



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 304 426**

51 Int. Cl.:  
**B60C 7/12** (2006.01)  
**B60C 5/14** (2006.01)  
**B60C 19/00** (2006.01)  
**B60C 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02705417 .0**  
86 Fecha de presentación : **20.03.2002**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1375197**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Conjunto de neumático y llanta.**

30 Prioridad: **21.03.2001 JP 2001-80855**  
**21.03.2001 JP 2001-80856**  
**21.03.2001 JP 2001-80905**  
**09.05.2001 JP 2001-138764**  
**09.05.2001 JP 2001-138765**  
**09.05.2001 JP 2001-138776**  
**09.05.2001 JP 2001-138882**  
**06.08.2001 JP 2001-237621**  
**06.08.2001 JP 2001-237622**  
**06.08.2001 JP 2001-237623**  
**06.08.2001 JP 2001-237627**  
**06.08.2001 JP 2001-237628**  
**06.08.2001 JP 2001-237649**  
**06.08.2001 JP 2001-237938**  
**06.08.2001 JP 2001-238115**  
**06.08.2001 JP 2001-238327**  
**07.08.2001 JP 2001-238730**  
**07.08.2001 JP 2001-238731**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.10.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.10.2008**

73 Titular/es: **Bridgestone Corporation**  
**10-1, Kyobashi 1-chome**  
**Chuo-ku, Tokyo 104-8340, JP**

72 Inventor/es: **Teratani, H.;**  
**Otani, K. y**  
**Ishikuro, T.**

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

# ES 2 304 426 T3

## DESCRIPCIÓN

Conjunto de neumático y llanta.

5 Esta invención se refiere a un conjunto de neumático-llanta que puede controlar una disminución rápida de la presión interna de un neumático tras haberse sometido a un daño externo y prolongar la distancia de marcha disponible tras el daño sin sacrificar la durabilidad y la comodidad de viaje durante la marcha habitual del neumático no sometido al daño externo.

10 En los neumáticos, por ejemplo los neumáticos de coches de pasajeros, se genera tensión en una parte del esqueleto del neumático tal como una carcasa, correa y similares encerrando aire en el interior del neumático bajo una presión interna (presión absoluta) de aproximadamente 250-350 kPa, y es posible realizar la deformación del neumático y su restauración frente a una entrada al neumático mediante tal tensión. Es decir, se genera una tensión constante en el esqueleto del neumático manteniendo la presión interna del neumático dentro de un intervalo dado, mediante lo cual se  
15 confiere una función de soporte de carga al neumático y también se aumenta la rigidez para proporcionar prestaciones básicas requeridas en la marcha de un vehículo, tales como prestaciones de conducción, frenado y giro.

Ahora, cuando el neumático mantenido bajo una presión interna dada se somete a daño externo, se escapa aire a través de este daño externo hacia el exterior para disminuir la presión interna del neumático hasta la presión atmosférica o convertirlo en un denominado estado de pinchazo, y así se pierde sustancialmente la tensión generada en la parte  
20 del esqueleto del neumático. Como resultado, también se pierden la función de soporte de carga y las prestaciones de conducción, frenado y giro obtenidas aplicando la presión interna dada al neumático, de modo que es imposible poner en marcha en vehículo dotado con un neumático de ese tipo.

25 Por lo tanto, hay muchas propuestas para un neumático de seguridad que puede funcionar incluso en el estado de pinchazo. Por ejemplo, como neumático de seguridad para automóviles, se proponen diversos tipos tales como un neumático que tiene una estructura de doble pared, un neumático que comprende un dispositivo de soporte de carga en él, un neumático que tiene una parte de flanco reforzado, etcétera. Como una técnica que se usa en la práctica entre estas propuestas, hay un neumático en el que una capa de refuerzo lateral compuesta por un caucho relativamente duro  
30 está dispuesta en una cara interna del neumático sobre una zona desde una parte de hombro hasta una parte de talón alrededor de una parte de flanco. Este tipo de neumático se usa como un denominado neumático de rodamiento sin aire (*run-flat*) entre los neumáticos que tiene principalmente una razón de aspecto no superior al 60%.

Sin embargo, en la técnica de añadir la capa de refuerzo lateral, el peso del neumático se ve aumentado en un  
35 30-40% para elevar la constante elástica longitudinal del neumático, de modo que existen las desventajas de que la resistencia a la rodadura se deteriora en gran medida y que la comodidad de viaje en la marcha habitual antes del pinchazo se degrada. Por lo tanto, ésta es una técnica que carece todavía de propiedades para uso general porque hay una mala influencia sobre las prestaciones y el consumo de combustible en la marcha habitual.

40 Por otro lado, como neumático que tiene una elevada altura seccional de neumático o una razón de aspecto no inferior al 60%, se aplica principalmente un neumático de rodamiento sin aire que tiene una estructura tal que un cuerpo de soporte interno tal como un anillo interno o similar está fijado a una llanta para soportar una carga con un pinchazo, para evitar la acumulación de calor en una parte de flanco basado en la marcha a una velocidad relativamente  
45 alta a lo largo de una distancia larga.

Sin embargo, es difícil reducir el peso del cuerpo de soporte interno desde el punto de vista de la resistencia al choque y así el peso total del neumático, el cuerpo de soporte interno y la llanta aumenta en un 30-50% o más en alguna ocasión en comparación con el del neumático convencional, de modo que existen las desventajas de que la  
50 comodidad de viaje en la marcha habitual antes del pinchazo se deteriora pero también la durabilidad de las piezas de los bajos del vehículo, tales como casquillos, etcétera, se pierde considerablemente.

Además, existe un problema de que una operación de montaje del neumático sobre la llanta una vez que el cuerpo de soporte interno está dispuesto en el interior del neumático es complicada y requiere mucho tiempo. A este respecto,  
55 se propone una técnica de insertar fácilmente el cuerpo de soporte interno produciendo una diferencia en el tamaño de la llanta entre un lado de extremo de la llanta en una dirección a lo ancho y el otro lado de extremo de la misma, pero no se obtienen efectos suficientes.

Además, con el fin de aumentar la distancia de marcha del neumático de rodamiento sin aire dotado con el cuerpo de soporte interno tras un pinchazo, resulta eficaz añadir un elemento de esqueleto para hacer la estructura del neumático  
60 más masiva, pero la resistencia a la rodadura y comodidad del viaje bajas en el uso habitual se deterioran por la adición del elemento de esqueleto, de modo que la adopción de esta técnica no es real.

En los neumáticos de seguridad convencionales, la capacidad de marcha tras un pinchazo puede desarrollarse en cierta medida sobre superficies de carreteras que tienen un elevado coeficiente de fricción hasta cierto grado tales  
65 como superficies de carreteras de asfalto habituales, superficies de carreteras llenas de baches, etcétera. Sin embargo, cuando el neumático con un pinchazo no está en una rueda motriz sino en una rueda loca, queda expuesto un defecto significativo sobre una superficie de carretera que tiene un bajo coeficiente de fricción representada por una carretera con hielo o una carretera con nieve en la temporada invernal. Es decir, el neumático tiene de manera natural una flexión

## ES 2 304 426 T3

pequeña en un estado previo al pinchazo y mantiene una forma próxima a un círculo, de modo que cuando el vehículo se mueve mediante una fuerza motriz producida desde una rueda motriz en un momento de puesta en marcha, la rueda loca empieza a girar acompañada por el movimiento del vehículo. Por el contrario, el neumático tiene una flexión grande y adopta una forma que se desvía del círculo en un estado posterior al pinchazo. Puesto que la rueda loca no es una rueda que gira por sí misma o que no desarrolla la fuerza motriz, la rotación de la rueda loca depende del coeficiente de fricción entre el movimiento del vehículo y la superficie de carretera. Por lo tanto, cuando el vehículo empieza a ponerse en marcha sobre una superficie de carretera que tiene un bajo coeficiente de fricción, el neumático enormemente flexionado y desviado del círculo a través del pinchazo genera un gran resbalamiento en una cara en contacto con el terreno debido al bajo coeficiente de fricción de la superficie de carretera y se mueve junto con el vehículo mientras se ve arrastrado sin rotación. Esto es debido a que la distribución de presión en contacto con el terreno en la cara en contacto con el terreno se vuelve extremadamente no uniforme junto con una gran deformación por flexión en comparación con un estado relativamente uniforme antes del pinchazo. Tal situación se produce no sólo en la puesta en marcha sino también en el frenado. Como resultado, existe la posibilidad de que los sistemas equipados previamente en el vehículo, es decir “el sistema de ajuste de la fuerza motriz (control de la tracción)” para obtener la marcha sobre una superficie de carretera que tiene un bajo coeficiente de fricción, “el sistema de ajuste de la fuerza de frenado (sistema de frenado antibloqueo)” para evitar el bloqueo del neumático en el frenado, etcétera no estén suficientemente desarrollados.

Tal como se mencionó anteriormente, las técnicas convencionales mencionan la capacidad de marcha tras una caída de la presión interna a través del daño del neumático, pero no pueden compensar una rápida caída en la presión interna debida a materia extraña que penetra en el neumático durante la marcha.

Por otro lado, se proponen diversas técnicas de disponer previamente un material sellante que tiene fluidez en una cara interna del neumático para sellar instantáneamente un agujero tras el daño utilizando la presión dentro del neumático, pero tienen la desventaja de que aumenta el peso del neumático. Es decir, la capacidad sellante del agujero dañado con el material sellante depende del espesor de la capa de material sellante formada sobre la cara interna del neumático. Por ejemplo, se requiere que la capa de material sellante tenga un espesor de aproximadamente 3-5 mm para sellar un agujero dañado formado por un clavo que tiene un diámetro de aproximadamente 3 mm. Por lo tanto, en el caso de un neumático general para un coche de pasajeros, el peso aumenta en 1500-2500 g disponiendo el material sellante, que no sólo deteriora la resistencia a la rodadura y comodidad del viaje bajas en la marcha habitual antes de un pinchazo sino que también pierde considerablemente durabilidad de los casquillos o similares como pieza de los bajos del vehículo. Además, el neumático dotado con el material sellante tiene escasa uniformidad de peso, que es un factor importante en el deterioro, la resistencia a la rodadura y comodidad del viaje bajas en la marcha habitual.

Adicionalmente, cuando una materia extraña tal como un clavo o similar se clava en un neumático en uso, tal materia extraña no siempre se sale inmediatamente fuera del neumático, y puede permanecer en el neumático en un estado clavado. En tal estado, la presión interna del neumático no cae rápidamente y se aplica una entrada al neumático en un estado clavado de la materia extraña, tal como un clavo o similar, en la marcha posterior, de modo que se produce rozamiento en una cara de contacto entre la materia extraña y el neumático. Como la cara de contacto se desgasta hasta cierta medida por tal rozamiento, se forma un hueco en la cara de contacto, y la materia extraña tal como un clavo o similar se sale repentinamente fuera del neumático para que disminuya la presión interna inmediatamente y así la marcha es imposible. El neumático convencional dotado con el material sellante no puede hacer frente de manera suficiente a la salida repentina de la materia extraña y la caída de la presión interna tal como se mencionó anteriormente y no es satisfactorio.

Además, se describen neumáticos en los que se llena un espacio interno de un conjunto de neumático y llanta con un cuerpo de espuma que tiene muchas células cerradas, por ejemplo, en los documentos JP-A-6-127207, JP-A-6-183226, JP-A-7-186610, JP-A-8-332805 y similares. Estos neumáticos propuestos están limitados principalmente a neumáticos de pequeño tamaño o especiales tales como un neumático para uso agrícola, un neumático para rally, un neumático para motocicletas, un neumático para bicicletas, etcétera. Por lo tanto, no se conoce su aplicación a neumáticos que tienen resistencia a la rodadura y comodidad del viaje bajas tales como neumáticos para coches de pasajeros, neumáticos para camiones y autobuses, etcétera. Además, todos los cuerpos de espuma tienen baja razón de expansión, de modo que el peso es grande para el cuerpo de espuma que tiene células cerradas, sin embargo, puesto que el interior de la célula cerrada está a presión atmosférica, el cuerpo de espuma es funcionalmente insuficiente como alternativa al aire a alta presión en el neumático convencional.

Además, la patente japonesa número 2987076 da a conocer un neumático antipinchazos el que se inserta un relleno compuesto por el cuerpo de espuma en una parte periférica interna del neumático. Además de las desventajas que se basan en el hecho de que la presión dentro de la célula es muy próxima a la presión atmosférica, sin embargo, puesto que el cuerpo de espuma está compuesto por uretano, la pérdida de energía que resulta de un enlace de hidrógeno intermolecular de un grupo uretano es grande y la autoacumulación de calor es alta. Por lo tanto, cuando se llena el neumático con un cuerpo de espuma de uretano se desarrolla térmicamente mediante la deformación repetitiva durante la rotación del neumático para deteriorar enormemente la durabilidad. Se usa un material de partida que forma apenas células cerradas, de modo que las células resultantes se comunican fácilmente entre sí y es difícil mantener el gas en ellas y hay una desventaja de que no se obtiene la presión interna deseada del neumático (capacidad de soporte de carga o capacidad de supresión de la flexión).

## ES 2 304 426 T3

Adicionalmente, el documento JP-A-48-47002 propone otro neumático antipinchazos en el que se llena el neumático con una pluralidad de cuerpos celulares de presión de expansión formados cubriendo íntegramente y sellando las circunferencias externas de muchos cuerpos celulares que consisten esencialmente en células cerradas con un recubrimiento externo compuesto por caucho sintético que tiene un espesor de 0,5-3 mm, para mantener el neumático en una presión interna especificada. Según esta técnica, con el fin de hacer la presión dentro de las células del cuerpo celular superior a la presión atmosférica, se fija una cantidad de un agente de espumación combinado en el material de partida para que se produzca formación de las células cerradas dentro del cuerpo celular de presión de expansión en una cantidad de agente de espumación que genera una cantidad de gas al menos igual que o superior al volumen interno del neumático, mediante lo cual se pretende proporcionar prestaciones al menos similares a las del neumático habitual.

En la técnica anterior, con el fin de evitar que se disipe el gas de las células del cuerpo celular de presión de expansión, los cuerpos celulares se cubren íntegramente y se sellan con un recubrimiento externo. Como material para el recubrimiento externo se pone como ejemplo sólo una cámara para un automóvil y componentes de combinación para la formación de tal cámara. Es decir, los cuerpos celulares se cubren y se sellan con un recubrimiento externo elástico, blando compuesto principalmente por caucho de butilo usado en una cámara de neumático o similar y que tiene una baja permeabilidad al gas nitrógeno con el que se llena el neumático. Como método de producción del neumático, se usa una cámara de neumático sin curar como el recubrimiento externo elástico, blando y se usan materiales de partida sin curar para la formación del cuerpo celular cerrado como el cuerpo celular de presión de expansión, y se colocan en el interior del conjunto de neumático-llanta y se forma la espuma calentando para obtener un neumático que se ha llenado con el cuerpo de espuma. Se descarga espontáneamente el aire a presión atmosférica del interior del neumático a través de un pequeño agujero de escape formado en la llanta mediante la expansión de los cuerpos celulares.

