空粒子群に混在させる手段が有効である。具体的には、直径が1～15mmの略球体形状または一辺が1～15mmの立方体形状であり独立または連通気泡を有し、平均嵩比重が0.06～0.3g/ccでありかつ粒子の平均真比重よりも大きいかさ比重値である発泡体の多数を加えることにより、該内圧復活機能の発現期間を延ばし、タイヤ受傷後の走行能力を増大させることが可能である。

- [0121] すなわち、中空粒子は略球形状であるために流動性が高く、よってタイヤバルブ等の内径の小さい導入口からタイヤ気室内部に、容易に配置することができる。その一方、タイヤが受傷したとき、該受傷部からタイヤの外側へ中空粒子がタイヤ気室の高圧気体と共に吹き出ようとして受傷部内面に集まることになる。しかしながら、受傷部内面からタイヤ外周面までの受傷経路は直線ではなく複雑に入り組んだ形状を呈するため、タイヤ内面傷口から入り込んだ該粒子は、該経路の途上行く手を阻まれる結果、多数の中空粒子が受傷部内面に圧縮状態で集合することになり、受傷部が暫定的に封止される。ここで、暫定的に封止とは、中空粒子そのものの漏洩はないが、該粒子周囲の空隙気体が徐々に漏洩する状態を指す。
- [0122] その際、受傷部の傷の形や大きさによっては、粒子のみによる暫定的封止が不完全な場合がある。このような場合において、上述した発泡体の多数を加えておくことにより、次のように封止のレベルを向上させることができる。
- [0123] すなわち、転動中のタイヤ気室内においては、速度に応じた遠心力が発生しており、その遠心力下において嵩比重の大きい該発泡体はタイヤのインナーライナー側へ、そして真比重の小さい該中空粒子は該発泡体よりは回転中心に近い側へ夫々偏在する。この状態においては、もし該粒子のみでは封止できない程の大きさの傷を受けたとしても、タイヤ内面のインナーライナー面近傍に、該発泡体が多数偏在しているため、該発泡体がタイヤ外部へ吹き出ようとして、受傷部の傷口内面にいち早く密着することによって受傷部を封止する事となり、極めて有効である。
- [0124] 特に、該発泡体が連通気泡を持つ熱可塑性ウレタンによる発泡体の場合、圧縮性が高く、傷口の形状に密着しやすい事と、結果的に大きな傷口を該発泡体により極めて複雑かつ微細化できる事によって、その複雑・微細化された気体の散逸流路を該中空粒子にて封止するに最も適した様態へ変化させることが出来るため、大変有効な手段となる。
- [0125] ちなみに、本発明のタイヤとリムとの組立体では、さらにアンチロックブレーキシステムの車輪速度センサーによる車輪速度検知に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能および、圧力センサーによるタイヤ気室圧力の直接測定方式に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能のいずれか一方または両方をそなえることが好ましい。なお、図2に

、この種センサー9Aのタイヤへの装着構造の一例を示す。

すなわち、本発明ではパンクによりタイヤ気室内の圧力が低下したまま走行すると、前述の機構により内圧が復活するため、状況によっては運転者がタイヤ受傷に気が付かない場合がある。しかしタイヤ自身はパンクにより受傷しているため、そのまま走行を続けるとタイヤが故障してしまう恐れがあり大変危険である。よって、上述のタイヤ内圧低下警報機能を併用する事が好ましい。

- [0126] さらに、中空粒子および気体の充填に併用するタイヤ用バルブを有することが好ましい。このタイヤ用バルブは、中空粒子をタイヤ気室内に堰止め、かつ気体のみをタイヤ気室外に通過可能としたフィルターを備えることを特徴とするものである。かようなタイヤ用バルブを取り付けることによって、本発明によるパンクしたタイヤを修理する際、1つのバルブのみにて中空粒子をタイヤ気室内に配置する事が可能となるため、1つのバルブ穴しか持たない汎用リムをそのまま使用することが出来る。加えて、修理後の走行におけるタイヤ気室圧力の自然低下に対し、『気体補充作業における中空粒子の漏洩』を防ぐ事が出来、簡便にタイヤ気室圧力をメンテナンスする事を実現できる。

かようなタイヤ用バルブとしては、図3に例示するように、リム2のバルブ取付口14に装着した給排気バルブ9について、たとえば不織布とすることができるフィルタ13を具える構造のものとする。

- [0127] ところで、中空粒子をタイヤ気室内に配置するに当り、例えば特開2003-306006号公報に記載したように、該中空粒子周囲に付着防止剤を配置することが好ましい。この付着防止剤は、パンク後の中空粒子による内圧復活機能の発現後において、発熱により膨張した中空粒子同士が融着し融着体を形成することを防ぐことを目的として、中空粒子表面を改質するためのものである。

- [0128] この付着防止剤は、中空粒子表面上に主に物理的吸着力または摩擦力をもって付着しているため、中空粒子表面上の分布が不均一になり易い。また上記物理的吸着力または摩擦力による付着のために、中空粒子表面から付着防止剤が剥離することもあり、融着防止効果が十分に得られない場合がある。特に、転動中のタイヤの内側では、大きな遠心力変動入力が発生しているため、付着防止剤を添加することで

は、中空粒子と付着防止剤との大きな比重差によって、タイヤ内にて両者が分離する結果、所期した効果が得られない場合がある。

[0129] また、車輛指定内圧での常用高速走行においては、上述の遠心力変動入力に伴って中空粒子同士が衝突を繰り返すことから、この入力に対する耐久性を向上することが、タイヤ気室内に中空粒子を配置したタイヤとリムとの組立体における重要な課題である。そのためには、中空粒子表面を改質することが望まれているが、上述の理由から上記付着防止剤による粒子同士の摩擦低減効果は充分ではなく、この付着防止剤による中空粒子表面の改質を期待するのは難しく、常用走行下での中空粒子耐久性の面からの改善も必要になる。

[0130] ここに、タイヤ気室内に中空粒子を充填したタイヤとリムとの組立体において、中空粒子の表面改質並びに中空粒子同士の融着防止を目的として、中空粒子の表面に被覆剤を適用するに際しては、該被覆剤の中空粒子表面での均一分布および同表面に対する強固な付着を実現する必要がある。

そのためには、上記した課題解決手段(36)ないし(41)に記載した中空粒子を用いて同手段(26)ないし(34)に記載のタイヤとリムとの組立体とすることが好ましい。

[0131] すなわち、近年の車両の高性能化や高速化の実態を鑑みたとき、タイヤ気室内に配置した中空粒子が所期した機能を発揮することが肝要であり、そのためには、中空粒子の耐久性をさらに向上することが求められている。

そこで、発明者らは中空粒子の耐久性、具体的には耐熱性に関して、中空粒子の発熱の実態について鋭意検討し、中空粒子の更なる耐久性(耐熱性)の向上を達成した。

まず、中空粒子はその原料である膨張性樹脂粒子には膨張開始温度 T_{s1} が存在し、この加熱膨張によって得られた中空粒子を室温から再度加熱すると、中空粒子は更なる膨張を開始し、ここに中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が存在し、耐熱性の指標としては T_{s2} が適切であることは上述の通りである。

[0132] 更に、中空粒子の殻部自体の耐熱性に加えて、中空粒子間衝突に起因する中空粒子の破壊に対する耐久性を向上する手段に関しても、鋭意検討した。その結果、中空粒子の表面を被覆剤で覆って中空粒子の表面を改質するのが肝要であることを

見出した。

すなわち、中空粒子の表面に熱を介して被覆剤を定着させることによって、常用走行時の遠心力変動入力に起因した中空粒子同士の衝突における衝撃および摩擦発熱を緩和できることを知見した。

[0133] ここで、被覆剤には、常温にて微粒子であり、中空粒子の原料である膨張性樹脂粒子の表面に衝突させることによって固着させることができるものを用いる。被覆剤は、例えばサイクロンやジェットミルなどの高速気流の中に、膨張性樹脂粒子とともに混入して両者を衝突させることによって、被覆剤を表面に固着させた膨張性樹脂粒子を得ることができる。次いで、この膨張性樹脂粒子を T_s1 以上の温度に加熱して膨張させれば、熱を介して被覆剤を定着させた所望の中空粒子を得ることができる。

[0134] かように、被覆剤を表面に固着させた膨張性樹脂粒子を加熱膨張させれば、その過程において膨張性樹脂粒子の殻部樹脂が溶融するため、被覆剤は中空粒子の表面に結合される結果、強固な定着が可能となる。

[0135] 本発明で所期する中空粒子の表面に対する被覆剤の強固な定着とは、具体的に言うと、使用した被覆剤量に対する中空粒子表面での定着量である『定着率』にて表現する事ができる。

以下に、上記定着率の測定方法を示す。まず、選択された溶媒内に被覆剤による表面被覆を施した中空粒子を、下記に従って処理したときに得られる『沈殿物量』を求める事が肝要である。

記

分液ロート内に、 n -ヘキサン、イソプロピルアルコール、エタノールおよびメタノールから選ばれた少なくとも1種の溶媒300ccと、2～3gの範囲で秤量した被覆剤を有する中空粒子とを添加し、常温下で1分間攪拌した後10分間静置し、沈殿物をロートから排出そして採取した後、再度上記溶媒を追加し分液ロート内溶媒を300ccに調整した上で、上記攪拌、静置および排出そして採取を、さらに4回繰り返し、合計5回分の沈殿成分を、定法により溶媒を除去後に沈殿物量として秤量し、元の中空粒子量に対する質量百分率を算出して『沈殿物量』とする。

[0136] 次いで、上記沈殿物量、さらに実際に被覆のために使用した被覆剤量から、次式

に従って『定着率』を求めることができる。

$$\text{定着率} = \{(\text{使用被覆剤量}) - (\text{沈殿物量})\} / (\text{使用被覆剤量}) \times 100$$

ここに、上記に従って求められる定着率が90mass%以上であることが好ましい。すなわち、上記『沈殿物量』は、遊離状態の被覆剤分量を指し、言い換えれば中空粒子表面に定着できなかった被覆剤の量を意味する。

そして、この沈殿物量が使用被覆剤量の90mass%未満では、遊離状態の被覆剤粒子が中空粒子に比して高比重であるがゆえに、タイヤ内の遠心力変動入力に対する中空粒子の発熱を悪化させるため好ましくない。より好ましい定着率の範囲は、95mass%以上、そして99mass%以上である。

[0137] ここで、中空粒子の表面に熱を介して被覆剤を定着させるに当り、中空粒子の全表面を被覆剤で覆うことが特に表面改質の観点からは有利であるが、中空粒子の表面に部分的に定着させても有効である。その場合は、上記の定着率の下で被覆剤が中空粒子の表面に均一に分散していることが好ましい。そのためには、例えば、中空粒子の原料である熱膨張性粒子の状態で、ジェットミルやサイクロンに代表される高速気流下にて熱膨張性粒子と被覆剤とを混合すると、両者が高速度で衝突することにより、熱膨張性樹脂粒子表面に被覆剤を均一に付着させる事ができる。これをもって所望の温度環境下にて熱膨張性樹脂粒子を加熱膨張させれば、該被覆剤が均一に分散定着した中空粒子を得る事ができる。

[0138] また、被覆剤の使用量は、中空粒子量の3～20mass%の範囲が好ましく、更に好ましくは3～10mass%の範囲である。なぜなら、被覆剤の使用量が中空粒子量の3mass%未満では、被覆剤を用いた上述の効果が得られ難く、一方20mass%を超えると、中空粒子表面の被覆に対して余剰となった被覆剤の微粒子が、中空粒子表面に付着することによる過剰な比重増や、前述同様に遊離状態の余剰な被覆剤粒子が、中空粒子に比して高比重であるがゆえのタイヤ内遠心力変動入力に対する中空粒子の発熱悪化を誘発するため好ましくない。

[0139] ここに、被覆剤としては、有機酸金属塩、とりわけ炭素数が14以上の金属酸塩が好ましく、具体的にはステアリン酸リチウムおよびステアリン酸マグネシウムが好適に用いられる。すなわち、ステアリン酸リチウムやステアリン酸マグネシウムなどの有機酸

金属塩は、固体潤滑剤として代表的な化合物であり、該被覆剤の融点以下の温度範囲において、良好な摩擦係数低減効果を得る事ができる。

[0140] また、かくして得られた中空粒子をタイヤ気室内に配置するに際し、被覆剤の融点 T_m が中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} より低いと、以下の不具合が発生する恐れがある。すなわち、被覆剤の融点 T_m が T_{s2} より低いと、常用走行中に、中空粒子が膨張開始温度 T_{s2} に達していないにもかかわらず、被覆剤の一部が T_m に達することによって溶融してしまい、中空粒子の流動性が低下したり、中空粒子同士の融着を引き起こすことになる。すると、本来中空粒子の持つ T_{s2} に基づいていた発熱限界速度が大幅に引き下げられてしまうことになり、上記した内圧復活機能を発揮する上での障害となるため好ましくない。従って、被覆剤の融点は少なくとも T_{s2} 以上であることが肝要である。

[0141] 更に、被覆剤の融点 T_m が T_{s1} 以上であり且つ前記膨張性樹脂粒子の膨張過程での加熱温度が T_m より高い場合には、膨張性樹脂粒子の殻部樹脂の溶融と共に被覆剤の溶融が起こるため、両者間のより密接かつ強固な定着が可能となり、被覆剤による中空粒子表面の部分的または全面的な被覆が可能となる。これを満たすには、被覆剤の融点 T_m の上限が $T_{s1} + 150^{\circ}\text{C}$ 以下の範囲が好ましい。被覆剤の融点 T_m が $T_{s1} + 150^{\circ}\text{C}$ を超えると、被覆剤を溶融させつつ膨張させるためには更に高い温度まで加熱する必要がある、この場合には膨張の程度を調整することが難しくなり、所望の粒径や比重の中空粒子が得られなくなる、おそれがあるため好ましくない。

[0142] [実施例1]

図1に示した一般的構造を満たす表1および表2に示すサイズのタイヤに、表1および表2に示すサイズのリムを組み込み、乗用車用タイヤとリムとの組立体を準備した。次に、タイヤサイズ毎に対象となる車両を選定し4名乗車相当の荷重を搭載した上で、高圧の空気を充填しタイヤ気室の圧力を200kPaに調整した。それぞれのタイヤとリムとの組立体を前軸左側に装着した。ここで、荷重が負荷された状態を保ちながらタイヤ気室圧力を徐々に抜いていき、タイヤのサイド部が路面に接地するタイヤ気室圧力値をもとめた。

[0143] 次に、荷重が負荷されていない状態下で各タイヤの気室圧力を使用内圧である20

0kPaに調整し、気室内の高圧空気を排出させることで気体の排出量を求め、各タイヤの気室容積を算出した。その算出結果を、表1および表2に示した。

ここで、タイヤとリムによる組立体の気室容積の測定は、以下に示す手順によって行った。

〔タイヤ気室容積の測定方法〕

手順1: タイヤとリムの組立体に荷重がかからない状態を保持したまま、常温の空気を充填し、所定内圧(使用内圧) P_2 に調整する。このとき、 P_2 下における目的のタイヤ気室容積を V_2 とする。

手順2: タイヤバルブを開放し、タイヤ気室内の空気を大気圧 P_1 に放出させつつ積算流量計に流し、充填空気排出量 V_1 を測定する。なお積算流量計には、品川精機(株)製 DC DRYガスメーター DC-2C、インテリジェントカウンターSSF を用いた。

以上の各測定値を用いて、

$$\text{タイヤ気室容積値} = (\text{充填空気排出量}) / (\text{使用内圧} / \text{大気圧}) \text{ --- (II)}$$

に従って、使用内圧 P_2 時のタイヤ気室容積 V_2 を求めることができる。

なお、式(II)において使用内圧はゲージ圧値(kPa)を、大気圧値は気圧計による絶対値(kPa)を用いた。

[0144] また、表1および表2に示したタイヤ気室に配置した中空粒子の中空部内の圧力は、次のように測定した。

〔中空部内の圧力レベル確認方法〕

タイヤ気室内に中空粒子を配置し所望の使用内圧 P_2 に一定期間保った、目的のタイヤを準備する。バルブにはフィルターを配置することで、バルブを開放した時、中空粒子がタイヤ気室内に留まり、高圧の気体だけが排出される状態を得られる。次に、一旦タイヤ気室の圧力を大気圧とし、再度気体を充填したうえで P_2 の50%に相当する圧力 $P_{50\%}$ に調整し、タイヤバルブを開放してタイヤ気室内の空気を大気圧 P_1 に放出させつつ積算流量計に流し、空気排出量 $V_{50\%}$ を測定する。そして、次式

$$P_{50\%} \text{ 下における粒子周囲空隙容積値 } V(\text{cm}^3) = [\text{空気排出量値 } V_{50\%}(\text{cm}^3)] / [\text{内圧値 } P_{50\%}(\text{kPa}) / \text{大気圧 } P_1(\text{kPa})]$$

により、圧力 $P_{50\%}$ における粒子周囲空隙容積値 V を求める。同様に、 $P_{30\%}$ 、 $P_{70\%}$ 、 $P_{80\%}$ 、 $P_{90\%}$ 等の各圧力水準における粒子周囲空隙容積を算出する。もし、中空部内圧力がタイヤ気室内の圧力に満たない場合は、中空粒子体積が減少するためその分粒子周囲空隙容積が増加した状態となる。よって、十分に低い圧力水準から上記測定を開始し、粒子周囲空隙容積が増加し始めた水準の圧力をもって、中空粒子の中空部内の圧力レベルとした。

[0145] さらに、上記のタイヤとリムとの組立体のタイヤ気室に、種々の仕様の中空粒子を表1および表2に示すように適用し、表1および表2に示すタイヤおよびリムとの組立体を得た。ここで、タイヤ1は、当該タイヤ種およびサイズの一般的構造に従うものである。

[0146] なお、表1および表2における、粒子の連続相を構成する組成物の種類は表3に示すとおりである。この表3に示す膨張性樹脂粒子を加熱して発泡させることによって中空粒子とし、得られた粒子群の平均粒径、平均真比重を測定した結果は表4に示した。表4に示した中空粒子を表1および表2に示す充填率の下で、各タイヤ気室に配置した。

[0147] なお、中空粒子の平均真比重の計測法は、次に示す通りである。

[平均真比重の計測法]

粒子の平均真比重値は、イソプロパノールを用いた、常法である液置換法(アルキメデス法)により測定するのが一般的であり、本発明においても、この常法に従うこととした。

[0148] また、中空粒子の平均粒径および粒径分布の計測法は、次に示す通りである。

機器: Sympatec GmbH 社製 レーザ回折式粒度分布測定装置

HELOS&RODOSシステム

測定条件: 2S-100ms/DRY

分散圧: 2.00bar、送り: 50.00%、回転: 60.00%

形状係数: 1.00

上記の条件にて測定し、以下の測定値を採用する。

すなわち、体積基準平均粒径を、本発明の平均粒径値(D50値)とする。

[0149] さらに、各中空粒子が持つ膨張開始温度 T_{s2} の測定法は、以下に示す通りである。

〔粒子の膨張開始温度測定法〕

表2における膨張開始温度は、以下に示す条件にて膨張変位量を測定し、その変位量の立ち上がり時の温度とした。

機器: PERKIN-ELMER 7Series

“Thermal Analysis System”