En general, la presión interna de un neumático para coches de pasajeros se fija en aproximadamente 250-350 kPa como presión absoluta a temperatura ambiente, de modo que se supone una partir de una ecuación de estado gaseoso que la presión dentro del neumático que se ha llenado con el cuerpo celular resultante es aproximadamente 1,5 veces la presión interna anterior en un estado de calentamiento (aproximadamente 140°C) para la construcción por vulcanización del neumático. Sin embargo, la propia cámara de neumático sin curar como el recubrimiento externo elástico, blando produce expansión debido a la falta de presión de vulcanización (puesto que la presión de vulcanización es una presión en la expansión del cuerpo celular como fuente, la falta de la presión en el cuerpo celular induce la expansión del recubrimiento externo elástico, blando). Con el fin de evitar tal fenómeno de expansión, se requiere que se aumente enormemente la cantidad del agente de espumación combinado, o elevar la temperatura de calentamiento. Sin embargo, en los medios para aumentar la cantidad del agente de espumación combinado, la presión interna a temperatura ambiente supera los 400 kPa acompañado por el aumento de la cantidad del agente de espumación, de modo que es difícil sustituir el neumático convencional por el neumático que se ha llenado con el cuerpo celular. En los medios para elevar la temperatura de calentamiento, el daño del neumático por envejecimiento térmico se vuelve grande y la durabilidad del neumático se deteriora considerablemente, lo que produce un problema en la durabilidad con un tiempo de uso prolongado. Aunque se dispone un gran número de cuerpos celulares de presión de expansión cubiertos con los recubrimientos externos elásticos, blandos en el interior del conjunto de neumático-llanta, considerando la fricción entre los recubrimientos externos elásticos, blandos, expandidos, la fricción entre la cara interna del neumático y la cara interna de la llanta y similares, el problema se vuelve significativo con vistas a la durabilidad. Se dice que los problemas anteriores constituyen un grave defecto que resulta de la disposición de muchos cuerpos celulares de presión de expansión divididos diferentes de un caso en el que la forma de los cuerpos celulares de presión de expansión adopta una forma toroidal íntegramente. Además, el pequeño agujero de escape formado en la llanta es eficaz para descargar espontáneamente el aire a presión atmosférica del interior del neumático mediante la expansión de los cuerpos celulares de presión de expansión, pero también sirve como una trayectoria de disipación para el gas dentro de las células en los cuerpos celulares de presión de expansión, de modo que tal neumático no es duradero en uso a lo largo de un tiempo prolongado.

Aunque se usa una composición compuesta principalmente por caucho de butilo que tiene una baja permeabilidad al gas nitrógeno tal como una cámara de neumático o similar como el recubrimiento externo elástico, blando, dado que la velocidad de la reacción de vulcanización del caucho de butilo es muy lenta, se requiere un tiempo de calentamiento considerablemente prolongado con el fin de completar la reacción a una temperatura de aproximadamente 140°C. Esto significa que se carece de densidad de reticulación del recubrimiento externo elástico, blando, que puede decirse que son una causa del desprendimiento de los recubrimientos externos elásticos, blandos. Además, la prolongación del tiempo de calentamiento aumenta adicionalmente el daño del neumático a través del envejecimiento térmico mencionado anteriormente, de modo que el deterioro de la durabilidad no puede evitarse y así no puede decirse que la técnica anterior resulte práctica.

También se presta atención a la descripción del documento US-A-4037636.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de neumático-llanta que puede rodar de manera estable a lo largo de una distancia requerida incluso con la caída de la presión interna del neumático tras el daño del neumático sin sacrificar la resistencia a la rodadura y comodidad de viaje en la marcha habitual.

Los inventores han realizados diversos estudios con el fin de resolver los problemas anteriores y han descubierto que con el fin de permitir la marcha estable incluso con la caída de la presión interna del neumático tras el daño, es eficaz proporcionar una presión interna del neumático mínima requerida en la marcha posterior mediante un medio adecuado cuando el gas dentro del neumático se escapa por el daño.

## ES 2 304 426 T3

Concretamente, las características de la invención son las siguientes.

1. Un conjunto de neumático-llanta, en el que está dispuesto un gran número de partículas con forma sustancialmente esférica que consiste cada una en una fase continua de una resina y una(s) célula(s) cerrada(s) y que tiene un peso específico aparente medio no superior a 0,1 en un interior definido mediante el montaje de un neumático toroidal hueco sobre una llanta aprobada, y la presión a 25°C en el interior del neumático es no inferior a 150 kPa como presión absoluta, y la(s) célula(s) cerrada(s) se mantiene(n) a una presión superior a la presión atmosférica.

2. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 1, en el que la presión a 25°C en el interior del neumático es no inferior a 150 kPa pero no superior a 900 kPa como presión absoluta.

3. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 1 ó 2, en el que el gran número de las partículas está dispuesto de modo que una razón de llenado en volumen definida por la siguiente ecuación:

$$\text{Razón de llenado en volumen} = (V_s/V_t) \times 100$$

(en la que  $V_s$  es el volumen total de todas las partículas dispuestas en el interior del conjunto y que incluye un volumen de espacio alrededor de la partícula a presión atmosférica, y  $V_t$  es el volumen interno del neumático) es no inferior al 75% pero no superior al 150%.

4. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 3, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 75% pero no superior al 130%.

5. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 4, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 75% pero no superior al 110%.

6. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 5, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 80% pero no superior al 100%.

7. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 6, en el que cuando el conjunto de neumático-llanta está montado sobre un vehículo, la cantidad de llenado en volumen de las partículas en el conjunto está dentro de un intervalo desde el siguiente límite inferior hasta el siguiente límite superior como el volumen total que incluye un volumen de espacio alrededor de la partícula a presión atmosférica:

límite superior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a una presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo;

límite inferior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto que tiene una presión interna fijada a la presión atmosférica está montado en el vehículo.

8. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 7, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a al menos 1,2 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

9. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 7 u 8, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 10% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

10. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 8 ó 9, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 1,5 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

11. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 8 ó 9, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

12. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 9, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 30% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

13. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 9, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 40% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

## ES 2 304 426 T3

14. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 9, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 50% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.
15. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 14, en el que el contenido de partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 entre el gran número de las partículas dispuestas en el interior del conjunto es no superior al 40% en masa.
16. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 15, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 30% en masa.
17. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 16, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 20% en masa.
18. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 17, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 5% en masa.
19. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 18, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por al menos uno de una resina de poli(alcohol vinílico), un polímero a base de acrilonitrilo, un polímero acrílico y un polímero a base de cloruro de vinilideno.
20. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero a base de acrilonitrilo, y el polímero a base de acrilonitrilo es al menos uno seleccionado de polímero de acrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilato de metilo y terpolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo.
21. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero acrílico, y el polímero acrílico es al menos uno seleccionado de resina de metacrilato de metilo, copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo, copolímero de metacrilato de metilo/metacrilonitrilo y terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/metacrilonitrilo.
22. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero a base de cloruro de vinilideno, y el polímero a base de cloruro de vinilideno es al menos uno seleccionado de copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo y copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo.
23. Un conjunto de neumático-llanta según uno cualquiera de los puntos 1 a 22, en el que la célula cerrada de la partícula tiene al menos un gas seleccionado de nitrógeno, aire, hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 8 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 8 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):
- $$R^1 - O - R^2 \quad \dots (I)$$
- (en la que cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo).
24. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 23, en el que la fase continua de la partícula tiene una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $300 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg).
25. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 24, en el que la constante de permeación al gas a 30°C es no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg).
26. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 25, en el que la constante de permeación al gas a 30°C es no superior a  $2 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg).
27. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 26, en el que el neumático está dotado sobre su cara interna con una capa de revestimiento interno, y la capa de revestimiento interno está compuesta por una composición de elastómero termoplástico que comprende una resina de nylon que tiene un punto de fusión de 170-230°C y un haluro de copolímero de isobutireno-parametilestireno en el que un componente de elastómero se cura dinámicamente a una razón de gelificación del 50-95%.
28. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 27, en el que la constante de permeación al gas a 30°C de la capa de revestimiento interno es no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg).

## ES 2 304 426 T3

29. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 28, en el que un material de matriz sellante está dispuesto adicionalmente en el interior del conjunto.

5 30. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 29, en el que un líquido está dispuesto adicionalmente en el interior del conjunto.

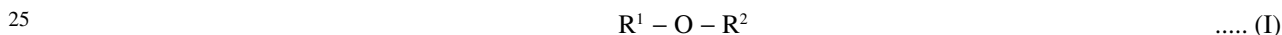
31. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 30, en el que el líquido es aceite de silicona o un alcohol polivalente alifático.

10 32. Un conjunto de neumático-llanta según cualquiera de los puntos 1 a 31, que comprende además partículas de expansión que pueden expandir su volumen por estimulación.

15 33. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 32, en el que la partícula de expansión comprende un agente de espumación y una cubierta que encapsula un gas producido por la expansión del agente de espumación en un estado cerrado.

34. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 32 ó 33, en el que la estimulación es al menos una de calor, presión y vibración.

20 35. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 33 ó 34, en el que el agente de espumación es al menos uno seleccionado de hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 6 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 6 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):



30 (en la que cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo).

36. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 33 ó 34, en el que el agente de espumación es un agente de espumación pirolítico.

35 37. Un conjunto de neumático-llanta según uno cualquiera de los puntos 33 a 36, en el que el agente de espumación se expande por encima de los 100°C.

40 38. Un conjunto de neumático-llanta según el punto 36 ó 37, en el que el agente de espumación pirolítico es al menos uno seleccionado de dinitrosopentametileno-tetraamina, azodicarbonamida, paratoluenosulfonil-hidrazina y derivados de los mismos, y oxibisbencenosulfonil-hidrazina.

45 39. Un conjunto de neumático-llanta según uno cualquiera de los puntos 1 a 38, en el que las células cerradas en las partículas dispuestas en el interior del conjunto de neumático-llanta se mantienen a una presión proporcional a la presión en el interior del neumático.

Se describirá adicionalmente la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

50 la figura 1 es una vista en sección esquemática de una realización del conjunto de neumático-llanta según la invención en una dirección a lo ancho del neumático.

La figura 2 es una vista en sección esquemática de otra realización del conjunto de neumático-llanta según la invención en una dirección a lo ancho del neumático.

55 La figura 3 es una vista en sección esquemática de una realización adicional del conjunto de neumático-llanta según la invención en una dirección a lo ancho del neumático.

La figura 4 es una vista en sección esquemática de aún una realización adicional del conjunto de neumático-llanta según la invención en una dirección a lo ancho del neumático.

60 La figura 5 es una vista esquemática que ilustra un procedimiento de aplicar una presión interna según la invención.

La figura 6 es una vista esquemática que ilustra un orificio de entrada de partículas que contienen células y un orificio de salida de gas en exceso.

65 La figura 7 es una vista esquemática que ilustra un orificio de entrada de partículas que contienen células y un orificio de salida de gas en exceso.

La figura 8 es una vista esquemática que ilustra una conducción para introducir partículas que contienen células.

## ES 2 304 426 T3

La figura 9 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de medio de aplicación de vibración.

La figura 10 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de medio para pesar partículas que contienen células.

5 La figura 11 es una vista esquemática que ilustra una función de cambio de presión en un tanque de almacenamiento y un detector de presión.

La figura 12 es una gráfica que muestra los resultados evaluados en la constante elástica estática en un conjunto de un neumático que se ha llenado con partículas que contienen células y una llanta.

10 El conjunto de neumático-llanta según la invención se describe a continuación con referencia a la figura 1 que muestra una sección en su dirección a lo ancho.

Es decir, el conjunto de neumático-llanta ilustrado se construye montando un neumático 1 sobre una llanta 2 aprobada y disponiendo un gran número de partículas 3 con forma sustancialmente esférica cada una compuesta por una fase continua de una resina y una(s) célula(s) cerrada(s) en el interior del neumático definido por el neumático 1 y la llanta 2 aprobada. Como el neumático 1, no se requiere particularmente limitar la estructura a menos que diversos neumáticos, por ejemplo neumáticos para coches de pasajeros y similares sean según la manera habitual. Como el neumático, puede hacerse mención de neumáticos para coches de pasajeros, neumáticos para camiones, neumáticos para autobuses, neumáticos para motocicletas, neumáticos para bicicletas, neumáticos vehículos de construcción, neumáticos para aviones, etcétera. Por ejemplo, el neumático ilustrado es un neumático general para coches de pasajeros, en el que una correa 6 y un relieve 7 de neumático están dispuestos sucesivamente sobre una parte de corona de una carcasa 5 que se extiende de manera toroidal entre un par de núcleos 4 de talón hacia fuera en una dirección radial del mismo. Además, el número 8 es una capa de revestimiento interno.

25 La partícula 3 es un cuerpo hueco que tiene una(s) célula(s) con forma sustancialmente esférica rodeada(s) por una fase continua de una resina y un diámetro de, por ejemplo, aproximadamente 10-500  $\mu\text{m}$ , o un cuerpo estructural de esponja que contiene un gran número de pequeñas cámaras compuestas por células cerradas. Es decir, la partícula 3 es una partícula que implica una(s) célula(s) cerrada(s) no comunicada(s) con el exterior en la que el número de las células cerradas puede ser de uno o más. La característica de que la partícula implica la(s) célula(s) cerrada(s) significa que la partícula tiene una cubierta de una resina que implica la célula cerrada a en un estado cerrado. Por lo tanto, la fase continua de la resina significa una fase continua de una composición que constituye la cubierta de la resina. Además, la composición de la cubierta compuesta por la resina es tal como se menciona más adelante.

35 Disponiendo un gran número de las partículas 3 en el interior del neumático, se obtiene una presión interna dada del neumático junto con aire que se ha llenado por separado, y al mismo tiempo, se garantiza una presión interna mínima del neumático requerida en un neumático de presión interna baja.

Concretamente, en el conjunto de neumático-llanta que contiene un gran número de las partículas 3 dispuestas en el interior del neumático 1, cuando el neumático se somete a daño, un gas que existe en los espacios 9 entre las partículas 3, que proporciona una presión interna predeterminada al neumático junto con las partículas 3, se escapa del neumático y así la presión interna del neumático cae hasta una presión aproximadamente igual a la del exterior del neumático. Sin embargo, se produce el siguiente fenómeno dentro del neumático en el transcurso de la caída de la presión interna, mediante lo cual se garantiza la presión interna requerida en el neumático.