測定条件: 昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、測定開始温度 25°C 、測定終了温度 200°C 、

測定物理量: 加熱による膨張変位量を測定。

[0150] 次に、前記乗用車タイヤとリムとの組立体に、空気または窒素を充填し使用内圧である 200kPa に調整した。そして、あらかじめ以下に示す調査法に基づき粒子体積回復挙動を調査の上、目的の中空部内圧力となるに相当する保持時間を割り出し、室温にてタイヤ気室圧力を保つことで、中空粒子の中空部圧力を増加させることで粒子体積を回復させながら、評価するタイヤとリムとの組立体の調製を行った。

[0151] ここで、中空粒子の中空部内圧力を増加させるための適切な保持時間を見出す方法は、次のとおりである。

まず、内容積が 1000cm^3 程度の内断面直径が一定で透明なアクリル樹脂製の円筒型耐圧容器を準備し、該容器に超音波水浴等で振動を与えながら、本発明の中空粒子を容器内が一杯になるまで充填した。次にこの容器にタイヤ気室に充填する気体を、車両指定内圧等の所望する使用圧力になるまで充填した。圧力が高まるにつれて容器内の粒子は体積減少するため、中空粒子で満たされた部分の容器内側の高さ(以下、中空粒子高さとする)は低下する。容器内圧が目標圧力に達したら、超音波水浴等で容器に5分間の振動を与えた後、5分間静置した。そして、容器内の中空粒子高さが安定したところで中空粒子高さを測定し、『加圧開始時の中空粒子高さ: $H1$ 』とした。更に上記使用圧力をかけ続け、『一定期間経過した状態での中空粒子高さ: Hx 』を計測した。

[0152] 次に、上記の圧力を付与したまま一定時間ごとに上記の中空粒子高さを測りながら経時変化を記録していき、中空粒子高さが変化しなくなるまで測定を継続し、最終的

な『安定した中空粒子高さ:H2』を計測した。以上から次式により、粒子体積回復率を算出した。

すなわち、

$$\text{粒子体積回復率(\%)} = \{[H_x - H1] / [H2 - H1]\} \times 100$$

以上の測定結果を基に、目標とする体積回復率となるまでの時間を割り出し、中空粒子を配置したタイヤとリムとの組立体に所望する圧力の気体を充填した上で、上記にて割り出した保持時間に従って粒子総体積の回復処置を施すことにより、中空粒子の中空部内圧力を増加させた。

[0153] まず、得られたタイヤとリムとの組立体を用いて、高速発熱ドラム試験を実施した。

すなわち、試験環境温度38℃に設定したドラム試験機に、内圧200kpaに調整した上記評価組立体を取り付け、表1に示した負荷荷重を与えながら速度50km/hにて走行を開始し、5分ごとに速度を10km/hずつ上昇させ、180km/hに到達した時点からは速度を保ったまま走行させることで、タイヤ気室内の粒子温度およびタイヤ気室圧力の変化を計測した。なお、評価を行うリムの内面には、タイヤ気室圧力をモニターする圧力センサーを、インナーライナー内面のタイヤ幅方向中央部には中空粒子の温度を計測する熱電対を配置し、測定した圧力データおよび温度データの信号を、一般に使用されているテレメータを用いて電波伝送し、試験室内に設置した受信機にて受信しながらタイヤ気室圧力および中空粒子温度の変化を計測した。本試験では、上述の180km/h一定速度走行になった状態での粒子温度をもとめた。粒子温度は低ければ低いほど、粒子の摩擦発熱が抑制できていることを示しており、上述の粒子温度が膨張開始温度より低い場合を合格と判断した。

[0154] また、別の各評価タイヤとリムとの組立体の気室圧力を200kpaに調整し、表1および表2に示した負荷荷重を与えながら速度90km/hで距離50000kmにわたるドラム走行を実施し、走行による履歴を加えた。

その後、各サイズのタイヤに相当するクラスの乗用車を4名乗車相当の積載量に設定後、評価タイヤを左前輪に装着し、この車両の左前輪での軸重量を測定した。次に、直径5.0mm、長さ50mmの釘4本を該組立体のトレッド表面からタイヤ内部に向けて踏み抜き、タイヤ気室圧力が大気圧にまで低下するのを確認した後、90km

／hの速度でテストコースの周回路をランフラット走行させ、タイヤ気室内の粒子温度と気室圧力とを連続的に計測し、内圧復活機能の発現状況を調査した。

[0155] なお、評価を行うタイヤとリムとの組立体のリム内面には、タイヤ気室圧力をモニターする圧力センサーを組み込み、測定した圧力データの信号を一般に使用されているテレメータを用いて電波伝送し、試験車両内部に設置した受信機にて受信することで圧力の変化を計測しながら、最大100kmの走行を実施した。前述の『タイヤのサイド部が路面に接地するタイヤ気室圧力値』に対して、ランフラット走行下での内圧復活機能発現によるタイヤ気室内の圧力値が優った場合を合格と判断した。

これらの調査結果を表1および表2に併記する。

[0156]

表1

<タイヤとリムの組立体>		発明例1-1	発明例1-2	発明例1-3	比較例1-1	発明例1-4	発明例1-5	発明例1-6	比較例1-2
タイヤの速度記号または速度力デコーリ	タイヤサイズ	275/70R16	215/60R16	195/65R15	175/70R13	175/70R13	175/70R13	235/35R19	235/35R19
	リムサイズ	H	V	H	S	S	H	Y	Y
	選択車両の前軸左輪荷重(kN)	7J-16	7JJ-16	6.5J-15	5.5J-13	5.5J-13	5.5J-13	8JJ-19	8JJ-19
	サイド部が接地するタイヤ気室圧力(kPa)	9.83	5.75	5.13	3.96	3.96	3.96	5.13	5.13
タイヤ気室に充填した気体	タイヤ気室容積(cm ³)	35	40	50	70	70	40	35	35
	タイヤ気室圧力(kPa)	空気	空気	空気	空気	空気	空気	窒素	窒素
	タイヤ気室容積(cm ³)	70130	36350	29920	23640	23640	22830	22750	22750
	タイヤ気室圧力(kPa)	200	200	200	200	200	200	200	200
<中空粒子>									
種類	粒子体積(cm ³)	1	2	3	4	4	5	6	6
	充填率(%)	28052	25445	17952	20094	16548	6849	6825	683
	タイヤ気室内の高圧下保持圧力(kPa)	40	70	60	85	70	30	30	3
	タイヤ気室内での高圧下保持時間(day)	200	200	200	200	200	200	200	200
中空部圧力レベル(kPa)	中空部圧力レベル(kPa)	4.0	4.5	6.0	3.5	3.5	7.0	7.0	7.0
	中空部圧力レベル(kPa)	140	160	180	140	140	200	200	200
	中空部圧力に対する中空部圧力の比率(%)	70	80	90	70	70	100	100	100
	中空部圧力の膨張開始温度Ts2(°C)	130	105	158	118	118	115	145	145
<高速発熱ドラム試験>									
速度180(km/h)走行時の粒子温度(°C)	負荷荷重(kN)	9.83	5.75	5.13	3.96	3.96	3.96	5.13	5.13
	速度180(km/h)走行時の粒子温度(°C)	85	94	90	135	93	84	81	77
	判定	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	合格	合格
	判定								
<ランフラット走行試験>									
タイヤ気室圧力値(kPa)	タイヤ気室圧力値(kPa)	43	110	58	91	77	46	55	16
	走行距離(km)	100	100	100	100	100	100	100	26
	判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格
	判定								

[0157]

表2

<タイヤとリムの組立体>		発明例1-7	比較例1-3	発明例1-8	発明例1-9	発明例1-10	比較例1-4
タイヤサイズ タイヤの速度記号または速度カテゴリ リムサイズ 選択車両の前軸左輪荷重(kN) サイト部が接地するタイヤ気室圧力(kPa)	195/45ZR16	195/45ZR16	195/45ZR16	145/80R12	165/50R15	165/50R15	165/50R15
	ZR	ZR	ZR	S	V	V	V
	7JJ-16	7JJ-16	7JJ-16	4.5J-12	5J-15	5J-15	5J-15
	3.75	3.75	3.75	3.04	3.04	3.04	3.04
タイヤ気室に充填した気体 タイヤ気室容積(cm ³) タイヤ気室圧力(kPa)	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素
	19920	19920	19920	16620	13790	13790	13790
	200	200	200	200	200	200	200
<中空粒子>							
種類 粒子体積(cm ³) 充填率(%) タイヤ気室内の高圧下保持圧力(kPa) タイヤ気室内での高圧下保持時間(day) 中空部圧力レベル(kPa) タイヤ気室圧力に対する中空部圧力の比率(%) 中空粒子の膨張開始温度Ts(°C)	2	2	2	4	3	3	3
	9960	16932	16932	6648	1379	690	414
	50	85	85	40	10	5	3
	200	200	200	200	200	200	200
<高速発熱ドラム試験>	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	200	200	200	200	200	200	200
	100	100	100	100	100	100	100
	105	105	105	118	158	158	158
負荷荷重(kN) 速度180(km/h)走行時の粒子温度(°C) 判定	3.75	3.75	3.75	3.04	3.04	3.04	3.04
	93	122	122	98	87	86	82
	合格	不合格	不合格	合格	合格	合格	合格
<ランフラット走行試験>							
タイヤ気室圧力値(kPa) 走行距離(km) 判定	47	76	76	66	43	35	26
	100	100	100	100	100	100	45
	合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格

[0158]