45 En primer lugar, cuando el neumático se daña para iniciar la caída de la presión interna, las partículas sellan la parte dañada para controlar la caída rápida de la presión interna. Por otro lado, aumenta la cantidad de flexión del neumático acompañada por la caída de la presión interna del neumático para reducir el volumen interno del neumático, y como resultado las propias partículas soportan directamente la carga para mantener así una presión interna mínima del neumático requerida en la marcha posterior. Además, las partículas que existen a la presión interna del neumático antes del daño siguen existiendo dentro del neumático incluso tras el daño ya que la presión dentro de la célula cerrada en la partícula mantiene una presión proporcional a la presión interna del neumático anterior tras el daño, o ya que se mantiene el volumen total de las partículas antes del daño. Por lo tanto, cuando el neumático se hace rodar adicionalmente, se produce fricción entre las partículas para autogenerar calor mientras que las propias partículas soportan directamente la carga, y así la temperatura de las partículas dentro del neumático se eleva rápidamente. A medida que tal temperatura supera la temperatura de inicio de la expansión de la resina que forma la fase continua para la partícula, la presión dentro de la célula cerrada en la partícula aumenta por la rápida elevación de la temperatura de la partícula a una presión proporcional a la presión interna del neumático antes del daño, de modo que el volumen de la partícula se expande en un tramo y la presión dentro del neumático se restablece en un nivel próximo a la presión antes del daño.

60 Este estado es un estado en el que las partículas soportan directamente la carga para proporcionar una presión interna mínima del neumático requerida en la marcha. La flexión del neumático en tal estado es relativamente pequeña y puede mantenerse una forma circular en comparación con el neumático de seguridad convencional mencionado anteriormente y así la distribución de presión en contacto con el terreno en la zona en contacto con el terreno del neumático puede mantenerse en un estado relativamente uniforme. Por lo tanto, cuando con las partículas según la invención se llena, por ejemplo, un neumático que se hace rodar principalmente sobre una superficie de carretera en una temporada invernal tal como un neumático sin pernos o similar, no se deterioran las prestaciones básicas inheren-



## ES 2 304 426 T3

tes al neumático sin pernos, incluso tras el daño del neumático. Es decir, el deterioro de las prestaciones de dirección tales como tracción, frenado, giro, etcétera es incluso menor en una superficie de carretera que tiene un bajo coeficiente de fricción tal como una carretera con nieve, una carretera con hielo o similar y nunca hace que la marcha sea imposible.

5 Con el fin de realizar ventajosamente la marcha a una baja presión interna tras el daño del neumático, es necesario que se llene el interior del neumático con las partículas que tienen un peso específico aparente medio a una presión atmosférica no superior a 0,1. Cuando se llena el interior del neumático con partículas que tienen un peso específico aparente medio a una presión atmosférica superior a 0,1, el peso total de las partículas se vuelve pesado para dañar la comodidad de viaje en la marcha a una presión interna normal y la durabilidad de las piezas de los bajos del vehículo, y también la autogeneración de calor en la marcha con la caída de la presión interna del neumático acompañada por el daño del neumático se vuelve grande para fusionar las partículas antes de que se alcance una distancia de marcha objetivo y así es difícil mantener la presión interna mínima del neumático requerida en la marcha.

15 Aquí, puede calcularse el peso específico aparente medio a presión atmosférica, por ejemplo, midiendo el peso de partículas que tienen un volumen conocido a presión atmosférica. En la invención, el peso específico aparente medio a presión atmosférica se calcula pesando las partículas en un tubo graduado a presión atmosférica y aplicando vibraciones al tubo en un baño de agua con ultrasonidos para convertirlo en un estado empaquetado de manera estable de las partículas y midiendo el volumen de partícula y el peso de partícula. Es decir, el peso específico aparente medio de las partículas a presión atmosférica = peso total de las partículas/volumen total de las partículas. Además, el volumen total de las partículas significa la suma del volumen total de cubiertas de las partículas, el volumen total de células cerradas en las partículas y el volumen total de espacios entre las partículas.

25 Además, es importante que tras haberse dispuesto las partículas que tienen el peso específico aparente medio anterior en el interior del neumático, la presión a 25°C en el interior del neumático se fija no inferior a 150 kPa, preferiblemente no inferior a 150 kPa pero no superior a 900 kPa como presión absoluta. Es decir, cuando la presión es inferior a 150 kPa, el nivel de compresión de las partículas es pequeño y también la presión en el espacio alrededor de las partículas es pequeña, de modo que la razón de soporte de carga de las partículas se vuelve elevada en la marcha habitual antes del daño del neumático y hay un riesgo de daño de la durabilidad de las partículas. Cuando dicha presión supera los 900 kPa, una parte de las partículas está en un estado completamente prensado por compresión y se rompe en este momento. Como resultado, existe la posibilidad de que cuando la presión interna del neumático cae por el daño del neumático, no puede garantizarse que se mantenga la presión interna mínima del neumático requerida para la marcha a lo largo de una distancia constante.

35 Aunque la presión a 25°C en el interior del neumático está limitada por los motivos anteriores, preferiblemente una presión de este tipo no es inferior a 180 kPa, particularmente no inferior a 200 kPa, más particularmente no inferior a 250 kPa. La característica de que la presión no sea inferior a 180 kPa, no inferior a 200 kPa, adicionalmente no inferior a 250 kPa significa que se hace que el nivel de compresión de las partículas sea elevado y la presión del espacio alrededor de las partículas se eleva, y es posible reducir la razón de soporte de carga de las partículas para conservar la durabilidad de las partículas.

45 En la invención, es particularmente deseable mantener una presión interna mínima del neumático requerida al menos en la marcha con el fin no sólo de sellar la parte dañada sino también para permitir la marcha estable incluso con la rápida caída de la presión interna del neumático tras el daño. Para este fin, cuando se llena el interior del neumático con un gran número de las partículas 3, se disponen partículas que tienen un peso específico aparente medio a presión atmosférica no superior a 0,1 en el interior del neumático de modo que la razón de llenado en volumen definida por la siguiente ecuación (A) es no inferior al 75% pero no superior al 150%, mediante lo cual se soporta en parte la presión interna del neumático y también se garantiza una presión interna mínima requerida en la marcha a una presión interna baja del neumático de manera más eficaz:

$$(Razón de llenado en volumen) = (Vs/Vt) \times 100 \quad \dots (A)$$

55 (en la que Vs: volumen total a presión atmosférica de todas las partículas dispuestas en el interior del neumático (litros)

Vt: volumen interno del neumático (litros)).

60 En el presente documento, se calcula el volumen total a presión atmosférica de todas las partículas dispuestas en el interior del neumático mediante el siguiente método. En primer lugar, se determina el peso específico aparente medio de las partículas a presión atmosférica mediante el método mencionado anteriormente. Luego, se mide el peso total de las partículas con las que se llena el neumático y se divide entre el peso específico aparente medio calculado de las partículas a presión atmosférica, mediante lo cual puede calcularse el volumen total de todas las partículas dispuestas en el interior del neumático a presión atmosférica. Es decir, el volumen total de todas las partículas dispuestas en el interior del neumático a presión atmosférica = peso total de partículas con las que se llena el neumático/peso específico aparente medio de partículas a presión atmosférica.

## ES 2 304 426 T3

Además, el volumen de las partículas 3 es un volumen que incluye los volúmenes de los espacios entre las partículas a presión atmosférica y puede representarse tal como sigue.

5 Volumen de partículas usadas = volúmenes de cubiertas en partículas +  
volúmenes de huecos dentro de las partículas + volúmenes de los espacios entre partículas

En este caso, el volumen de gas dentro de la partícula = volumen de célula(s) cerrada(s).

10 Por lo tanto, en la invención se pesan las partículas en un tubo graduado a presión atmosférica y se convierten en un estado empaquetado de manera estable aplicando vibraciones al tubo en un baño de agua con ultrasonidos para medir el volumen de las partículas.

15 Además, el volumen interno del neumático se define como un volumen definido por el neumático y la llanta. Para este fin, tras montarse el neumático sobre la llanta, se llena el interior del conjunto con un fluido no compresible que tiene un peso específico conocido tal como agua, mediante lo cual se determina el volumen interno del neumático una partir de un incremento del peso.

20 En el conjunto de neumático-llanta que contiene el gran número de las partículas 3 dispuestas dentro del neumático en la razón de llenado en volumen anterior, si se daña el neumático, el gas que existe en los espacios 9 entre las partículas 3, que proporciona una presión interna normal al neumático junto con las partículas 3, se escapa del interior del neumático, y así la presión interna del neumático cae en un grado sustancialmente igual a la presión fuera del neumático. Sin embargo, en el transcurso de la caída de la presión interna, se produce un fenómeno tal como se menciona más adelante dentro del neumático para mantener la presión interna necesaria del neumático.

25 El motivo por el que la razón de llenado en volumen está preferiblemente limitada a no inferior al 75% pero no superior al 150% es el siguiente. Cuando la razón de llenado en volumen es inferior al 75%, el sellado de la parte dañada con las partículas se rompe y la presión en los espacios alrededor de las partículas se hace igual a la presión atmosférica, de modo que el neumático se flexiona enormemente y rueda mientras arrastra una parte de flanco del mismo, mediante lo cual la parte de flanco se desgasta localmente para producir un riesgo de ruptura del neumático antes de la llegada a la distancia de marcha objetivo. Cuando la razón de llenado en volumen supera el 150%, una parte de las partículas está en un estado completamente prensado a través de compresión y se rompe en este momento y así existe la posibilidad de que cuando la presión interna del neumático cae por el daño del neumático, no puede garantizarse que se mantenga la presión interna mínima del neumático requerida para la marcha a lo largo de una distancia constante.

30 Aunque la razón de llenado en volumen de las partículas dentro del neumático está limitada por los motivos anteriores, la razón de llenado en volumen es además preferiblemente no inferior al 75% pero no superior al 130%, no inferior al 75% pero no superior al 110%, y no inferior al 80% pero no superior al 100%.

40 Además, la constante elástica en una dirección radial del neumático puede cambiarse de manera variada cambiando la razón de llenado en volumen de las partículas con las que se llena el interior del neumático dentro del intervalo anterior. Es decir, a medida que aumenta la razón de llenado en volumen, si la presión en los espacios alrededor de las partículas cae en un grado aproximadamente igual a la presión atmosférica tras el daño del neumático, cada una de las partículas comprimidas crea una fuerza contraria de recuperación, de modo que puede garantizarse una constante elástica superior.

45 Tras suministrarse las partículas al interior del neumático, las partículas pueden comprimirse, por ejemplo, llenando con aire de aproximadamente 200-300 kPa el interior del neumático. Por lo tanto, puede fijarse el nivel de compresión de las partículas en un intervalo deseado ajustando apropiadamente la cantidad de las partículas suministradas al interior del neumático y la presión del aire con que se llena el interior del neumático.

50 Cuando se comprimen las partículas mediante el método anterior, existe aire a alta presión alrededor de las partículas y así puede reducirse la carga soportada por las partículas en la marcha habitual, de modo que se reduce la fatiga aplicada a las partículas acompañada por deformación repetitiva durante la rotación del neumático y no se daña la durabilidad de las partículas.

55 Adicionalmente, cuando el conjunto del neumático que se ha llenado con el gran número de las partículas 3 y la llanta está montada sobre un vehículo, la cantidad de llenado en volumen de las partículas está preferiblemente dentro de un intervalo desde el siguiente límite inferior hasta el siguiente límite superior como el volumen total que incluye el volumen del espacio alrededor de la partícula a presión atmosférica.

60 Límite superior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a una presión interna designada por tal vehículo está montado sobre el vehículo;

65 Límite inferior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto que tiene una presión interna fijada a la presión atmosférica está montado sobre el vehículo.

## ES 2 304 426 T3

Sin embargo, la cantidad de llenado en volumen de las partículas indica el volumen total de todas las partículas con las que se llena el interior del conjunto de neumático-llanta a presión atmosférica, que incluye los volúmenes del espacio alrededor de las partículas.

- 5 Aquí, la cantidad de llenado en volumen de las partículas indica el volumen total de todas las partículas con las que se llena el interior del neumático tal como se mide mediante el método anterior a presión atmosférica, que incluye los volúmenes del espacio alrededor de las partículas.

10 El motivo de definir “el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a una presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo” se describe a continuación. En la invención, la presión interna del neumático se recupera mediante el mecanismo de desarrollo de presión mencionado anteriormente de las partículas. Por lo tanto, cuando se llena con las partículas un volumen que supera el límite superior, existen la posibilidad de que se produzca fricción entre las partículas en la marcha a una presión interna designada antes del daño del neumático y la posibilidad de que la resistencia a la rodadura aumente por tal fricción. Esto es desfavorable con vistas al ahorro de combustible.

20 De manera similar, el motivo de definir “el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto que tiene una presión interna fijada a la presión atmosférica está montado en el vehículo” ese describe a continuación. En la invención, la presión interna del neumático se recupera mediante el mecanismo de desarrollo de presión mencionado anteriormente de las partículas. Por lo tanto, cuando se llena con las partículas un volumen que no satisface el límite inferior, incluso si la presión interna del neumático cae hasta la presión atmosférica, las propias partículas no pueden soportar directamente la carga y apenas se produce fricción entre las partículas y como resultado, no puede garantizarse la recuperación de la presión interna del neumático.

30 Tal como se mencionó anteriormente, según la invención, la función de recuperación de la presión interna puede desarrollarse llenando con las partículas un volumen dentro de un intervalo entre el límite superior y el límite inferior anteriores, mediante lo cual se logra rodar de manera segura a lo largo de una distancia constante tras el daño del neumático. El límite superior puede corresponderse apropiadamente con una carga aplicada a cada eje del vehículo según la condición de marcha del vehículo y el método de uso y las condiciones del vehículo tales como el número de ocupantes, la masa autorizada de mercancías, etcétera. En una situación de uso en la que el número de ocupantes o la masa autorizada de mercancías cambia día a día, es preferible disminuir el límite superior en el volumen de la partícula considerando el asunto anterior. Es decir, es preferible que sea un volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 1,2 veces, preferiblemente 1,5 veces, más preferiblemente 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

40 Además, el límite inferior puede explicarse como un intervalo preferible por los siguientes motivos. Es decir, cuando la presión interna comienza a caer por el daño del neumático, se produce rápidamente fricción entre las partículas a una cantidad de llenado en volumen próxima al límite superior para recuperar la presión interna. En tal situación, la diferencia de la velocidad de la rueda entre las ruedas izquierda y derecha no es grande y la cantidad de caída de la presión tal como se mide directamente mediante un detector de la presión interna de un neumático no es grande, de modo que disminuye la sensibilidad para detectar la caída de la presión interna a través del daño del neumático y existe la preocupación de que no pueda notificarse oportunamente al conductor la información sobre el riesgo. Por otro lado, cuando la presión interna cae por el daño del neumático a una cantidad de llenado en volumen de las partículas próxima al límite inferior, la cantidad de flexión se vuelve grande debido a la gran caída de la presión interna en cierto grado y también disminuye enormemente el volumen interno del neumático, y posteriormente se produce fricción entre las partículas para recuperar la presión interna. En esta situación, una vez que la presión interna del neumático disminuye enormemente, la tensión aplicada a elementos del esqueleto del neumático tales como una carcasa y similares disminuye enormemente. Por lo tanto, se produce la preocupación de que una parte de talón del neumático ajustado sobre la llanta se salga de la llanta en un estado de baja presión interna (= baja tensión) mantenido durante poco tiempo hasta que se recupera la presión interna. Para este fin, es preferible que el límite inferior se vuelva elevado con el fin de evitar tal preocupación. Específicamente, el límite inferior es el volumen interno bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando la presión interna del neumático se fija en la presión atmosférica, preferiblemente el volumen interno cuando la presión interna del neumático se fija en el 10% de la presión interna designada por el vehículo, además preferiblemente el 30% de la misma, más preferiblemente el 40% de la misma, y lo más preferiblemente el 50% de la misma.