表3
膨張性樹脂粒子の内容

膨張性樹脂粒子の種類	商標	製造元	連続相組成物の種類	発泡剤の種類
A	試作品	—	AN重合体	メチル・フルオリプロチルエーテル
B	F77D	松本油脂製薬(株)	AN/MAN重合体	イソブタン/イソオクタン
C	試作品	—	MMA/AN/MAN3元共重合体	エチル・フルオリプロチルエーテル
D	EXPANCEL 092	アクゾーノーベル社	MMA/AN/MAN3元共重合体	イソペンタン
E	M430	大日精化工業(株)	MMA/AN/MAN3元共重合体	イソペンタン
F	H750	大日精化工業(株)	MMA/AN/MAN3元共重合体	イソペンタン/イソオクタン

※1: アクリロニトリルをAN、メタアクリロニトリルをMAN、メチルメタクリレートをMMAと表示する

[0159]

表4
中空粒子の内容

加熱膨張により得られた中空粒子の種類	1		2		3		4		5		6	
	平均粒径(μm)		85		110		100		130		125	
中空粒子原料である膨張性樹脂粒子の種類	0.025		0.03		0.045		0.03		0.045		0.052	
	A		B		C		D		E		F	
中空粒子の熱膨張開始温度Ts2(°C)	130		105		158		118		115		145	

[0160] [実施例2]

図1に示した一般的構造を満たす表5に示すサイズのタイヤに、表5に示すサイズのリムを組み込み、乗用車用タイヤとリムとの組立体を準備した。次に、タイヤサイズ毎に対象となる車両を選定し4名乗車相当の荷重を搭載した上で、高压の空気を充填しタイヤ気室の圧力を200kPaに調整し、それぞれのタイヤとリムとの組立体を前軸左側に装着した。ここで、荷重が負荷された状態を保ちながらタイヤ気室圧力を徐々に抜いていき、タイヤのサイド部が路面に接地するか、インナーライナー内面同士が接触するタイヤ気室圧力値をもとめた。このタイヤ気室圧力値を『RF走行限界内圧値』と定義した。

[0161] 次に、荷重が負荷されていない状態で各タイヤの気室圧力を使用内圧である200kPaに調整し、気室内の高压空気を排出させることで気体の排出量を求め、各タイヤの気室容積を算出した。その算出結果を、表5に示した。

ここで、タイヤとリムによる組立体の気室容積の測定は、実施例1の場合と同様である。また、表5に示したタイヤ気室に配置した中空粒子の中空部内圧力の測定も、実施例1の場合と同様である。

[0162] さらに、上記のタイヤとリムとの組立体のタイヤ気室に、種々の仕様の中空粒子を表5に示すように適用し、表5に示すタイヤおよびリムとの組立体を得た。ここで、タイヤ1は、当該タイヤ種およびサイズの一般的構造に従うものである。

[0163] なお、表5における、中空粒子の連続相を構成する組成物の種類は表6に示すとおりである。この表6に示す膨張性樹脂粒子を加熱して膨張させることによって中空粒子とし、得られた粒子群の平均粒径、平均真比重を測定した結果は表7に示した。表7に示した中空粒子を表5に示す充填率の下で、各タイヤ気室に配置した。

[0164] なお、中空粒子の平均真比重の計測法、中空粒子の平均粒径および粒径分布の計測法、並びに各膨張性樹脂粒子の膨張開始温度Ts1及び各中空粒子の膨張開始温度Ts2の測定法は、実施例1の場合と同様である。

[0165] 次に、前記乗用車タイヤとリムとの組立体に、空気または窒素を充填し使用内圧である200kPaに調整した。そして、あらかじめ以下に示す調査法に基づき粒子体積回復挙動を調査の上、目的の中空部内圧力となるに相当する保持時間を割り出し、室

温または45℃に保たれた加温室にてタイヤ気室圧力を保つことで、中空粒子の中空部圧力を増加させ粒子体積を回復させながら、評価するタイヤとリムとの組立体の調製を行った。

ここで、中空粒子の中空部内圧力を増加させるための適切な保持時間を見出す方法についても、実施例1の場合と同様である。

[0166] まず、得られたタイヤとリムとの組立体を用いて、高速発熱ドラム試験を実施した。

すなわち、試験環境温度38℃に設定したドラム試験機に、各内圧値に調整した上記評価組立体を取り付け、表5に示した負荷荷重を与えながら速度100km/hにて走行を開始し、5分ごとに速度を10km/hずつ上昇させ、タイヤ気室内の粒子温度およびタイヤ気室圧力の変化を計測した。なお、評価を行うリムの内面には、タイヤ気室圧力をモニターする圧力センサーを、インナーライナー内面のタイヤ幅方向中央部には中空粒子の温度を計測する熱電対を配置し、測定した圧力データおよび温度データの信号を、一般に使用されているテレメータを用いて電波伝送し、試験室内に設置した受信機にて受信しながらタイヤ気室圧力および中空粒子温度の変化を計測した。

[0167] 本試験では、各タイヤの速度記号に準じた保証速度に10km/hを加えた速度を『上限速度』として評価した。すなわち、上述の上限速度に達する前に中空粒子の温度が中空粒子の膨張開始温度であるTs2に到達した場合は、その時点の速度までで走行を停止した。また、上限速度下においても中空粒子の温度が中空粒子の膨張開始温度であるTs2に到達しない場合は、その上限速度までにて走行を停止した。そして走行停止を判断した時点の速度が、各タイヤの速度記号に準じた保証速度と同等以上である場合を合格と判定した。

[0168] また、別の各評価タイヤとリムとの組立体の気室圧力を各内圧値に調整し、表5に示した負荷荷重を与えながら速度90km/hで距離50000kmにわたるドラム走行を実施し、走行による履歴を加えた。

その後、各サイズのタイヤに相当するクラスの乗用車を4名乗車相当の積載量に設定後、評価タイヤを左前輪に装着し、この車両の左前輪での軸重量を測定した。次に、直径5.0mm、長さ50mmの釘4本を該組立体のトレッド表面からタイヤ内部に

向けて踏み抜き、タイヤ気室圧力が大気圧にまで低下するのを確認した後、90km/hの速度でテストコースの周回路をランフラット走行させ、タイヤ気室内の粒子温度と気室圧力とを連続的に計測し、内圧復活機能の発現状況を調査した。

[0169] なお、評価を行うタイヤとリムとの組立体のリム内面には、タイヤ気室圧力をモニターする圧力センサーを組み込み、測定した圧力データの信号を一般に使用されているテレメータを用いて電波伝送し、試験車両内部に設置した受信機にて受信することで圧力の変化を計測しながら、最大100kmの走行を実施した。前述の『タイヤのサイド部が路面に接地するか、またはインナーライナー内面同士が接触するタイヤ気室圧力値』である『RF走行限界内圧値』に対して、ランフラット走行下での内圧復活機能発現によるタイヤ気室内の圧力値が優った場合を合格と判断した。

これらの調査結果を表5に併記する。

[0170]

表5
評価タイヤの内容と評価結果

<タイヤとリムの組立体>		比較例2-1	発明例2-1	発明例2-2	発明例2-3	発明例2-4	比較例2-2	発明例2-5	発明例2-6	比較例2-3	発明例2-7
タイヤサイズ タイヤの速度記号 リムサイズ 選択車両の前軸左輪荷重(kN) 選択車両の指定タイヤ気室圧力(kPa) RF走行限界内圧値(kPa)	235/35R19	Y	235/35R19	245/45R18	165/50R15	195/45R16	275/70R16	275/70R16	175/70R13	195/60R15	195/60R15
	8JJ-19	Y	8JJ-19	7.5J-18	5J-15	7J-16	7J-16	7J-16	5.5J-13	6.5J-15	6.5J-15
	5.13	5.13	5.13	5.13	3.04	3.75	8.79	8.79	3.96	4.12	4.12
	200	200	220	220	220	200	200	200	200	200	200
	35	35	35	35	30	40	30	30	70	60	60
タイヤ気室に充填した気体 タイヤ気室容積 (cm ³)		窒素 22750	窒素 22750	空気 34980	空気 13790	空気 19920	空気 70130	空気 70130	窒素 23640	窒素 27600	窒素 27600
<中空粒子>											
中空粒子の種類 中空粒子の膨張開始温度Ts2(°C) 粒子体積 (cm ³) 充填率 (vol%) タイヤ気室内の高圧下保持圧力(kPa) タイヤ気室内での高圧下保持時間(day) 高圧下保持環境温度(°C) 中空部圧力レベル(kPa) タイヤ気室圧力に対する中空部圧力の比率(%)	1	5	4	4	4	3	1	2	6	1	4
	83	160	136	136	136	112	83	90	195	83	136
	6825	6825	10494	10494	1379	7968	24545	24545	16548	13800	13800
	30	30	30	30	10	40	35	35	70	50	50
	200	200	220	220	220	200	200	200	200	200	200
高速発熱ドラム試験> タイヤ気室圧力(kPa) 負荷重量(kN) タイヤの速度記号にて規定される最高速度(km/h) 走行停止時の速度(km/h) 判定	200	200	220	220	220	200	200	200	200	200	200
	5.13	5.13	5.13	5.13	3.04	3.75	8.79	8.79	3.96	4.12	4.12
	300	300	270	270	240	240	210	210	180	160	160
	210	310	270	250	250	240	180	210	190	150	170
	不合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	不合格	合格
<ランフラット走行試験> タイヤ気室圧力値(kPa) 走行距離(km) 判定		52	43	43	33	48	44	46	72	66	68
ランフラット走行試験>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

[0171]