60 Además, se llena con un gas de, por ejemplo, aproximadamente 150-250 kPa el interior del neumático tras disponerse las partículas en el interior del neumático para mantener la presión interna en el espacio alrededor de las partículas durante un tiempo constante, mediante lo cual puede potenciarse la presión dentro de la célula cerrada en las partículas hasta aproximadamente 150-250 kPa. Por lo tanto, la presión dentro de la célula cerrada en la partícula puede fijarse en un intervalo deseado ajustando apropiadamente la presión del gas con el que se llena el interior del neumático. Por tanto, cuando la presión dentro de la célula cerrada en las partículas se fija a una presión superior a la presión atmosférica, puede desarrollarse la función de recuperación de la presión interna mencionada anteriormente tras el daño del neumático. Además, puesto que existe una presión elevada alrededor de las partículas, puede reducirse la carga soportada por las partículas durante la marcha habitual hasta un grado insignificante, de modo que se produce

## ES 2 304 426 T3

la fatiga aplicada a las partículas acompañada por deformación repetitiva durante la rotación del neumático y así no se daña la durabilidad de las partículas.

Adicionalmente, con el fin de desarrollar la función de recuperación de la presión interna anterior, es importante sellar la parte dañada antes del desarrollo de función de recuperación de la presión interna. Es decir, si el sellado de la parte dañada es insuficiente, la presión interna recuperada se escapa de la parte dañada, y así la presión interna obtenida mediante la recuperación de la presión interna contribuye temporalmente a la capacidad de marcha posterior y existe la preocupación de que no pueda garantizarse necesariamente la prestación de marcha tras el daño. Puesto que las partículas tienen una estructura hueca que tiene bajo peso específico y alta elasticidad, a medida que el gas en los espacios alrededor de las partículas comienza a escaparse de la parte dañada tras el daño del neumático, las partículas se reúnen inmediatamente en la parte dañada junto con una corriente basada en el escape del gas en los espacios para sellar instantáneamente la parte dañada. Tal como se mencionó anteriormente, la función de sellado de la parte dañada con las partículas es una función necesaria que apoya la función de recuperación de la presión interna.

Aunque las partículas tienen un peso específico extremadamente bajo, tienen una distribución del peso específico porque todas las partículas no son uniformes. Como una medida para separar aproximadamente las partículas anteriores en dos componentes en vista del peso específico, se intenta la separación en un componente (partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79) que precipita en etanol (peso específico: 0,79) y un componente flotante (partículas que tienen menos de 0,79) y cada una de las partículas se sitúa bajo una definición como un contenido de componente de precipitación con respecto al peso total de una muestra. Aquí, las características halladas a partir de la definición como el contenido de componente de precipitación son las siguientes.

Entre las partículas dispuestas en el interior del neumático, es preferible que el contenido de partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 no sea superior al 40% en masa. En primer lugar, la definición sobre el contenido de partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 se basa en el descubrimiento de que las partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 controlan la durabilidad de las partículas. Por lo tanto, cuando el contenido de las partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 supera el 40% en masa, a medida que la presión en los espacios alrededor de las partículas se convierte en la presión atmosférica por el daño del neumático, la rotura de las partículas se vuelve extremadamente rápida y el neumático se flexiona enormemente y está en un estado de marcha mientras arrastra la parte de flanco, y así la parte de flanco se desgasta localmente y existe la posibilidad de que el neumático se rompa antes de la llegada a la distancia de marcha objetivo.

Aunque el contenido preferible de las partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 está limitado por el motivo anterior, tal contenido es preferiblemente no superior al 30% en masa, más preferiblemente no superior al 20% en masa, y además no superior al 5% en masa.

Puesto que se obtiene el efecto anterior disponiendo partículas que tienen un peso específico aparente medio y un volumen dados en el interior del neumático, no se requiere que se regule la propia estructura del neumático, y puede proporcionarse un nuevo conjunto de neumático-llanta utilizando un neumático de uso general y una llanta de uso general.

En la invención, es preferible que con el fin de proporcionar una presión interna mínima requerida a la baja presión interna tras el daño del neumático, un gas sellado en la(s) célula(s) cerrada(s) de las partículas a una presión dada no se escapa hacia el exterior de la partícula, o la fase continua que forma la célula cerrada en la partícula tiene la propiedad de que apenas deja penetrar el gas. Por lo tanto, la fase continua de la partícula como matriz para la célula cerrada está compuesta por un material que tiene una baja permeabilidad al gas. Está compuesta preferiblemente por al menos un material seleccionado de una resina de poli(alcohol vinílico), un copolímero a base de acrilonitrilo, un copolímero acrílico, un copolímero a base de cloruro de vinilideno, una resina de acrilonitrilo/estireno (AS), una resina de polietileno (PE), una resina de polipropileno (PP), una resina de poliéster (PET) y un copolímero de poliestireno/polietileno (PS/PE). Todos estos materiales pueden expandirse de manera relativamente sencilla en el neumático y tienen una flexibilidad hasta una entrada basada en la deformación del neumático, que son particularmente eficaces para la invención.

Especialmente, es preferible aplicar uno cualquiera de la resina de poli(alcohol vinílico), polímero a base de acrilonitrilo, polímero acrílico y polímero a base de cloruro de vinilideno a la fase continua de la partícula. Como el polímero a base de acrilonitrilo se usa ventajosamente al menos uno seleccionado de polímero de acrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilato de metilo y terpolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo, y como el polímero acrílico se usa ventajosamente al menos uno seleccionado de resina de metacrilato de metilo (MMA), copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo (MMA/AN), copolímero de metacrilato de metilo/metacrilonitrilo (MMA/MAN) y terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/metacrilonitrilo (MMA/AN/MAN), y como el polímero a base de cloruro de vinilideno se usa ventajosamente al menos uno seleccionado de copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo y copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo. Todos estos materiales tienen una constante de permeación al gas pequeña y baja permeabilidad al gas, de modo que de ellos no se escapa el gas en la célula cerrada hacia el exterior y pueden mantener la presión dentro de la célula cerrada.

## ES 2 304 426 T3

Adicionalmente, la fase continua de la partícula tiene preferiblemente una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $300 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg), preferiblemente una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg), además preferiblemente una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $2 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg). Puesto que una capa de revestimiento interno en un neumático común tiene una función de mantenimiento de la presión interna suficiente a un nivel en el que la constante de permeación al gas es no superior a  $300 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg), la constante de permeación al gas a 30°C de la fase continua de la partícula se convierte en  $300 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg). Sin embargo, se requiere tal nivel de la constante de permeación al gas para formar una presión interna una vez cada aproximadamente 3-6 meses, de modo que se recomienda que la constante de permeación al gas no sea superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg), además preferiblemente no superior a  $2 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s-cmHg) desde el punto de vista del mantenimiento.

Como el gas que constituye la célula cerrada de la partícula se menciona al menos un gas seleccionado de nitrógeno, aire, hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 8 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 8 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):



(en la que cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo). Además, el gas con el que se llena el neumático es normalmente aire o un aire que cambia la presión parcial de oxígeno, pero si el gas en la partícula no es un fluoruro, es preferible un gas que no contenga oxígeno tal como nitrógeno, un gas inerte o similar con vistas a la seguridad.

Además, un método de formación de las partículas que tienen una(s) célula(s) cerrada(s) no está particularmente limitado, pero es preferible usar un agente de espumación. Como el agente de espumación, puede hacerse mención de un agente de espumación pirolítico que produce un gas por pirólisis, un gas de compresión a alta presión, un gas licuado y similares.

Particularmente, un gran número de agentes de espumación pirolíticos tienen la característica de producir nitrógeno, de modo que la partícula obtenida controlando apropiadamente la reacción de tal agente de espumación pirolítico contiene nitrógeno en su célula.

En el caso de la formación de la fase continua de la resina que constituye la partícula, se lleva a cabo una polimerización en emulsión mientras se licua propano, butano, pentano, hexano, heptano, octano, ciclopropano, ciclobutano, ciclopentano, ciclohexano, cicloheptano, ciclooctano o similar a alta presión y se dispersa en un disolvente de reacción, mediante lo cual pueden obtenerse partículas de resina expansibles en las que se sella un componente gaseoso tal como propano, butano, pentano, hexano, heptano, octano, ciclopropano, ciclobutano, ciclopentano, ciclohexano, cicloheptano, ciclooctano o similar en la fase continua de resina en estado líquido. Cuando se llena con tales partículas el neumático y se calienta para formar partículas, se sella propano, butano, pentano, hexano, heptano, octano, ciclopropano, ciclobutano, ciclopentano, ciclohexano, cicloheptano o ciclooctano en la célula. Como isómeros del butano, pentano, hexano, heptano y octano, puede hacerse mención de isobutano, isopentano, neopentano, 2-metilpentano, 2,2-dimetilbutano, metilhexanos, dimetilpentanos, trimetilbutano, metilheptanos, dimetilhexanos, trimetilpentanos, etcétera.

Además, puede obtenerse un neumático objetivo sometiendo las partículas de resina expansibles anteriores a un recubrimiento de superficie tal como un tensioactivo, un agente de engrasado o similar y expandiéndolas con calentamiento en el neumático. Adicionalmente, puede obtenerse un neumático objetivo expandiendo previamente con calentamiento las partículas de resina selladas con el gas licuado para formar partículas de forma sustancialmente esférica y llenar con ellas por compresión el neumático.

Por otro lado, el neumático tiene normalmente una capa de revestimiento interno en su cara periférica interna. Tal capa de revestimiento interno está compuesta preferiblemente por una composición de elastómero termoplástico que comprende una resina de nylon que tiene un punto de fusión de 170-230°C y un haluro de copolímero de isobutileno-parametilestireno en el que un componente de elastómero se cura dinámicamente a una razón de gelificación del 50-95%. Esto es debido a que la resina de nylon constituye una fase continua diferente de la capa de revestimiento interno convencional compuesta principalmente por caucho de butilo y la permeación al gas es muy baja y así puede reforzarse la función de la capa de revestimiento interno. Adicionalmente, se obtiene una capa de revestimiento interno que tiene una buena flexibilidad y excelente resistencia al calor y durabilidad usando una composición de elastómero termoplástico en la que el componente de elastómero que incluye el haluro de copolímero de isobutileno-parametilestireno se cura dinámicamente a la razón de gelificación del 50-95%. Puesto que la capa de revestimiento interno tiene las características anteriores, puede crearse un entorno que facilita la retención del gas en la(s) célula(s) cerrada(s) de la partícula.

Además, la razón de gelificación es un valor calculado mediante la siguiente ecuación tras someterse compuestos granulados después de molienda biaxial a extracción con Soxhlet con acetona en un baño de agua durante 8 horas y además se somete un residuo a extracción con Soxhlet con n-hexano durante 8 horas para extraer los componentes

## ES 2 304 426 T3

de elastómero sin curar en un disolvente y luego se miden los pesos de los extractos con acetona y n-hexano tras la eliminación del disolvente.

$$\text{Razón de gelificación (\%)} = \frac{[\text{peso de todos los compuestos} - \{(\text{extracción con acetona} + \text{extracción con n-hexano}) - \text{cantidad de ácido esteárico}\}]}{\text{peso de todos los compuestos}} \times 100$$

Además, la capa de revestimiento interno es tiene preferiblemente una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc·cm/cm<sup>2</sup>·s·cmHg). Esto es debido a que incluso si el gas dentro de la célula se escapa de la partícula por algún motivo, cuando la permeabilidad del gas de la capa de revestimiento interno es suficientemente baja, el escape del gas desde la(s) célula(s) de la partícula hacia el exterior del neumático se vuelve menor y es ventajoso para mantener la presión interna del neumático. Es decir, la permeabilidad del gas de la capa de revestimiento interno es un factor que decide directamente el mantenimiento de la presión del neumático como recipiente a presión. Naturalmente, la permeabilidad del gas de la fase continua que constituye la partícula es baja, y además es ideal usar una capa de revestimiento interno que tiene una baja permeabilidad del gas.

En la invención, puede llenarse además el interior del conjunto de neumático-llanta con un material de matriz sellante llenando el mismo con el gran número de las partículas 3. En este caso, cuando se produce en el neumático un daño, tal como una laceración o similar, para extraer el gas dentro del neumático a través de tal parte dañada hacia el exterior, las partículas y el material de matriz sellante fluyen vigorosamente hacia la parte dañada. Como resultado, en primer lugar se obstruye un gran espacio de la parte dañada moviéndose las partículas hacia la parte dañada, y además los microespacios entre la parte dañada y las partículas se llenan con el material de matriz sellante y el movimiento de flujo de las partículas en la parte dañada está controlado por la pegajosidad del material de matriz sellante para sellar la parte dañada con las partículas y el material de matriz sellante. Por lo tanto, el gas en el neumático no se escapa hacia el exterior. Por tanto, las partículas y el material de matriz sellante tienen parte de la función sellante de la parte dañada y el tiempo hasta la finalización del sellado se acorta considerablemente, de modo que la rotura del neumático y la caída rápida de la presión interna pueden controlarse eficazmente para mantener la seguridad del neumático a lo largo de un tiempo constante tras el daño.

El material de matriz sellante no está particularmente limitado, a menos que tenga una fluidez, una pegajosidad y similares y puede seleccionarse apropiadamente según el propósito de uso. Por ejemplo, puede incluir preferiblemente copolímero de etileno-propileno, terpolímero de etileno-propileno-dieno, polibutadieno, un polibutadieno halogenado, poliisopreno, copolímero de poliisopreno-butadieno, caucho de butilo, un caucho de butilo halogenado, polietileno, polipropileno, copolímero de acrilonitrilo-butadieno, copolímero de estireno-butadieno, un politerpeno sintético, una olefina termoplástica, éster de pentaeritritol de colofonia hidrogenada, éster de trietilenglicol de colofonia hidrogenada, copolímero de viniltolueno, alquilos aromáticos, cromano-indeno, caucha natural despolimerizado, polibuteno, etcétera. Pueden usarse solos o en una combinación de dos o más. Además, el peso molecular de un material de este tipo no está particularmente limitado, pero es preferiblemente de aproximadamente 500-5000 como peso molecular promedio en número.

En caso de utilizar el material de matriz sellante, la cantidad de llenado de las partículas no está particularmente limitada y puede seleccionarse apropiadamente según el propósito de uso, pero preferiblemente no es inferior al 0,1% en volumen.

Cuando el gran número de las partículas 3 está dispuesto en el interior del neumático según la invención, puede añadirse además al interior del neumático un líquido que no hincha sustancialmente la capa continua de las partículas. Mediante la adición de un líquido de este tipo puede mejorarse más la función de sellar la parte dañada del neumático en el daño del neumático para prolongar adicionalmente la distancia de marcha tras el daño del neumático.

Es decir, la partícula tiene alta fluidez debido a la forma sustancialmente esférica y puede llenarse fácilmente con ella el interior del conjunto de neumático-llanta a través de un orificio de entrada que tiene un pequeño diámetro interno, tal como una válvula para el neumático. Por otro lado, cuando el neumático está dañado, las partículas se reúnen en una cara interna de la parte dañada, de modo que se expulsan desde la parte dañada hacia el exterior del neumático. Sin embargo, una trayectoria de daño desde la cara interna de la parte dañada hasta una cara periférica externa del neumático no es recta, sino que indica una forma complicada, de modo que las partículas introducidas desde la abertura del daño hasta la cara interna del neumático se comprueban en el transcurso de la trayectoria anterior, y así un gran número de partículas se reúne en la cara interna de la parte dañada en un estado comprimido para sellar la parte dañada con estas partículas. En este caso, cuando se añade el líquido al interior del neumático junto con las partículas, pueden reunirse varios miles de partículas basándose en la afinidad entre la superficie de las partículas y el líquido y la viscosidad del líquido, de modo que es posible obstruir instantáneamente la parte dañada con el cuerpo reunido de partículas en el daño del neumático.

Además, el líquido que va a añadirse tiene claramente un gran peso específico en comparación con las partículas, de modo que se distribuye en buena parte sobre una cara interna de una parte de relieve de neumático a través de la fuerza centrífuga acompañada por la rotación del neumático durante la marcha habitual. Esto demuestra que existe un gran número de partículas en las proximidades de la cara interna de la parte de relieve de neumático como un cuerpo reunido relativamente grande desde el momento de la marcha habitual. Por lo tanto, cuando el neumático resulta

## ES 2 304 426 T3

dañado por circular sobre una materia extraña o similar, una parte mayor de las partículas reunidas a través de una cantidad relativamente grande del líquido sella inmediatamente la parte dañada, lo que es muy eficaz.

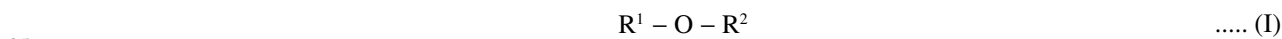
Además, con el fin de obtener un neumático que se ha llenado con las partículas mezcladas con el líquido, debe considerarse lo siguiente en vista de la producción.

Concretamente, es preferible llenar el neumático con las partículas en un estado de alta fluidez o en estado seco antes de mezclarse con el líquido. Las partículas se mezclan con el líquido para formar un cuerpo reunido, tal como se mencionó anteriormente. Para este fin, las partículas mezcladas con el líquido tienen una fluidez muy baja y es difícil llenar el neumático con ellas. Por lo tanto, el mezclado del líquido es eficaz y seguro mediante el método de aplicar el líquido sobre la cara interna del neumático o una cara interna de la llanta antes del llenado, o mediante el método de verter el líquido en el interior del conjunto de neumático-llanta tras el llenado con las partículas.

Se requiere que el líquido que va a utilizarse tenga prestaciones que no hinchen particularmente la fase continua de la partícula tal como se mencionó anteriormente y que no produzca una reacción química con ella, y preferiblemente que no produzca el hinchamiento ni la reacción química con la capa de revestimiento interno, y además que sea estable a la acumulación de calor en la marcha, etcétera. Puede mencionarse, por ejemplo, aceite de silicona, alcoholes polivalentes alifáticos representados por etilenglicol y propilenglicol, etcétera.

Tal como se muestra en la figura 2, el conjunto de neumático-llanta puede contener además partículas 10 de expansión que pueden expandir el volumen mediante la estimulación en su interior. Las partículas 10 de expansión no están limitadas particularmente a menos que el volumen pueda expandirse mediante estimulación, pero preferiblemente comprenden un agente de espumación y una cubierta que encapsula un gas producido por la expansión del agente de espumación en un estado cerrado. Además, la estimulación no está particularmente limitada, pero incluye calor (exotérmico, endotérmico), presión, vibración, etcétera. Dado que la marcha del neumático es continua en un estado que produce un daño mediante una materia extraña tal como un clavo, se produce una mayor cantidad de calor por la fricción, de modo que es preferible el calor (particularmente exotérmico).

El agente de espumación es el mismo que el utilizado en el gas dentro de la célula cerrada de la partícula e incluye al menos uno seleccionado de nitrógeno, aire, hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 8 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 8 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):



(en la que cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo).

Como agente de espumación, puede hacerse uso de un agente de espumación pirolítico, un gas de compresión a alta presión, un gas licuado, etcétera. Particularmente, es preferible un agente de espumación pirolítico que produce un gas mediante pirólisis. Como agente de espumación pirolítico se menciona dinitrosopentametileno-tetraamina (DPT), azodicarbonamida (ADCA), paratoluenosulfonil-hidrazina (TSH) y derivados de los mismos, oxibisbencenosulfonil-hidrazina (OBSH), etcétera. Pueden usarse solos o en una combinación de dos o más. Como gas de compresión a alta presión se menciona nitrógeno, aire, dióxido de carbono, etcétera. Como gas licuado se menciona propano, butano, pentano, ciclopropano, ciclobutano, ciclopentano, etcétera.

Además, el agente de espumación preferiblemente comienza la expansión a una temperatura no inferior a 100°C, preferiblemente a una temperatura no inferior a 120°C. Es decir, en el neumático inflado a la presión interna, es raro que se dé un caso de que la temperatura interior supere los 100°C aunque depende de las condiciones ambientales. Por otro lado, cuando el neumático está rodando en un estado pinchado, con una materia extraña tal como un clavo, incluso con un ambiente exterior de -20°C, puede darse el caso de que la temperatura alrededor de la materia extraña restante se eleve localmente hasta no menos de 100°C. Con el fin de llevar a cabo la expansión incluso con cualquier condición ambiental, por tanto, la temperatura de inicio de la expansión es preferiblemente no inferior a 100°C.

El tamaño de partícula de la partícula de expansión no está particularmente limitado, pero un tamaño de partícula promedio antes de la expansión a través de la espumación es de 1-200  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de aproximadamente 1-40  $\mu\text{m}$ . Cuando las partículas de expansión tienen un tamaño de partícula promedio del intervalo anterior, la razón de expansión en volumen es alta, y entran fácilmente en una cara de contacto entre la materia extraña y la parte dañada, y el efecto de sellar el espacio en la parte dañada y el efecto de evitar la caída de la presión interna son excelentes. Cuando el tamaño de partícula promedio es inferior a 1  $\mu\text{m}$ , incluso si se logra la expansión, el efecto es inferior desde un punto de vista del efecto de expansión en volumen, mientras que cuando supera los 200  $\mu\text{m}$ , las partículas apenas entran en la cara de contacto entre la materia extraña y el neumático. Además, las partículas de expansión tienen preferiblemente una capacidad de expansión en volumen no inferior a 5 veces la temperatura de inicio de la expansión anterior. Cuando la capacidad de expansión es inferior a 5 veces, si las partículas se expanden en la cara de contacto entre la materia extraña y el neumático, falta una fuerza que selle un espacio en la cara de contacto (fuerza que empuja directamente sobre la superficie de la materia extraña o la cara de contacto del neumático) y es difícil obtener un efecto de sellado suficiente.

## ES 2 304 426 T3

En el conjunto de neumático-llanta tal como se muestra en la figura 1 ó 2, cuando se llena con las partículas con forma sustancialmente esférica que tienen un peso específico aparente medio a presión atmosférica no superior a 0,1 junto con el material de matriz sellante, las partículas que tienen un peso específico aparente medio no superior a 0,3 pueden utilizarse conjuntamente si se pretende garantizar la marcha mínima requerida sellando simplemente la parte dañada en lugar de compensar una presión basándose en la caída de la presión interna en el daño del neumático. En este caso, estas últimas partículas pueden disponerse en el interior del conjunto de modo que el volumen a presión atmosférica es no inferior al 0,2% en volumen, preferiblemente no es inferior al 0,5% en volumen, más preferiblemente no es inferior al 1,0% en volumen, particularmente no es inferior al 5,0% en volumen.

Para el fin de garantizar la marcha mínima requerida sellando simplemente la parte dañada, la caída rápida de la presión interna tras el daño del neumático puede controlarse si la cantidad de partículas satisface el límite inferior anterior, pero es suficiente para disponer las partículas en una cantidad del 20% en volumen considerando el deterioro de la comodidad de viaje y la propiedad de la dirección, acompañada por el aumento del peso en el conjunto de neumático-llanta, y el coste.

Además, un gran número de las partículas 3 que tiene un peso específico aparente medio a presión atmosférica no superior a 0,1, que se disponen en el interior del conjunto de neumático-llanta según la invención, puede comprender partículas 3a que tienen un diámetro a presión atmosférica no inferior a  $10\ \mu\text{m}$  pero inferior a 1 mm, partículas 3b que tienen un diámetro no inferior a 1 mm pero inferior a 5 mm y partículas 3c que tienen un diámetro no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3. Además, la figura 3 muestra de manera exagerada los diámetros de tres tipos de partículas, y la razón de diámetros entre las partículas no es necesariamente la ilustrada.

Es decir, cuando el neumático está dañado, por ejemplo, cuando una materia extraña tal como un clavo pasa al interior del neumático y se desprende inmediatamente del mismo, el daño abierto formado por la materia extraña es relativamente pequeño, de modo que se requieren partículas 3 de tamaño relativamente pequeño que tienen un diámetro inferior a 1 mm para sellar el daño abierto con las partículas 3.

Por otro lado, cuando la materia extraña que ha pasado al interior del neumático permanece en el neumático sin desprenderse durante un largo periodo de tiempo, el daño abierto formado por la materia extraña crece en gran manera, de modo que se produce un caso en el que el daño abierto puede que no se selle suficientemente sólo con las partículas 3a que tienen un diámetro inferior a 1 mm. Por lo tanto, es preferible mezclar las partículas 3b que tienen un diámetro no inferior a 1 mm pero inferior a 5 mm.

Además, cuando se produce un gran daño al empujar una parte de flanco del neumático sobre un bordillo, o cuando se produce un denominado corte lateral, el tamaño del daño abierto se extiende hasta, por ejemplo, 5 cm como diámetro máximo. Con el fin de desarrollar la capacidad de sellado para el daño abierto incluso en un daño grande de este tipo, resulta eficaz mezclar las partículas 3c que tienen un diámetro no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm.

Como partícula 3c que tiene un diámetro no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm, es ventajoso utilizar un cuerpo elástico de compresión tal como se menciona detalladamente más adelante. El cuerpo elástico de compresión se refiere a un cuerpo que cambia de volumen y que desarrolla tensión en la compresión y que tiene una capacidad de restauración en la liberación de la compresión. Es decir, es preferible que el cuerpo elástico de compresión comprenda un cuerpo hueco y un gas o un material compuesto incluido en el interior del cuerpo hueco. Además, todos los diversos cuerpos elásticos de compresión pueden incluir un gas en el cuerpo hueco o incluir un material compuesto en el cuerpo hueco. Además, una parte de los diversos cuerpos elásticos de compresión puede incluir un gas en el cuerpo hueco y el resto puede incluir un material compuesto en el cuerpo hueco. Además, cada uno del cuerpo hueco, el gas y el material compuesto incluidos en los diversos cuerpos elásticos de compresión pueden ser uno o más.

El cuerpo hueco en el cuerpo elástico de compresión puede tener una capacidad de recuperación por sí mismo de que el propio cuerpo hueco vuelva espontáneamente a una cierta forma dada. Especialmente, cuando se incluye el gas en el interior, tal como se menciona detalladamente más adelante, el cuerpo hueco es eficaz para tener la capacidad de recuperación por sí mismo. El cuerpo hueco tiene preferiblemente una constante de permeación al gas a  $30^{\circ}\text{C}$  de  $10^{-10}$ - $10^{-9}$  ( $\text{cc}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2\cdot\text{s}\cdot\text{cmHg}$ ).

El cuerpo hueco preferiblemente está constituido por al menos uno seleccionado del grupo que consiste en poliolefina, un poliuretano termoplástico y una composición de caucho que tiene un caucho a base de butilo. Especialmente, es preferible un poliuretano termoplástico que tiene una capacidad de elasticidad. Como poliolefina, puede hacerse mención de polietileno, polipropileno, copolímero de poliestireno/polietileno, etcétera, y entre ellos se prefiere el polietileno. Como caucho a base de butilo puede mencionarse el haluro de copolímero de isobutileno/parametilestireno, caucho de butilo, un caucho de butilo halogenado, etcétera.

Además, el cuerpo hueco tiene un espesor de  $10$ - $200\ \mu\text{m}$ , preferiblemente de  $20$ - $100\ \mu\text{m}$  y contiene el gas o el material compuesto en él. En caso de incluir un gas en el cuerpo hueco, pueden utilizarse varios gases. Por ejemplo, resulta ventajoso utilizar un gas que tenga una alta estabilidad, que incluye aire ordinario o aire que tiene una presión parcial de oxígeno ajustada y/o nitrógeno. En caso de usar tanto aire como nitrógeno, puede adoptarse cualquier razón de mezclado. Por otro lado, cuando se incluye un material compuesto en el interior del cuerpo hueco, es preferible que comprenda un polímero y una célula continua.



## ES 2 304 426 T3

Como polímero constituyente del material compuesto, puede hacerse mención de polímeros que tienen un grupo funcional polar en sus moléculas, poliolefinas y elastómeros, pero no se limita a ellos. Como polímero que tiene un grupo funcional polar en su molécula, puede hacerse mención de poliuretano, resina de melamina, resina de poli (alcohol vinílico), un polímero a base de acrilonitrilo, un polímero acrílico, un polímero a base de cloruro de vinilideno, resina de acrilonitrilo/estireno y resina de poliéster.

Como polímero a base de acrilonitrilo, puede hacerse mención de polímero de acrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilato de metilo y terpolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo. Como polímero acrílico, puede hacerse mención de resina de metacrilato de metilo, copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo, copolímero de metacrilato de metilo/metacrilonitrilo y terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/metacrilonitrilo. Como polímero a base de cloruro de vinilideno, puede hacerse mención de copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilato de metilo y copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo. Como poliolefina, puede hacerse mención de polietileno, polipropileno, copolímero de poliestireno/polietileno, etcétera, y entre ellos es preferible el polietileno. Como elastómero, puede hacerse mención de elastómeros que pueden curarse con azufre, tales como un haluro de copolímero de isobutileno/parametilestireno, caucho de butilo, un caucho de butilo halogenado y similares, y elastómeros termoplásticos tales como copolímero de bloque de estireno-butadieno-estireno y similares.