表6
膨張性樹脂粒子の内容

膨張性樹脂粒子の種類	連続相組成物の種類 ※1	発泡剤の種類 ※2	膨張開始温度 Ts1 (°C)
A	AN/MAN/MMA 3元共重合体	イソブタン	110
B	AN/MAN/MMA 3元共重合体	メチルパ-フルオロプロピルエ-テル	120
C	AN/MAN/MMA 3元共重合体	メチルパ-フルオロブチルエ-テル	138
D	AN/MAN/MA 3元共重合体	メチルパ-フルオロプロピルエ-テル	161
E	AN/MAN/MA 3元共重合体	メチルパ-フルオロブチルエ-テル	180
F	AN/MAN/MA 3元共重合体	エチルパ-フルオロブチルエ-テル	206

※1 AN: アクリロニトリル、MAN: メタアクリロニトリル、MMA: メチルメタクリレート、MA: メタクリル酸
※2 メチルパ-フルオロプロピルエ-テル、メチルパ-フルオロブチルエ-テル、エチルパ-フルオロブチルエ-テルは、それぞれノルマル構造、イソ構造の両者混合物である

[0172]

表7
中空粒子の内容

中空粒子の種類	平均粒径(μm)	平均真比重(g/cc)	原料とした膨張性樹脂粒子	膨張開始温度	Ts2 (°C)
1	95	0.031	A	83	
2	89	0.03	B	90	
3	121	0.033	C	112	
4	103	0.032	D	136	
5	112	0.031	E	160	
6	110	0.029	F	195	

[0173] [実施例3]

表8に示すサイズのタイヤに、表8に示すサイズのリムを組み込み、乗用車用タイヤとリムとの組立体を準備した。ここで、タイヤ1は、当該タイヤ種およびサイズの一般的構造に従うものである。次に、タイヤサイズに対象となる車両を選定し4名乗車相当の荷重を搭載した上で、高圧の空気を充填しタイヤ気室の圧力を200kPaに調整し、それぞれのタイヤとリムとの組立体を前軸左側に装着した。ここで、荷重が負荷された状態を保ちながらタイヤ気室圧力を徐々に抜いていき、タイヤのサイド部が路面に接地するか、インナーライナー内面同士が接触するタイヤ気室圧力値を求めた。このタイヤ気室圧力値を『RF走行限界内圧値』と定義した。

[0174] 次に、荷重が負荷されていない状態で各タイヤの気室圧力を使用内圧に調整し、気室内の高圧空気を排出させることで気体の排出量を求め、各タイヤの気室容積を算出した。その算出結果を、表8に示した。

ここで、タイヤとリムによる組立体の気室容積の測定は、実施例1の場合と同様である。また、表8に示したタイヤ気室に配置した中空粒子の中空部内圧力の測定も、実施例1の場合と同様である。

[0175] さらに、上記のタイヤとリムとの組立体のタイヤ気室に、種々の仕様の中空粒子を表8に示すように適用し、表8に示すタイヤおよびリムとの組立体を得た。

ここで、比較例3-1以外の比較例および発明例については、表9および表10に示す手順にて、中空粒子または膨張性樹脂粒子の表面に、表9および表10に示す種々の被覆剤を表9および表10に示す手法並びに条件で付着または定着させた上で中空粒子を得て、タイヤ気室に適用した。なお、表8における被覆剤付き中空粒子における沈殿物量の測定は上述の通りである。

[0176] 次に、上記タイヤとリムとの組立体に窒素を充填し、使用内圧に調整した。そして、あらかじめ以下に示す調査法に基づき粒子体積回復挙動を調査の上、目的の中空部内圧力となるに相当する保持時間を割り出し、室温または45℃に保たれた加温室にてタイヤ気室圧力を保つことで、中空粒子の中空部圧力を増加させ粒子体積を回復させながら、評価するタイヤとリムとの組立体の調製を行った。

[0177] ここで、中空粒子の中空部内圧力を増加させるための適切な保持時間を割り出す

方法は、実施例1の場合と同様である。また、表8に示したタイヤ気室に配置した中空粒子の中空部内圧力の測定も、実施例1の場合と同様である。

[0178] なお、表8における、中空粒子の連続相を構成する組成物の種類は表9に示すとおりである。この表9に示す膨張性樹脂粒子を加熱して膨張させることによって中空粒子とした。その際、発明例では膨張性樹脂粒子に被覆剤を付着させてから、加熱、膨張させた。かくして得られた粒子群の平均粒径、平均真比重を測定した結果は表10に示した。表10に示した中空粒子を表8に示す充填率の下で、各タイヤ気室に配置した。

[0179] なお、中空粒子の平均真比重の計測法、中空粒子の平均粒径および粒径分布の計測法、並びに各膨張性樹脂粒子の膨張開始温度 T_{s1} 及び各中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} の測定法は、実施例1の場合と同様である。

[0180] まず、得られたタイヤとリムとの組立体を用いて、高速発熱ドラム試験を実施した。すなわち、試験環境温度 38°C に設定したドラム試験機に、表8に示した内圧値に調整した上記タイヤとリムとの組立体を取り付け、表8に示した負荷荷重を与えながら速度 300km/h にて1時間走行させた。走行後のタイヤを室温まで放置冷却した後、タイヤ気室圧力を使用内圧に調整し、前述の方法によって走行後の粒子周囲空隙容積値を計測した。更に、タイヤ気室内から中空粒子を完全に抜き取った上で、再度タイヤ気室圧力を使用内圧に調整し、前述同様の方法によって走行後のタイヤ気室容積値を計測した。そして、上述の走行後タイヤ気室容積と走行後粒子周囲空隙容積値との差分を求めることによって、使用内圧下におけるタイヤ気室内の走行後中空粒子体積とした。

最後に、下式から中空粒子の耐久性指標となる『中空粒子体積保持率』を算出した。『中空粒子体積保持率』は100%に近いほど優れており、95%以上を合格とした。

『中空粒子体積保持率』＝

$(\text{走行後の中空粒子体積} / \text{走行前の中空粒子体積}) \times 100$

[0181] また、別の各評価用タイヤとリムとの組立体の気室圧力を使用内圧値に調整し、表8に示した負荷荷重を与えながら速度 90km/h で距離 50000km にわたるドラム走行を実施し、走行による履歴を加えた。

その後、各サイズのタイヤに相当するクラスの乗用車を4名乗車相当の積載量に設定後、評価タイヤを左前輪に装着し、この車両の左前輪での軸重量を測定した。次に、直径5.0mm、長さ50mmの釘4本を該組立体のトレッド表面からタイヤ内部に向けて踏み抜き、タイヤ気室圧力が大気圧にまで低下するのを確認した後、90km/hの速度でテストコースの周回路をランフラット走行させ、タイヤ気室内の粒子温度と気室圧力とを連続的に計測し、内圧復活機能の発現状況を調査した。

- [0182] なお、評価を行うタイヤとリムとの組立体のリム内面には、タイヤ気室圧力をモニターする圧力センサーを組み込み、測定した圧力データの信号を一般に使用されているテレメータを用いて電波伝送し、試験車両内部に設置した受信機にて受信することで圧力の変化を計測しながら、最大100kmの走行を実施した。前述の『タイヤのサイド部が路面に接地するか、またはインナーライナー内面同士が接触するタイヤ気室圧力値』である『RF走行限界内圧値』に対して、ランフラット走行下での内圧復活機能発現によるタイヤ気室内の圧力値が優った場合を合格と判断した。

これらの調査結果を表8に併記する。

- [0183] 表8において、比較例3-1は、被覆剤を使用していない例であり、10vol%以上の中空粒子体積減少が見られる。

また、比較例3-2は、中空粒子に直接ステアリン酸Liを添加した例であり、中空粒子表面への定着性が悪く、そのため沈殿物量も多い。よって、中空粒子表面にて十分に被覆剤が機能しておらず中空粒子の体積保持率が低い結果になった。

- [0184] 一方、発明例3-1および3-2は、被覆剤を膨張性樹脂粒子表面に固着させてから、被覆剤の融点 T_m 以上の温度にて膨張させ中空粒子を得た例である。基本性能は十分であるが、 T_m が T_{s2} より低く、走行中の中空粒子温度上昇と共に一部が溶融し中空粒子の流動性が損なわれたせいか、若干の体積減少が見られる。

- [0185] 発明例3-3および3-4は、 T_{s2} より高い T_m をもつ被覆剤を膨張性樹脂粒子表面に固着させ、 T_m 以上の温度にて膨張させて中空粒子を得た例であり、良好な耐久性を示し、中空粒子の体積保持率も高い。

- [0186] 発明例3-5は、 T_{s2} より高い T_m をもつ被覆剤を膨張性樹脂粒子表面に固着させ、 T_m より低い温度にて膨張させ中空粒子を得た例であり、十分な性能を有するが、

沈殿物が若干発生しており、僅かだが中空粒子の体積減少が見られる。

[0187] 発明例3-6は、Ts2より高いTmをもつ被覆剤を膨張性樹脂粒子表面に固着させ、Tmより高い温度にて膨張させ中空粒子を得た例であり、良好な耐久性を示し、中空粒子の体積保持率も高い。

[0188] 発明例3-7は、Ts2より高いTmをもつ被覆剤を膨張性樹脂粒子表面に固着させ、Tmより低い温度にて膨張させ中空粒子を得た例であり、発明例3-5に比して耐久向上剤の使用量を増やしている。しかし、被覆剤の定着性が発明例3-5よりは低くなり、その分沈殿物が発生しており、僅かだが中空粒子の体積減少が見られる。

[0189]