Además, el polímero constituyente del material compuesto es preferiblemente un polímero que tiene un grupo funcional polar en su molécula, preferiblemente poliuretano.

Puede seleccionarse apropiadamente un tamaño de la célula continua en el material compuesto según la aplicación o el objeto de uso del neumático y no está particularmente limitado. Sin embargo, cuando el tamaño de la célula continua es demasiado grande, tiende a deteriorar la durabilidad del propio material compuesto.

Además, el material compuesto tiene preferiblemente una densidad a presión atmosférica de 0,012-0,12 g/cm<sup>3</sup>, más preferiblemente de 0,015-0,06 g/cm<sup>3</sup>. Cuando la densidad es demasiado alta, tiende a aumentar el peso del neumático, mientras que cuando la densidad es demasiado baja, tiende a deteriorar la durabilidad del material compuesto.

Por otro lado, cuando el material compuesto está hecho de un cuerpo espumado, la razón de expansión a presión atmosférica es preferiblemente de 10-100 veces, más preferiblemente de 20-80 veces. Cuando la razón de expansión es demasiado baja, tiende a aumentar el peso del neumático, mientras que cuando la razón de expansión es demasiado alta, tiende a deteriorar la durabilidad del material compuesto.

El volumen de cada cuerpo elástico de compresión usado en el presente documento puede seleccionarse apropiadamente según el fin y la aplicación y no está particularmente limitado, pero el diámetro del mismo está preferiblemente dentro de un intervalo del diámetro de partícula mencionado anteriormente. Además, en el presente documento se utilizan diversos cuerpos elásticos de compresión, pero pueden ser iguales o diferentes en cuanto al volumen.

La preparación del cuerpo elástico de compresión no está particularmente limitada y puede incluir, por ejemplo, los siguientes métodos del uno al cuatro. Los métodos del uno al tres se refieren a un método para producir el cuerpo elástico de compresión que incluye el material compuesto en su cuerpo hueco, y el cuarto método se refiere a un método para producir el cuerpo elástico de compresión incluyendo el gas en su cuerpo hueco.

El primer método es un método en el que se proporciona un cuerpo hueco con forma de bolsa y se coloca un material compuesto en el mismo y posteriormente se cierra una parte de abertura del cuerpo hueco con forma de bolsa. Un método de cierre de la parte de abertura depende del material del cuerpo hueco usado y similares, pero puede incluir, por ejemplo, un sistema de calentamiento interno tal como un procedimiento de sellado por alta frecuencia, un procedimiento de sellado por ultrasonidos y similares, y un sistema de calentamiento externo tal como procedimiento de sellado térmico, procedimiento de sellado por impulsos y similares.

En el segundo método, se proporciona un cuerpo hueco con forma de bolsa y se coloca una composición espumable en el mismo. La composición espumable es una composición que forma posteriormente el material compuesto. A continuación, se dispone el cuerpo hueco incluyendo la composición espumable en un molde o similar y se conforma.

El tercer método es un método en el que se coloca una composición espumable en un molde o similar y luego se conforma y se expande. En este caso, una capa no expandida producida como la capa más externa mediante expansión corresponde al cuerpo hueco.

El cuarto método es un método en el que se proporciona un cuerpo hueco con forma de bolsa y se llena el mismo con un gas y posteriormente se cierra una parte de abertura del cuerpo hueco con forma de bolsa. Como método de cierre de la parte de abertura, pueden usarse los mencionados anteriormente.

Además, cuando se usa un material espumable como el material compuesto, es preferible un método que utiliza un agente de espumación. Como agente de espumación, puede hacerse mención de un agente de espumación pirólitico que produce un gas mediante pirólisis, un gas de compresión a alta presión, un gas licuado, etcétera.

## ES 2 304 426 T3

Particularmente, un gran número de agentes de espumación pirolíticos tienen la característica de producir nitrógeno, de modo que el material compuesto obtenido controlando apropiadamente la reacción de tal agente de espumación pirolítico contiene nitrógeno en su célula.

5 Además, cuando el material espumable, particularmente espuma de uretano, se usa como el material compuesto, puede mencionarse un método en el que se usa agua como agente de espumación y se produce gas de dióxido de carbono haciendo reaccionar agua con isocianato como clase de monómero. Adicionalmente, puede mencionarse un método físico en el que se evapora un disolvente inerte, de bajo punto de ebullición, utilizando el calor de reacción en la formación del polímero, etcétera.

10 En cuanto a la capacidad de sellado del daño abierto anterior, resulta ventajoso que se dispongan muchas láminas 11 de sellado que tienen un diámetro máximo no inferior a 2 cm en el interior del neumático junto con un gran número de las partículas 3 tal como se muestra en la figura 4. Es decir, un poliuretano termoplástico, una resina a base de poliolefina, una resina a base de nylon y similares son aplicables a la lámina 11 de sellado, pero no está limitado  
15 particularmente a las mismas.

El sellado del daño abierto puede realizarse disponiendo muchas láminas 11 de sellado en el neumático, dado que la lámina 11 de sellado actúa al igual que las partículas 3a a 3c mencionadas anteriormente. En la realización de la figura 4, se muestran partículas de tamaño relativamente pequeño que tienen un diámetro inferior a 1 mm como partículas 3, pero las láminas 11 de sellado pueden disponerse en una mezcla de partículas que tienen diversos tamaños mostradas en la figura 3. Es decir, pueden disponerse cualquiera de, o todas, las partículas que tienen un diámetro no inferior a 1 mm pero inferior a 5 mm, partículas que tienen un diámetro no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm y láminas 11 de sellado en el neumático además de las partículas de tamaño relativamente pequeño que tienen un diámetro inferior a 1 mm.

25 Además, con el fin de disponer las láminas de sellado en el neumático, un método de cargar en el neumático cuando está montándose la llanta y antes del ajuste sobre el talón es sencillo, pero no se limita al mismo. El conjunto de neumático-llanta puede llenarse con las láminas de sellado previamente mezcladas con el grupo de partículas anterior tras el ajuste sobre el talón.

30 A continuación, se explicará en detalle el método de aplicar una presión interna dada a diversos conjuntos de neumático-llanta tal como se muestra en las figuras 1-4.

El conjunto de neumático-llanta que tiene la estructura mencionada anteriormente puede obtenerse llenando con partículas que contienen células, en las que se controla una presión interna de la célula cerrada hasta un intervalo dado a una presión del entorno superior a la presión atmosférica, el interior del conjunto de neumático-llanta a alta presión del entorno.

35 En primer lugar, las partículas que contienen células de forma sustancialmente esférica se producen mediante calentamiento y expansión de partículas de resina encapsuladas cada una con un agente de espumación tal como un gas licuado o similar. Tal como se muestra en la figura 5, un gran número de las partículas que contienen células así obtenidas se almacenan en un tanque 20 de almacenamiento resistente a la presión que se llena con un gas tal como nitrógeno o similar a mayor presión no inferior a 150 kPa, y un conjunto 21 de neumático-llanta está conectado al tanque 20 de almacenamiento a través de un medio de transferencia, y las partículas que contienen células dentro del tanque 20 de almacenamiento se transfieren al interior del conjunto 21 de neumático-llanta junto con el gas en el  
45 tanque para realizar el llenado con las partículas que contienen células.

Como medio de transferencia para las partículas que contienen células, puede mencionarse un método en el que el tanque 20 de almacenamiento está conectado a un orificio 21a de entrada dispuesto en el conjunto 21 de neumático-llanta a través de un conducto 22 y un conducto 23 que se extiende desde un orificio 21b de salida dispuesto en una posición separada por 180° del orificio 21a de entrada del conjunto 21 de neumático-llanta está conectado a una bomba 24 de diafragma tal como se muestra en la figura 5. En la trayectoria continua así formada, cuando se acciona la bomba 24 de diafragma para formar la corriente de succión mostrada mediante flechas en los conductos 22 y 23, las partículas que contienen células dentro del tanque 20 de almacenamiento pueden conducirse al interior del conjunto 21 de neumático-llanta.

55 En este caso, un filtro 25 que deja pasar el gas pero no deja pasar las partículas que contienen células está unido al orificio 21b de salida del conjunto 21 de neumático-llanta tal como se muestra en la figura 6, o un filtro 26 similar al anterior está dispuesto en una parte de conexión del conducto 23 tal como se muestra en la figura 7, mediante lo cual sólo se conduce el gas hacia el exterior del conjunto 21 de neumático-llanta y las partículas que contienen células pueden dejarse en el interior del conjunto 21 de neumático-llanta.

60 Por otro lado, un conducto 27 de una estructura de doble tubo tal como se muestra en la figura 8 está conectado al orificio 21a de entrada sin disponer el orificio 21b de salida en el conjunto 21 de neumático-llanta, mediante lo cual el gas y las partículas que contienen células pueden suministrarse a través de un tubo 27a interno y puede aspirarse el gas dentro del neumático a través de un tubo 27b externo.

65 En cualquier caso, el llenado con las partículas que contienen células se lleva a cabo mientras se aspira el gas dentro del neumático hacia el exterior, pero es posible realizar el llenado con las partículas que contienen células sin aspirar

## ES 2 304 426 T3

el gas dentro del neumático. Sin embargo, en caso de llenar con partículas que contienen células de pequeño tamaño que tienen un tamaño de partícula promedio no superior a 1 mm es deseable aspirar el aire dentro del neumático para evitar la obstrucción de los alrededores del orificio de entrada con tales partículas. La velocidad de transferencia de las partículas que contienen células puede cambiarse según la cantidad de succión.

5 Tal como se muestra mediante la flecha 28 en la figura 5, se conduce un gas descargado desde la bomba 24 de diafragma hacia el tanque 20 de almacenamiento para formar un sistema cerrado de manera anular de “tanque de almacenamiento -> conjunto de neumático-llanta -> tanque de almacenamiento -> ....”. En este caso, resulta ventajoso realizar el llenado con las partículas que contienen células mientras se mantiene el interior de un sistema de este tipo en un estado presurizado.

15 Es decir, cuando se llena el interior del conjunto de neumático-llanta con las partículas que contienen células comprimidas a mayor presión en el tanque 20 de almacenamiento, si se convierte la presión en el interior en la presión atmosférica, se acciona una fuerza de restablecimiento del volumen para empujar las partículas que contienen células sobre la cara interna del neumático y así se crea tensión en el neumático. Esta tensión de neumático es un factor de lo más importante que desarrolla varias prestaciones de neumático y desempeña el papel del aire en el neumático habitual.

20 Los inventores han tratado la fuerza de recuperación de las partículas que contienen células comprimidas y han realizado diversos estudios con respecto a un método de llenado con las partículas que contienen células que pueden proporcionar prestaciones como neumático de seguridad en el interior del conjunto de neumático-llanta mientras se utiliza la acción anterior para mantener las prestaciones requeridas como neumático, y como resultado se ha establecido el método anterior.

25 Además, el neumático que se ha llenado con las partículas que contienen células sin compresión no crea una tensión de cubierta, y tiene los siguientes inconvenientes.

30 En primer lugar, carece absolutamente de rigidez frente a entradas tales como fuerza de tracción, fuerza de frenado, fuerza lateral y similares en la marcha, de modo que el comportamiento del vehículo no puede estabilizarse y se dice que el neumático no es un neumático de seguridad.

35 En segundo lugar, la flexión frente a la carga se vuelve grande, y aumenta la cantidad de deformación de las partículas que contienen células en el neumático. Esto favorece la acumulación de calor basándose en la pérdida por histéresis de las partículas que contienen células pero también acelera la rotura o fluencia de las partículas que contienen células.

40 En la invención, preferiblemente hay dispuesto más de un orificio 21a de entrada para las partículas que contienen células y un orificio 21b de salida para el aire en exceso dentro del neumático mostrados en la figura 5. Además, es preferible que el orificio de entrada y el orificio de salida existan en posiciones simétricas de la circunferencia con respecto al eje de rotación del neumático. Esto se debe a que las partículas que contienen células tienden a llenarse (consolidarse) en las proximidades del orificio de entrada y el orificio de salida con alta densidad, de modo que la distribución del peso de las partículas que contienen células se hace no uniforme para producir el deterioro de la uniformidad del neumático. Esto induce la aparición de vibración durante la rotación del neumático, que produce el deterioro de la comodidad de viaje, estabilidad de la dirección y consumo de combustible. Como contramedida para solucionar este inconveniente, resulta eficaz disponer el orificio de entrada y el orificio de salida en posiciones simétricas con respecto al eje de rotación del neumático.

50 Como otro medio para mejorar la uniformidad, también es eficaz un método de llenar con las partículas que contienen células mientras se aplican vibraciones al neumático. Esto favorece el movimiento de las partículas que contienen células mediante la aplicación de vibraciones y se hace posible evitar la consolidación en una posición y particular y se espera que tenga el efecto de evitar la obstrucción en el interior del tubo con el polvo mediante la aplicación de vibraciones.

55 Además, la aplicación de vibraciones provoca el aumento de la densidad de llenado de las partículas que contienen células (reducción del volumen aparente) y existe la posibilidad de que se forme un espacio que no tiene partículas que contienen células en el interior del neumático. Por lo tanto, resulta ventajoso realizar la aplicación de vibraciones en el llenado.

60 Como procedimiento de aplicar vibraciones, puede usarse un dispositivo de sujeción que puede acoplar o desmontar sencillamente una tapa 31 de rueda fijada con un vibrador 30 de bolas fabricado por Exxen Corporation que hace rotar una bola de acero a través de aire comprimido hasta el conjunto 21 del neumático 1 y la llanta 2 tal como se muestra en la figura 9. Además, es posible usar una máquina de aplicación de vibración de tipo por impacto.

65 Tal medio de aplicación de vibración puede disponerse directamente sobre el conjunto de neumático-llanta como desmontable, o puede disponerse en un lado del aparato de llenado tal como un soporte 32 (véase la figura 9) que sujeta el conjunto de neumático-llanta o similar.

## ES 2 304 426 T3

Tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 10, el tanque 20 de almacenamiento para las partículas que contienen células comprende un primer tanque 20a y un segundo tanque 20b en los que se transfiere una cantidad dada de las partículas que contienen células medida desde el primer tanque 20a hacia el segundo tanque 20b y se llena el conjunto 21 de neumático-llanta con una cantidad de las partículas que contienen células pesadas con precisión desde el segundo tanque 20b. En este caso, el primer tanque 20a no es adecuado para la pesada precisa dado que es de gran tamaño para el almacenamiento de una gran cantidad del material, de modo que la función de pesada se proporciona preferiblemente por el segundo tanque 20b. Es decir, puede derivarse una cantidad de llenado precisa pesando previamente una cantidad dada de las partículas que contienen células, y transfiriéndolas al segundo tanque 20b, y midiendo un peso reducido mediante el llenado en el neumático. En este caso, tanto el llenado como la pesada se realizan colocando el segundo tanque 20b, por ejemplo, sobre una balanza 23 y realizando el llenado en tal estado.