表8
評価タイヤの内容と評価結果

＜タイヤとリムの組立＞	比較例3-1	比較例3-2	発明例3-1	発明例3-2	発明例3-3	発明例3-4	発明例3-5	発明例3-6	発明例3-7
タイヤサイズ	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19	235/35R19
タイヤの速度記号	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
リムサイズ	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19	8JJ-19
選択車面の前軸左輪荷重 (kN)	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13
選択車面の指定タイヤ室内圧力 (kPa)	230	230	230	230	230	230	230	230	230
RF走行限界内圧値 (kPa)	35	35	35	35	35	35	35	35	35
タイヤ気室に充填した気体	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素	窒素
タイヤ気室容積 (cm ³)	22750	22750	22750	22750	22750	22750	22750	22750	22750
＜中空粒子＞									
中空粒子の種類	A1	A2	B1	C1	D1	E1	F1	F2	G1
膨張性樹脂粒子の膨張開始温度 Ts1 (°C)	155	155	155	155	155	155	155	155	155
中空粒子の膨張開始温度 Ts2 (°C)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
被覆剤の種類	なし	ステアリン酸Li	ステアリン酸Zn	ステアリン酸Ca	ステアリン酸Li	ステアリン酸Li	ステアリン酸Na	ステアリン酸Na	ステアリン酸Na
被覆剤の使用量 (mass%)	0	10	10	10	10	5	10	10	20
被覆剤の融点 Tm (°C)	—	220	128	147	220	220	280	280	280
被覆剤の添加方法	—	中空粒子に直接添加	膨張性樹脂粒子に固着後加熱	同左	同左	同左	同左	同左	同左
膨張性樹脂粒子の膨張環境温度 (°C)	260	260	260	260	260	260	260	300	260
被覆剤の定着率 (mass%)	0	1	98	99	99	98	62	99	44
被覆剤付き中空粒子からの沈殿物量 (mass%)	0.0	9.9	0.2	0.1	0.1	0.1	3.8	0.1	11.2
粒子体積値 (粒子周囲空隙含む) (cm ³)	6825	6825	6825	6825	6825	6825	6825	6825	6825
充填率 (vol%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
タイヤ気室内の高圧下保持圧力 (kPa)	230	230	230	230	230	230	230	230	230
タイヤ気室内での高圧下保持時間 (day)	7	7	7	7	7	7	7	7	7
高圧下保持環境温度 (°C)	45	45	45	45	45	45	45	45	45
タイヤ気室圧力に対する中空部圧力の比率 (%)	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上
＜高速発熱ドラム試験＞									
タイヤ気室圧力 (kPa)	200	200	220	220	200	200	200	200	200
負荷荷重 (kN)	5.13	5.13	5.13	3.04	3.75	3.75	8.79	8.79	3.96
走行前の中空粒子体積 (cm ³)	4230	4240	4230	4230	4240	4230	4230	4230	4240
走行後の中空粒子体積 (cm ³)	3760	3830	4020	4030	4240	4230	4230	4220	4060
中空粒子体積保持率 (%)	88.9	90.3	95.0	95.3	100.0	100.0	96.7	99.8	95.8
判定	不合格	不合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
＜ランフラット走行試験＞									
タイヤ気室圧力値 (kPa)	58	61	63	65	65	65	65	61	63
走行距離 (km)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

[0190]

表9
膨張性樹脂粒子の内容

膨張性樹脂粒子の種類	A	B	C	D	E	F	G
連続相組成物の種類 ※1	AN/MAN/MA 3元共重合体	同左	同左	同左	同左	同左	同左
発泡剤の種類 ※2	メチルパーフルオロペンチル	同左	同左	同左	同左	同左	同左
膨張開始温度 Ts1 (°C)	155	同左	同左	同左	同左	同左	同左
被覆剤の種類	なし	ステアリン酸Zn	ステアリン酸Ca	ステアリン酸Li	ステアリン酸Li	ステアリン酸Na	ステアリン酸Na
融点Tm (°C) ※3	—	128	147	220	220	280	280
添加量 (mass%)	—	10	10	10	5	10	20
添加方法	—	気流衝突による固着	気流衝突による固着	気流衝突による固着	気流衝突による固着	気流衝突による固着	気流衝突による固着

※1 AN:アクリロニトリル、MAN:メタアクリロニトリル、MA:メタクリル酸
※2 メチルパーフルオロペンチルは、ノルマル構造、イソ構造の両者混合物である
※3 被覆剤を含んだ中空粒子重量に対する被覆剤重量割合を示す

[0191]

表10
中空粒子の内容

中空粒子の種類	A1	A2	B1	C1	D1	E1	F1	F2	G1
原料とした膨張性樹脂粒子	A	A	B	C	D	E	F	F	G
膨張開始温度 Ts2 (°C)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
膨張環境温度 (°C)	260	260	260	260	260	260	260	300	260
中空粒子に後添加した被覆剤	なし	ステアリン酸Li	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
添加量 (mass%) ※1	—	10	—	—	—	—	—	—	—
沈殿物量 (mass%) ※2	0	9.9	0.2	0.1	0.1	0.1	3.8	0.1	11.2
被覆剤の定着率 (%)	0	1	98	99	99	98	62	99	44
平均粒径 (μm)	105	105	102	103	103	103	104	108	103
平均真比重 (g/cc)	0.029	0.032	0.033	0.033	0.032	0.031	0.032	0.031	0.034

※1 被覆剤を含んだ中空粒子重量に対する被覆剤重量割合を示す
※2 被覆剤を含んだ中空粒子重量に対する沈殿物重量割合を示す

請求の範囲

- [1] タイヤをリムに装着し、該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室に、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる中空粒子の多数を配置し、さらに該タイヤ気室に大気圧を超える高压気体を充填したタイヤとリムとの組立体であって、タイヤ気室の圧力が大気圧まで低下した状態からの走行において、該タイヤ気室の圧力を、少なくともタイヤのサイド部が接地しなくなる圧力まで回復する機能を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [2] 請求項1において、下記式(I)に従う中空粒子の充填率が5vol%以上80vol%以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

記

$$\text{中空粒子の充填率} = (\text{粒子体積値} / \text{タイヤ気室容積値}) \times 100 \quad \text{--- (I)}$$

ここで、

粒子体積値: タイヤ気室に配置した全中空粒子の大気圧下での合計体積と粒子周囲の空隙体積との合計量 (cm³)

タイヤ気室容積値: タイヤとリムとの組立体に空気のみを充填して使用内圧 (kPa) に調整した後、充填空気を内圧が大気圧になるまで排出した際の充填空気排出量 (cm³) を用いて、次式 (II) から求めた値 (cm³)

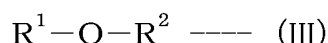
$$\text{タイヤ気室容積値} = (\text{充填空気排出量}) / (\text{使用内圧} / \text{大気圧})$$

--- (II)

なお、式 (II) において使用内圧はゲージ圧値 (kPa) を、大気圧値は気圧計による絶対値 (kPa) を用いる。

- [3] 請求項1または2において、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の70%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [4] 請求項1、2または3において、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の80%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [5] 請求項1ないし4のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の90%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

- [6] 請求項1ないし5のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の100%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [7] 請求項2ないし6のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が70vol%以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [8] 請求項2ないし7のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が60vol%以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [9] 請求項2ないし8のいずれかにおいて、中空粒子の充填率が50vol%以下であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [10] 請求項1ないし9のいずれかにおいて、タイヤ気室に配置した中空粒子群の平均粒径が $40\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲にあり、かつ該中空粒子群の平均真比重が $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 $0.06\text{g}/\text{cm}^3$ 以下の範囲にあることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [11] 請求項1ないし10のいずれかにおいて、中空粒子の中空部内の気体が、窒素、空気、炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)：



(式中の R^1 および R^2 は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物、からなる群の中から選ばれた少なくとも1種の気体を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

- [12] 請求項1ないし11のいずれかにおいて、中空粒子の連続相である樹脂が、ポリビニルアルコール樹脂、アクリロニトリル系重合体、アクリル系重合体および塩化ビニリデン系重合体のいずれか少なくとも1種から成ることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [13] 請求項1ないし12のいずれかにおいて、中空粒子の連続相がアクリロニトリル系重合体から成り、該アクリロニトリル系重合体は、アクリロニトリル重合体、アクリロニトリル

／メタアクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル／メチルメタクリレート共重合体、アクリロニトリル／メタアクリロニトリル／メチルメタクリレート3元共重合体およびアクリロニトリル、メタアクリロニトリルおよびメタクリル酸からなる三元共重合体から選ばれた少なくとも1種であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

- [14] 請求項1ないし13のいずれかにおいて、さらにアンチロックブレーキシステムの車輪速度センサーによる車輪速度検知に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能および、圧力センサーによるタイヤ気室圧力の直接測定方式に基づくタイヤ気室圧力低下警報機能のいずれか一方または両方をそなえることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [15] 請求項1ないし14のいずれかにおいて、タイヤ気室内に、さらに大気圧下での平均嵩比重が該中空粒子の平均真比重よりも大きい発泡体の多数を該中空粒子群に混在して配置したことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [16] 請求項15において、前記発泡体は、直径が1mm以上15mm以下の略球体形状または一辺が1mm以上15mm以下の立方体形状であり、平均嵩比重が0.06g/cc以上0.3g/cc以下であり、独立気泡または連通気泡を有するものであることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [17] 請求項1ないし16のいずれかにおいて、前記中空粒子は、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の70%以上の中空部圧力を持ち、かつ加熱したときの膨張開始温度 T_{s2} が90℃以上200℃以下の範囲であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [18] 請求項1ないし17のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が110℃以上であるタイヤとリムとの組立体。
- [19] 請求項1ないし18のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が130℃以上であるタイヤとリムとの組立体。
- [20] 請求項1ないし19のいずれかにおいて、中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} が160℃以上であるタイヤとリムとの組立体。
- [21] 請求項1ないし20のいずれかにおいて、タイヤ内に配置する前の中空粒子内部の気体が、タイヤ気室内に充填する気体と異なる気体であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

ムとの組立体。

- [22] 請求項21において、タイヤ内に配置する前の中空粒子内部の気体が不燃性ガスであり、内圧を与えた後のタイヤとリムとの組立体内における中空粒子内部の気体が、該不燃性ガスとタイヤ気室に充填した気体との混合物であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [23] 請求項1ないし22のいずれかにおいて、中空粒子の殻部を構成する樹脂による連続相が、アクリロニトリル系樹脂であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [24] 請求項23において、アクリロニトリル系樹脂が、アクリロニトリル、メタアクリロニトリルおよびメチルメタクリレートからなる三元共重合体からなる三元共重合体であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [25] 請求項23において、アクリロニトリル系樹脂が、アクリロニトリル、メタアクリロニトリルおよびメタクリル酸からなる三元共重合体であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [26] 請求項1ないし25のいずれかにおいて、前記中空粒子の表面の少なくとも部分に、該表面に熱を介して定着された被覆剤を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [27] 請求項1ないし26のいずれかにおいて、前記中空粒子の全表面に被覆剤を有することを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [28] 請求項1ないし27のいずれかにおいて、中空粒子の被覆に使用した被覆剤量および下記処理に従って得られる沈殿物量に基づいて、次式
- $$\text{定着率} = \{(\text{使用被覆剤量}) - (\text{沈殿物量})\} / (\text{使用被覆剤量}) \times 100$$
- にて求められる被覆剤の定着率が90mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

記

分液ロート内に、n-ヘキサン、イソプロピルアルコール、エタノールおよびメタノールから選ばれた少なくとも1種の溶媒300ccと、2～3gの範囲で秤量した被覆剤を有する中空粒子とを添加し、常温下で1分間攪拌した後10分間静置し、沈殿物をロートから排出そして採取した後、再度上記溶媒を追加し分液ロート内溶媒を300ccに調

整した上で、上記攪拌、静置および排出そして採取を、さらに4回繰り返し、合計5回分の沈殿成分を、定法により溶媒を除去後に沈殿物量として秤量し、元の中空粒子量に対する質量百分率を算出して沈殿物量とする。

- [29] 請求項28において、前記定着率が95mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [30] 請求項28または29において、前記定着率が99mass%以上であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [31] 請求項1ないし30のいずれかにおいて、請求項28ないし30のいずれかにおいて、前記中空粒子の中空部内の圧力が大気圧以上の高压であり、該中空粒子を加熱したときの膨張開始温度 T_{s2} が90℃以上200℃以下の範囲であり、前記被覆剤の融点 T_m が中空粒子の膨張開始温度 T_{s2} より高いことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [32] 請求項31において、被覆剤の融点 T_m が、ガス成分を液体状態の発泡剤として樹脂に封じ込めた膨張性樹脂粒子の膨張開始温度 T_{s1} に関して、下記の関係を満たすことを特徴とするタイヤとリムとの組立体。

記

$$T_{s1} < T_m < T_{s1} + 150^{\circ}\text{C}$$

- [33] 請求項32において、中空粒子は、被覆剤が付着された膨張性樹脂粒子を、被覆剤の融点 T_m 以上の温度で膨張させて得たものであることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [34] 請求項28ないし33のいずれかにおいて、被覆剤が有機酸金属塩であることを特徴とするタイヤとリムとの組立体。
- [35] タイヤをリムに装着したタイヤとリムとの組立体における該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室内に、大気圧を超える高压気体とともに配置する、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる中空粒子であって、下記の樹脂(A)と、下記の熱分解性発泡剤(B)および下記の発泡剤(C)のいずれか一方または両方とを含有する膨張性組成物を加熱膨張させて得られ、かつ中空粒子の中空部内の圧力が、該中空粒子群が配置されるタイヤ気室内の高压気体の圧力に対して70%以上であ

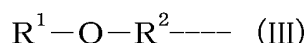
ることを特徴とする中空粒子。

記

(A) ポリビニルアルコール樹脂、アクリロニトリル系重合体、アクリル系重合体および塩化ビニリデン系重合体から選ばれた少なくとも1種

(B) ジニトロソペンタメチレンテトラミン、アゾジカルボンアミド、パラトルエンスルフォニルヒドラジンおよびその誘導体、そしてオキシビスベンゼンスルフォニルヒドラジンから選ばれた少なくとも1種

(C) 炭素数2から8の直鎖状及び分岐状の脂肪族炭化水素およびそのフルオロ化物、炭素数2から8の脂環式炭化水素およびそのフルオロ化物、そして次の一般式(III)：



(式中の R^1 および R^2 は、それぞれ独立に炭素数が1から5の一価の炭化水素基であり、該炭化水素基の水素原子の一部をフッ素原子に置き換えても良い)にて表されるエーテル化合物から選ばれた少なくとも1種

[36] タイヤをリムに装着したタイヤとリムとの組立体における該タイヤとリムとで区画されたタイヤ気室内に、大気圧を超える高圧気体とともに配置する、熱膨張が可能な樹脂による連続相と独立気泡とからなる中空粒子であって、その中空部内の圧力が大気圧以上であり、かつ表面の少なくとも部分に、該表面に熱を介して定着された被覆剤を有することを特徴とする中空粒子。

[37] 請求項36において、中空部内の圧力が、常用走行使用時の車両指定タイヤ内圧の70%以上であることを特徴とする中空粒子。

[38] 請求項36または37において、全表面に被覆剤を有することを特徴とする中空粒子。

[39] 請求項36ないし38のいずれかにおいて、中空粒子の被覆に使用した被覆剤量および下記処理に従って得られる沈殿物量に基づいて、次式

$$\text{定着率} = \{(\text{使用被覆剤量}) - (\text{沈殿物量})\} / (\text{使用被覆剤量}) \times 100$$

にて求められる被覆剤の定着率が90mass%以上であることを特徴とする中空粒子。

記

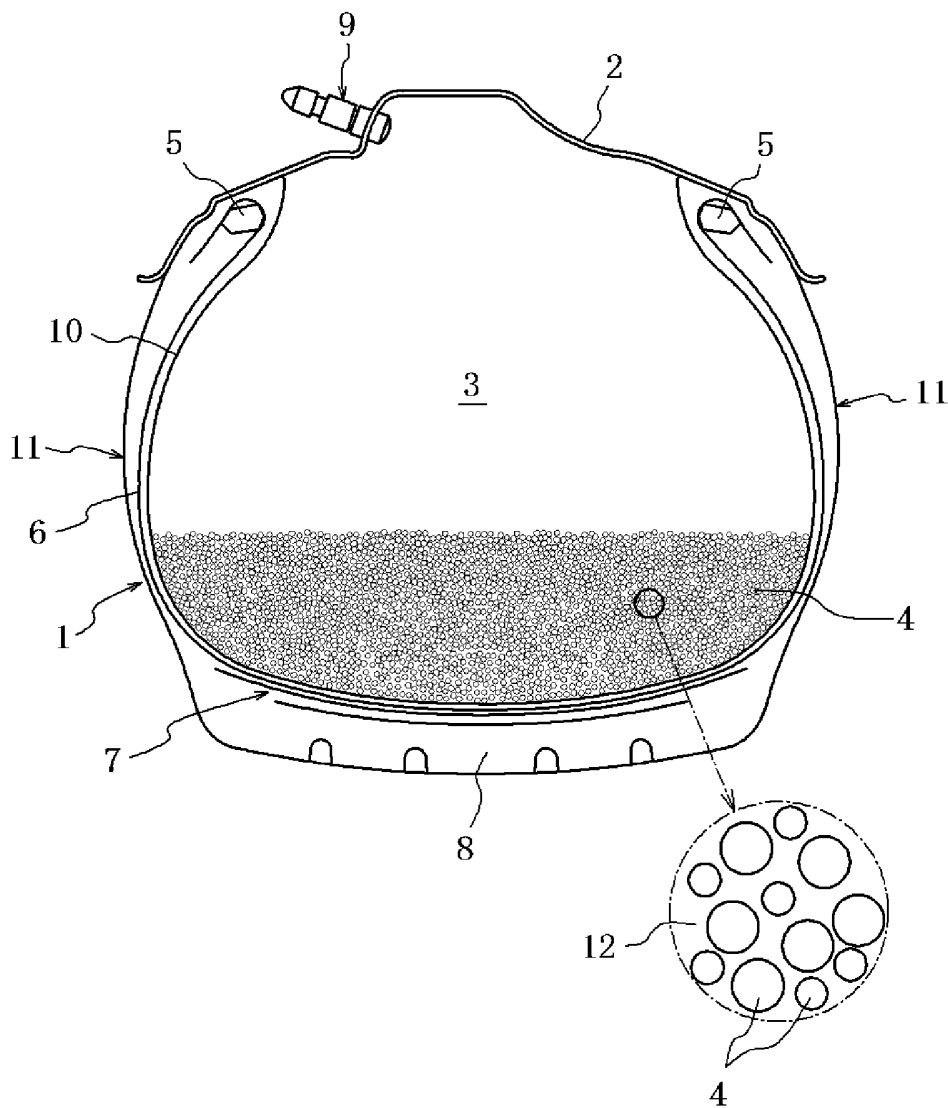
分液ロート内に、*n*-ヘキサン、イソプロピルアルコール、エタノールおよびメタノールから選ばれた少なくとも1種の溶媒300ccと、2～3gの範囲で秤量した被覆剤を有する中空粒子とを添加し、常温下で1分間攪拌した後10分間静置し、沈殿物をロートから排出そして採取した後、再度上記溶媒を追加し分液ロート内溶媒を300ccに調整した上で、上記攪拌、静置および排出そして採取を、さらに4回繰り返し、合計5回分の沈殿成分を、定法により溶媒を除去後に沈殿物量として秤量し、元の中空粒子量に対する質量百分率を算出して沈殿物量とする。