Además, el tanque de almacenamiento tiene preferiblemente una función de cambio de la presión para ajustar una presión y un detector de presión. Es decir, es posible llenar con las partículas que contienen células ajustadas hasta una presión dada ajustando una presión dentro del tanque de almacenamiento a través de la función de cambio de la presión. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 11, se introduce un aire comprimido obtenido usando un compresor 34 de aire en el tanque 20 de almacenamiento a través de un regulador 35, y puede cambiarse la presión disponiendo una válvula 36 para escapes (válvula de escape) en el tanque 20 de almacenamiento.

Ya que siempre se suministra el gas ajustado a una presión deseada a través del regulador 35, aunque la presión caiga por escapes en el lado del tanque 20, la presión aumenta automáticamente hasta el valor deseado. Adicionalmente, es preferible disponer un filtro en la válvula 36 de escape de manera que no se mueven las partículas que contienen células hacia fuera desde el interior del tanque.

En el conjunto de neumático-llanta así obtenido, puede proporcionarse una tensión de cubierta necesaria al neumático. Es decir, se proporciona una tensión correspondiente a la presión interna del neumático disponiendo las partículas que contienen células en el interior del neumático en lugar de llenar el interior del neumático con aire, de modo que se establece un nuevo método de aplicación de la presión interna diferente del método convencional.

Puede proporcionarse un nuevo conjunto de neumático-llanta únicamente sometiendo cualquier neumático y cualquier llanta a un trabajo mínimo sin requerir que se cambie ni se controle la estructura del neumático. Aunque se someta el neumático en un conjunto de este tipo a un daño externo, por ejemplo, rodando por encima de un clavo o similar, no se produce fácilmente la caída de la tensión de cubierta como en el neumático habitual. Esto se debe a que cuando se produce daño externo en el neumático para disipar gas comprimido desde el interior del neumático hacia el exterior, cae la presión que rodea las partículas que contienen células, pero el volumen aumenta mediante la fuerza de recuperación de las partículas que contienen células comprimidas para crear de nuevo una tensión de cubierta. Por tanto, no aparece el estado de pinchazo como en el neumático convencional.

Incluso cuando el tamaño de las partículas que contienen células es pequeño, la probabilidad de que las partículas que contienen células salgan desde el daño externo hacia el exterior del neumático es muy baja, y no hay problema en las condiciones usadas habitualmente.

Ahora, los neumáticos son productos montados en vehículos a través de diversos mercados por sus fabricantes. Existe principalmente el caso de que el neumático se suministre por un fabricante de neumáticos a un fabricante de coches y se monte en un nuevo coche por el fabricante, y el caso de que un propietario del vehículo adquiera un neumático de un taller con venta de neumáticos, de modo que hay muchas partes que suministran neumáticos.

Puesto que se aplica una presión interna al neumático convencional a través de un medio tal como aire, es posible realizar el llenado con aire en cualquier sitio, de modo que la venta del propio neumático es suficiente como sistema de suministro de neumáticos. Sin embargo, el conjunto de neumático-llanta en el que la presión interna puede aplicarse llenando con las partículas que contienen células se basa en el llenado con las partículas que contienen células, de modo que se requiere establecer un sistema de suministro peculiar al neumático que se ha llenado con las partículas que contienen células.

Los inventores han investigado un medio de suministro adecuado para el neumático que se ha llenado con las partículas que contienen células y han encontrado el siguiente método de suministro y un método de mantenimiento que lo acompaña.

En primer lugar, los siguientes métodos (A)-(C) pueden adaptarse ventajosamente como método de suministro para el neumático que se ha llenado con las partículas que contienen células.

(A) En el transcurso de transferir el conjunto de neumático-llanta que se ha llenado con las partículas que contienen células a su parte de suministro, el interior del conjunto de neumático-llanta que incluye las partículas que contienen células se ajusta hasta una presión dada. Este método es adecuado para un caso en el que se promete un tiempo suficiente para convertir la presión interna de la(s) célula(s) cerrada(s) en las partículas que contienen células en una presión interna dada hasta la llegada a la parte de suministro, por ejemplo, el caso en el que la parte de suministro está en una ubicación remota, particularmente el caso en el que el conjunto de neumático-llanta se exporta a diversos países extranjeros.

## ES 2 304 426 T3

(B) Después de ajustar el interior del conjunto de neumático-llanta que se ha llenado con las partículas que contienen células hasta una presión dada, se transfiere tal conjunto de neumático-llanta a una parte de suministro. Este método es adecuado para el caso en el que hay una alta posibilidad de que el almacenamiento del conjunto de neumático-llanta sea posible a lo largo de un periodo constante al menos hasta que la presión interna de la(s) célula(s) cerrada(s) en las partículas que contienen células alcance una presión dada y posteriormente un usuario de neumáticos tome inmediatamente y utilice tal conjunto de neumático-llanta.

(C) Las partículas que contienen células se transfieren a una parte de suministro para el conjunto de neumático-llanta en un estado almacenado en un entorno a una presión dada, y luego se llena con las partículas que contienen células en las que se mantiene una presión dentro de la(s) célula(s) cerrada(s) a una presión dada el interior de los conjuntos de neumático-llanta que existen en la parte de suministro o conjuntos de neumático-llanta transferidos aparte de las partículas que contienen células en el lado de la parte de suministro. Es decir, el llenado con las partículas que contienen células se realiza en la parte de suministro. Por ejemplo, cuando las partículas que contienen células se transfieren a un taller con venta de neumáticos en un estado de almacenamiento en un entorno de alta presión, también es posible llenar con las partículas que contienen células un conjunto de neumático-llanta previamente montado en un vehículo, es decir conjuntos de neumático-llanta activos, mediante lo cual es posible adaptar de nuevo el neumático convencional como un neumático de seguridad. Este método es adecuado para un caso en el que un usuario de neumáticos desea tomar y utilizar un conjunto de neumático-llanta según la invención en el sitio, en el que el usuario de neumáticos puede seleccionar libremente una combinación de una clase de neumático, un tamaño y diseño de una rueda, etcétera.

Adicionalmente, incluso cuando el usuario de neumáticos tiene previamente el conjunto de neumático-llanta o toma sólo o bien un neumático o bien una llanta, es posible suministrar el conjunto de neumático-llanta según la invención, de modo que el método anterior puede satisfacer diversas necesidades de los consumidores.

A continuación, se describirá una realización de un mantenimiento por el cliente con respecto a un conductor para un vehículo en el que se han montado conjuntos de neumático-llanta suministrados según cualquiera de los métodos (A) a (C) de suministro anteriores.

En la ejecución de este mantenimiento, en primer lugar se dispone un detector de presión interna en el conjunto de neumático-llanta, mientras que se requiere que un vehículo esté equipado con un equipo terminal para transmitir información particular incluyendo información sobre la posición e información con respecto a problemas de los neumáticos, tal como un aparato de radio, PHS, un teléfono móvil dotado con una función de GPS (sistema de posicionamiento global), un sistema de navegación o similar.

Además, como la “información particular” usada en el presente documento, se mencionan la presión interna de un neumático, posición del vehículo, clase de vehículo, tamaño de neumático, posición de montaje de un neumático que produce problemas, etcétera.

Cuando se detecta una caída anómala de la presión interna por el detector de presión interna, se transmite la información particular desde el equipo terminal. Es preferible transmitir automáticamente esta información.

Luego, la información particular transmitida se transmite a través de una sección de control de la comunicación tal como líneas telefónicas, comunicaciones por satélite o similares a un servidor de control de la información que tiene una sección de base de datos previamente almacenada con una información de la posición de talleres de mantenimiento para vender y reparar neumáticos tales como una red de mantenimiento de neumáticos.

El servidor de control de la información que recibe la información recoge una información sobre talleres de mantenimiento en una zona situando al vehículo desde la sección de base de datos y transmite la información sobre talleres de mantenimiento recogida a través de la sección de control de la comunicación.

La información sobre talleres de mantenimiento transmitida se recibe por el equipo terminal, y la información sobre talleres de mantenimiento recibida se transmite a un conductor por medio de un medio de transmisión de la información dotado en el vehículo junto con una alarma sobre la caída de la presión interna del neumático. Como resultado, el conductor puede conocer fácilmente el taller de mantenimiento más próximo tal como un taller con venta de neumáticos o una fábrica con reparación de neumáticos a partir de la información transmitida y rápidamente puede ir directamente al taller de mantenimiento más próximo.

Como medio de transmisión de la información, se mencionan un medio de visualización tal como monitor o similar, un medio acústico tal como voz o similar, etcétera. Particularmente, en un caso de un vehículo dotado con el sistema de navegación, la posición del taller de mantenimiento más próximo puede visualizarse en un mapa.

Además, el servidor de control de la información puede transmitir la información particular del vehículo al taller de mantenimiento más próximo recogido a través de la sección de control de la comunicación. En este caso, existe la ventaja de que un operario en tal taller de mantenimiento puede esperar la llegada del vehículo en un estado en el que las partículas que contienen células que compensan la caída de la presión interna están comprimidas a una presión dada.

## ES 2 304 426 T3

Los siguientes ejemplos se facilitan en la ilustración de la invención y no se pretende que sean limitaciones de la misma.

### 5 Ejemplos 1-12, ejemplos comparativos 1-4

Se preparan conjuntos de neumáticos para coches de pasajeros que tienen un tamaño de neumático de 175/70R13 con una llanta que tiene un tamaño de 5Jx13 y conjuntos de neumáticos de seguridad para camiones y autobuses que tienen un tamaño de neumático de 11R22.5 con una llanta que tiene un tamaño de 750 x 22,5 aplicando partículas que tienen diversas especificaciones mostradas en las tablas 1 y 2 a un neumático que tiene una estructura mostrada en la figura 1, tal como se muestra en las mismas tablas. En el presente documento, el neumático 1 es según la estructura general del tamaño y clase de neumático de interés. Además, en la tabla 3 se muestra una clase de una composición de resina que constituye una fase continua de las partículas de las tablas 1 y 2. Las partículas de resina que encapsulan un componente gaseoso en las mismas tal como se muestra en la tabla 3 se calientan y se expanden para formar partículas, y se cargan las partículas así obtenidas en el interior del neumático con diversos pesos específicos aparentes medios tal como se muestra en las tablas 1 y 2. De manera similar, en la tabla 4 se muestra una clase de caucho para una capa de revestimiento interior.

En el presente documento, el volumen interno del neumático en las tablas 1 y 2 está definido por el volumen encerrado por el neumático y la llanta. Por lo tanto, el volumen interno del neumático puede determinarse a partir de un aumento del peso montando el neumático sobre la llanta y llenando con un fluido no compresible que tiene un peso específico conocido tal como agua en el interior del mismo, de modo que se usa agua en este momento.

Además, se mide una cantidad en volumen de las partículas usadas a presión atmosférica según la siguiente ecuación.

$$\text{Cantidad en volumen de partículas usadas a presión atmosférica} = \text{peso total de partículas con las que se llena el neumático} / \text{peso específico aparente medio de las partículas a presión atmosférica}$$

Con respecto a los neumáticos así obtenidos, se mide la cantidad de flexión del neumático antes y después de una prueba de tambor a lo largo de una distancia de 5000 km en condiciones en las que el neumático de seguridad para coches de pasajeros se hace rodar a una velocidad de 90 km/h bajo una carga de 3,53 kN y el neumático de seguridad para camiones y autobuses se hace rodar a una velocidad de 60 km/h bajo una carga de 26,46 kN, y el desplazamiento por flexión antes y después de la prueba del tambor (altura del neumático antes de la marcha bajo carga - altura del neumático tras la marcha bajo carga) está representado por un índice basado en que la altura del neumático antes de la marcha bajo carga es de 100. Cuanto menor sea el valor del índice, mejor será el resultado.

Ahora, llevar la carga significa que existe en el interior del neumático una fuerza duradera frente a la fuerza externa. Esta fuerza se desarrolla por el aire existente dentro del neumático en el neumático convencional, mientras que se desarrolla por las partículas con las que se llena el interior del neumático y el gas existente en los espacios alrededor de las partículas en el neumático según la invención. Cuando ambas se enfrentan entre sí, el neumático mantiene su forma original y no produce problemas en la marcha, pero a medida que la fuerza del interior del neumático disminuye por el aire que se escapa del interior, el neumático se deforma gradualmente mediante una fuerza exterior para producir un fenómeno de flexión. El escape de aire del interior significa que el aire con el que se llena el interior del neumático se escapa hacia el exterior del neumático en el caso del neumático convencional, y significa que en el caso del neumático según la invención, un gas se escapa del interior de la célula en las partículas hacia el exterior de la partícula o el espacio alrededor de la partícula y el gas que existe originalmente en los espacios alrededor de las partículas se escapan hacia el exterior del neumático.

Por lo tanto, en la invención se mide una razón creciente de la cantidad de flexión en el neumático como una indicación de un cambio de la capacidad de soporte de carga del neumático.

Además, el neumático para coches de pasajeros tras la prueba de tambor anterior se monta en un coche de pasajeros de la clase de 1500 cc y se hace pasar un clavo que tiene un diámetro de 3 mm y una longitud de 3 cm a través del relieve del neumático desde el exterior de un relieve del neumático para formar un daño externo, y entonces se hace rodar el coche en el recorrido de un circuito de pruebas a una velocidad de 90 km/h con una capacidad de carga correspondiente al peso de cuatro ocupantes a lo largo de una distancia máxima de 300 km, durante la cual se realiza una distancia de marcha posible no inferior a 200 km. Por otro lado, el neumático para camiones y autobuses tras la prueba de tambor anterior se somete a daño externo haciendo pasar un clavo que tiene un diámetro de 5 mm y una longitud de 8 cm desde el exterior del relieve del neumático a través del relieve del neumático, y entonces se monta en un camión, que se hace rodar en el recorrido de un circuito de pruebas a una velocidad de 60 km/h bajo una carga del 100% a lo largo de una distancia máxima de 100 km, durante la cual se realiza una distancia de marcha posible no inferior a 40 km.

Estos resultados medidos se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
Clase de composición que constituye las partículas huecas	-	Nº 1	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 7
Cantidad en volumen de partículas huecas usada a presión atmosférica (l) (*1)	-	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9
Clase de componente gaseoso en la célula	-	propano	propano	ciclo-propano	hexano	nitrogeno	nitrogeno	isobutano	isopentano	isobutano
Peso específico aparente medio (g/cc)	-	0,05	0,05	0,06	0,095	0,11	0,06	0,022	0,019	0,023
Presión interna del neumático inicial (presión de gas alrededor de partículas huecas: kPa) (*2)	300	140	150	180	200	200	250	300	300	300
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
Razón de cantidad de flexión que cambia antes y después de la prueba de tambor	2,2	5,3	4,7	3,6	2,5	2,7	2,1	1,6	1,6	1,6
Distancia de marcha posible tras el daño del neumático (km) (*3)	rotura del neumático a 1,3 km	problemas a 170 km	problemas a 220 km	problemas a 255 km	problemas a 205 km	problemas a 175 km	problemas a 240 km	marcha completa de 300 km	marcha completa de 300 km	marcha completa de 300 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 21 litros, tamaño: 175/70R13 + llanta: 5J-13

(\*2) La presión interna del neumático se ajusta mientras se evita el escape de partículas mediante un filtro tras llenar el neumático con las partículas huecas.