[40] 請求項39において、前記定着率が95mass%以上であることを特徴とする中空粒子。

[41] 請求項39または40において、前記定着率が99mass%以上であることを特徴とする中空粒子。

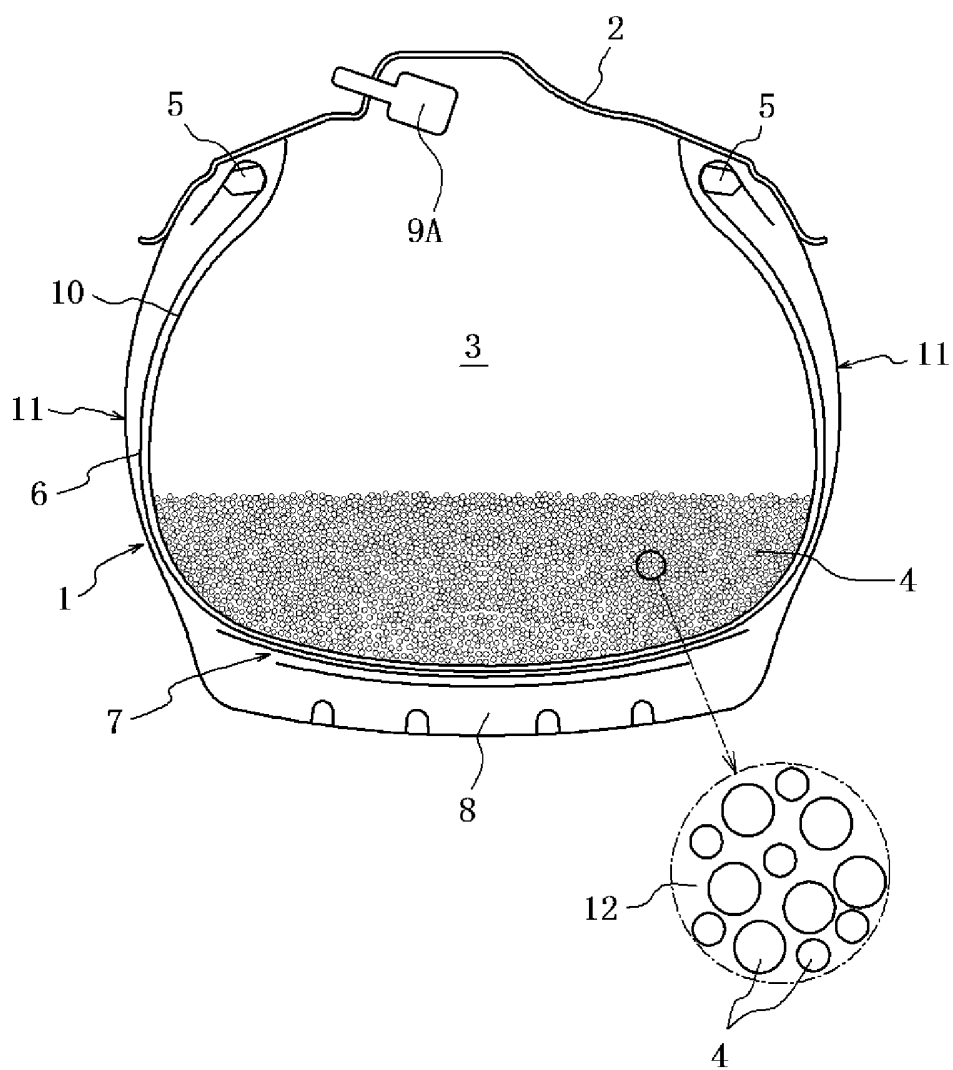
[図1]

FIG. 1



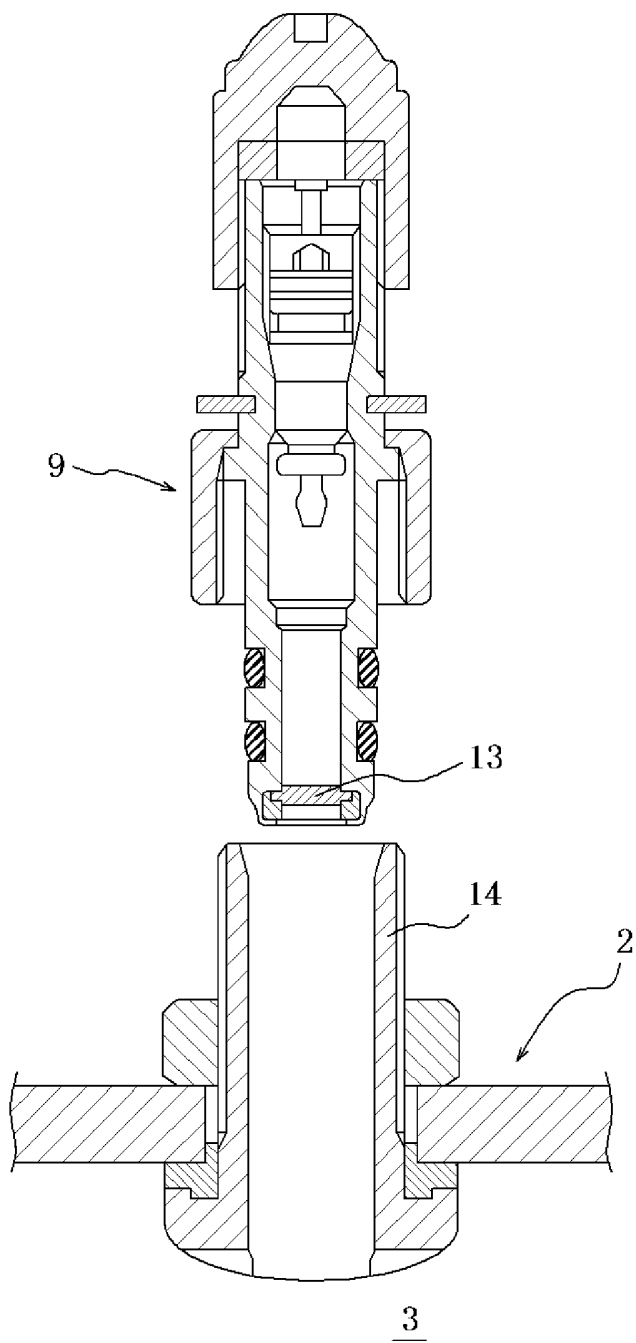
[図2]

FIG. 2



[図3]

FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ B60C7/12, C08L33/12, 33/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ B60C7/10-7/12, C08L33/12, 33/20		
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
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 Y A	WO 2002/074558 A1 (Bridgestone Corp.), 26 September, 2002 (26.09.02), Claims; page 18, line 6 to page 22, line 7; page 26, line 9 to page 29, line 11; page 33, line 20 to page 37, line 14; comparative examples 7, 9 & EP 1375197 A1 & US 2004/140042 A1	1-7, 10-25, 35 26-31, 33, 36-41 8, 9, 32, 34
X Y A	JP 2003-118332 A (Bridgestone Corp.), 23 April, 2003 (23.04.03), Claims; Par. Nos. [0045] to [0077]; examples 1 to 4, 9 to 12 (Family: none)	1-9, 11-13, 17-25, 35 14, 26-31, 33, 36-41 10, 15, 16, 32, 34
☒ 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 12 July, 2005 (12.07.05)		Date of mailing of the international search report 02 August, 2005 (02.08.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007705

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 2003-306006 A (Bridgestone Corp.), 28 October, 2003 (28.10.03), Claims; Par. Nos. [0046] to [0048], [0078] (Family: none)	26-31, 33, 36-41
Y	JP 6-278424 A (Mazda Motor Corp.), 04 October, 1994 (04.10.94), Claims; Par. Nos. [0002] to [0003] & US 5826210 A	14
A	JP 2002-144811 A (Bridgestone Corp.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text & US 2001/042580 A1	1-41

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B60C7/12, C08L33/12, 33/20

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))

Int.Cl.⁷ B60C7/10-7/12, C08L33/12, 33/20

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
X	WO 2002/074558 A1 (株式会社ブリヂストン) 2002.09.26, 特許請求の範囲、第18頁第6行-第22頁第7行、第26頁第9行- 第29頁第11行、第33頁第20行-第37頁第14行、比較例7,9 & EP 1375197 A1 & US 2004/140042 A1	1-7, 10-25, 35
Y		26-31, 33, 36-41
A		8, 9, 32, 34

☒ 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

12.07.2005

国際調査報告の発送日

02.8.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

上坊寺 宏枝

4 F

9834

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

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 請求の範囲の番号
X	JP 2003-118332 A (株式会社ブリヂストン) 2003. 04. 23, 特許請求の範囲、【0045】－【0077】、実施例 1-4、9-12 (ファミリーなし)	1-9, 11-13, 17-25, 35
Y		14, 26-31, 33, 36-41
A		10, 15, 16, 32, 34
Y	JP 2003-306006 A (株式会社ブリヂストン) 2003. 10. 28, 特許請求の範囲、【0046】－【0048】、【0078】 (ファミリーなし)	26-31, 33, 36-41
Y	JP 6-278424 A (マツダ株式会社) 1994. 10. 04, 特許請求の範囲、【0002】－【0003】 & US 5826210 A	14
A	JP 2002-144811 A (株式会社ブリヂストン) 2002. 05. 22, 文献全体 & US 2001/042580 A1	1-41