(\*3) Distancia de marcha no inferior a 200 km.

Tabla 2

	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
Clase de composición que constituye las partículas huecas	-	Nº 1	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Cantidad en volumen de partículas huecas usada a presión atmosférica (l) (*1)	-	114	114	114	114	114
Clase de componente gaseoso en la célula	-	propano	nitrógeno	isobutano	isopentano	isobutano
Peso específico aparente medio (g/cc)	-	0,05	0,06	0,022	0,019	0,023
Presión interna del neumático inicial (presión de gas alrededor de partículas huecas: kPa) (*2)	800	900	800	800	800	800
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	A	A	A	A
Razón de cantidad de flexión que cambia antes y después de la prueba de tambor	5,4	4,7	5,1	5,2	5,2	5,1
Distancia de marcha posible tras el daño del neumático (km) (*3)	rotura del neumático a 1,0 km	problemas a 42 km	problemas a 54 km	problemas a 60 km	problemas a 56 km	problemas a 51 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 21 litros, tamaño: 11R22.5, llanta: 750 x 22,5

(\*2) La presión interna del neumático se ajusta mientras se evita el escape de partículas mediante un filtro tras llenar el neumático con las partículas huecas.

(\*3) Distancia de marcha no inferior a 40 km.



Tabla 3

Nº	Nombre del compuesto de la fase continua	Fabricante	Marca comercial	Componente gaseoso incluido en la célula	Peso específico aparente medio (g/cc)
1	polímero de acrilonitrilo	-	producto de ensayo	propano	0,05
2	copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo	-	producto de ensayo	ciclopropano	0,06
3	terpolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo	-	producto de ensayo	hexano	0,095
4	copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo	-	producto de ensayo	azodicarbonamida	0,11
5	copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo	-	producto de ensayo	azodicarbonamida	0,06
6	copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo	Aquzo-Novel Corp.	EXPANCEL 053	isobutano	0,022
7	terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/metacrilonitrilo	Aquzo-Novel Corp.	EXPANCEL 091	isopentano	0,019
8	copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo	Aquzo-Novel Corp.	EXPANCEL 461	isobutano	0,023

ES 2 304 426 T3

TABLA 4

5	Clase de caucho de revestimiento interior	A	B
	Nylon 11 (fabricado por Atochem. Co. Ltd.: Rilsan BMNO)	-	8
10	Copolímero de nylon 6/66 (fabricado por Toray Industries Inc.: Amilan CM6001)	-	32
	Copolímero de nylon 6/66 (fabricado por Toray Industries Inc.: Amilan CM6041)	-	
15	Br-IPMS (Exxon Chemical Co., Ltd.: EXXPRO 89-4)	-	60
	HNBR (Nippon Zeon Co., Ltd.: Zetpol 1020)	-	
20	ENR (fabricado en Malasia: caucho natural epoxidado al 50%)	-	
	NR	-	
	BR	-	
25	Caucho de butilo (JSR BUTYL 065)	100	
	Negro de carbón (Tokai Carbon, Co., Ltd. Seast V)	70	
	Aceite para husillos	11	
30	Ácido esteárico	0,5	0,6
	Estearato de zinc		1,2
	MAGNESIUM OXIDE (Kamishima Kagaku Kogyo Co., Ltd.)	1,0	
35	Acelerador DM (Kawaguchi Kagaku Kogyo Co., Ltd. ACCEL DM)	1,0	
	Resina de cumarona-indeno (Mitsubishi Chemical Corp., Cumarone NG)	10,0	
40	Blanco de zinc	0,5	0,3
	Acelerador M (Ouchi-Shinko Chemical Co., Ltd. NOCCELER M)		
	Acelerador TT (Ouchi-Shinko Chemical Co., Ltd. NOCCELER TT)		
45	Acelerador DPG (Ouchi-Shinko Chemical Co., Ltd. NOCCELER D,D-T)	0,1	
50	Acelerador de la vulcanización (Ouchi-Shinko Chemical Co., Ltd. NOCCELER NS-F)		
	Azufre en polvo	1,0	
55	Método de carga del agente de reticulación	Molienda del caucho	Molienda del caucho
	Razón de gelificación (%)		83
60	Constante de permeación al gas ( $10^{-12}$ cc•cm/cm <sup>2</sup> •seg•cmHg)	200	11

Medición de la constante de permeación al gas:

Modelo MT-C3 fabricado por Toyo Seiki Seisakusho

65 Norma JIS K7126 (1987)

(Método de prueba (método A) de permeación al gas en lámina y película de plástico).

## ES 2 304 426 T3

Ejemplos 13-23, ejemplos comparativos 6, 8, 10

5 Se preparan conjuntos de neumáticos de seguridad para coches de pasajeros que tienen un tamaño de neumático de 205/60R15 con una llanta que tiene un tamaño de 6Jx15 aplicando partículas que tienen diversas especificaciones mostradas en la tabla 5 a un neumático que tiene una estructura mostrada en la figura 1, tal como se muestra en la misma tabla. Además, se preparan conjuntos de neumáticos para camiones y autobuses que tienen un tamaño de neumático de 11R22.5 con una llanta que tiene un tamaño de 750 x 22,5 aplicando partículas que tienen diversas especificaciones mostradas en la tabla 6, tal como se muestra en la misma tabla. En el presente documento, el neumático 1 es según la estructura general de clase y tamaño del neumático de interés. Además, en la tabla 3 anterior se muestra una clase de 10 una composición de resina que constituye una fase continua de las partículas de las tablas 5 y 6 3. Las partículas de resina que encapsulan un componente gaseoso en las mismas, tal como se muestra en tabla 3, se calientan y expanden para formar partículas, y las partículas así obtenidas se cargan en el interior del neumático a razones de llenado en volumen mostradas en las tablas 5 y 6. De manera similar, en la tabla 4 anterior se muestra una clase de caucho para una capa de revestimiento interior.

15 Con respecto a los neumáticos así obtenidos, se mide la cantidad de flexión del neumático de la misma manera que en el ejemplo 1, a partir de lo cual se representa el desplazamiento por flexión antes y después de la prueba de tambor (altura del neumático antes de la marcha bajo carga - altura del neumático tras la marcha bajo carga) mediante un índice basado en que la altura del neumático antes de la marcha bajo carga es de 100. Cuanto menor es el valor del índice, mejor es el resultado. Además, se mide una distancia de marcha posible después de que cada uno de los neumáticos tras la prueba de tambor se somete a un daño externo haciendo pasar un clavo dado desde el exterior del relieve del neumático a través del relieve del neumático de la misma manera que en el ejemplo 1.

25 Los resultados medidos también se muestran en las tablas 5 y 6.

Debe observarse que en el presente documento no hay ejemplos comparativos con los números 5, 7, 9 u 11.

30

(Tabla pasa a página siguiente)

35

40

45

50

55

60

65

Tabla 5

	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19
Clase de composición que constituye las partículas huecas	-	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Cantidad en volumen de partículas huecas usada a presión atmosférica (l)	-	22,80	30,40	36,48	24,32	33,44	33,44	45,60
Clase de componente gaseoso en la célula	-	propano	ciclo-propano	hexano	nitrógeno	isobutano	isopentano	isobutano
Razón de llenado en volumen de las partículas huecas (%) (*1)	-	75	100	120	80	110	110	150
Contenido del componente que tiene un peso específico no inferior a 0,79 en todas las partículas huecas (% en masa)	-	16,0	16,2	16,2	16,1	16,3	16,3	16,3
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	A	A	B	B	B	B
Presión interna del neumático inicial (kPa) (*2)	300	300	300	300	150	280	270	270
Razón de cantidad de flexión creciente antes y después de la prueba de tambor	2,3	2,3	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	2,7
Distancia de marcha posible tras el daño del neumático (km) (*3)	rotura del neumático a 1,5 km	marcha completa de 300 km	marcha completa de 300 km	problemas a 250 km	marcha completa de 300 km	problemas a 285 km	problemas a 260 km	problemas a 225 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 30,4 litros

(\*2) La presión interna del neumático se ajusta mientras se evita el escape de partículas mediante un filtro tras llenar el neumático con las partículas huecas.

(\*3) Distancia de marcha no inferior a 200 km.

Tabla 6

	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo 23
Clase de composición que constituye las partículas huecas	-	Nº 1	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Cantidad en volumen de partículas huecas usada a presión atmosférica (l)	-	90	102	120	144
Clase de componente gaseoso en la célula	-	propano	isobutano	isopentano	isobutano
Razón de llenado en volumen de las partículas huecas (%) (*1)	-	75	85	100	120
Contenido del componente que tiene un peso específico no inferior a 0,79 en todas las partículas huecas (% en masa)	-	16,0	16,2	16,2	16,1
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	A	A	A
Presión interna del neumático inicial (kPa) (*2)	800	800	800	800	800
Razón de cantidad de flexión creciente antes y después de la prueba de tambor	5,2	4,7	4,8	4,5	4,2
Distancia de marcha posible tras el daño del neumático (km) (*3)	rotura del neumático a 1,0 km	problemas a 60 km	problemas a 65 km	problemas a 56 km	problemas a 43 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 120 litros, tamaño: 11R22.5, llanta: 750 x 22,5

(\*2) La presión interna del neumático se ajusta mientras se evita el escape de partículas mediante un filtro tras llenar el neumático con las partículas huecas.

(\*3) Distancia de marcha no inferior a 40 km.

## ES 2 304 426 T3

Ejemplos 24-33, ejemplo comparativo 10

### *Medición de la temperatura de inicio de la expansión térmica en las partículas*

5 Una temperatura de inicio de la expansión térmica en la tabla 8 es una temperatura en el aumento del desplazamiento cuando se mide el desplazamiento de expansión en las siguientes condiciones.

Instrumento: Nishizawa PERKIN-ELMER Serie 7

10

#### *Sistema de análisis térmico*

Condiciones de medición: velocidad de aumento de la temperatura de 10°C/min, temperatura al inicio de la medición de 25°C, temperatura a la finalización de la medición de 200°C

15

Cantidad física medida: medición del desplazamiento de expansión por el calentamiento.

Los resultados medidos en la temperatura de inicio de la expansión térmica de cada una de las partículas usadas en la invención se muestran en la tabla 8.

20

### *Medición del volumen interno del conjunto de neumático-llanta*

La medición del volumen interno del conjunto de neumático-llanta se explica según los siguientes procedimientos.

25

#### Procedimiento 1-1

Se llena el conjunto de neumático-llanta con un fluido no compresible que tiene un peso específico conocido, tal como agua, a presión atmosférica mientras se mantiene el estado de no aplicar una carga al mismo, y se mide el peso tras el llenado para obtener un volumen  $V_0$  interno inicial (litros) del conjunto de neumático-llanta.

30

Mediante el procedimiento anterior se determina un volumen interno del conjunto de neumático-llanta a presión atmosférica como la presión interna de un neumático en un estado sin carga.

35

#### Procedimiento 2-1

Se llena el conjunto de neumático-llanta con aire a temperatura ambiente mientras se mantiene el estado de no aplicar carga para obtener una presión  $P_2$  interna dada. En este momento, se expande el neumático mediante la presión interna, y así el volumen  $V_2$  interno a la presión interna dada aumenta en comparación con el volumen  $V_0$  interno inicial.

40

#### Procedimiento 2-2

Se mide un volumen  $V_1$  de aire descargado abriendo una válvula de neumático a presión atmosférica mediante un caudalímetro de integración. En este momento, el neumático expandido hasta  $V_2$  mediante la presión interna vuelve al volumen  $V_0$  interno inicial. Además, se usan un medidor de gas DCDRY DC-2C y un contador inteligente SSF, fabricados por Shinagawa Seiki Co., Ltd. como caudalímetro de integración.

50

#### Procedimiento 2-3

Se determina el volumen interno del neumático a la presión interna dada mediante la siguiente ecuación (1):

55

$$P_1 \times (V_0 + V_1) = P_2 \times V_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

60 en la que  $V_0$  = volumen interno inicial de conjunto de neumático-llanta (litros)

$P_1$  = presión atmosférica (presión absoluta: kPa)

$V_1$  = volumen de aire a presión atmosférica (litros)

65

$P_2$  = presión interna dada (presión absoluta: kPa)

$V_2$  = volumen interno del conjunto de neumático-llanta fijado a la presión interna dada sin carga (litros)

## ES 2 304 426 T3

Mediante el procedimiento anterior se determina un volumen interno del conjunto de neumático-llanta en cada presión interna sin carga.

### 5 Procedimiento 3-1

Se llena el conjunto de neumático-llanta con aire a temperatura ambiente mientras se mantiene el estado de no aplicar carga para obtener una presión  $P_2$  interna dada.

### 10 Procedimiento 3-2

Se empuja el conjunto de neumático-llanta sobre una superficie de carretera o similar bajo una carga dada para medir una presión  $P_3$  interna mediante un detector de presión. Puesto que el neumático se flexiona aplicando la carga anterior, el volumen  $V_3$  interno del conjunto de neumático-llanta en el estado con carga disminuye en comparación con el volumen  $V_2$  interno del conjunto de neumático-llanta en un estado de no aplicar la carga. Mediante una acción de reducción de este tipo del volumen interno, aumenta la presión  $P_3$  interna del neumático en el estado con carga en comparación con la presión  $P_2$  interna del neumático en un estado de no aplicar la carga. Además, se usa un transductor de presión con un amplificador PA-400-353G, fabricado por Copal Denshi Co., Ltd., como detector de presión.

### Procedimiento 3-3

25 Se determina un volumen  $V_3$  interno del conjunto de neumático-llanta bajo la carga dada mediante el volumen  $V_2$  interno del conjunto de neumático-llanta a la presión interna dada en el estado de no aplicar la carga determinado según los procedimientos 2-1 a 2-3 y la siguiente ecuación (2):

$$30 \quad P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

en la que  $P_2$  = presión interna dada (presión absoluta: kPa)

$V_2$  = volumen interno del conjunto de neumático-llanta fijado a una presión interna dada sin carga (litros)

35  $P_3$  = presión interna del neumático cuando se aplica una carga dada al neumático fijado a la presión interna dada (presión absoluta: kPa)

40  $V_3$  = volumen interno del conjunto de neumático-llanta cuando se aplica una carga dada al neumático fijado a la presión interna dada (litros).

Mediante los procedimientos anteriores se determina un volumen interno del conjunto de neumático-llanta a cada presión interna bajo una carga. Los resultados medidos sobre el volumen interno del conjunto de neumático-llanta a cada presión interna bajo cada carga se muestran en la tabla 9.

### Inspección de los efectos en un neumático

50 Se preparan conjuntos de neumáticos de seguridad para coches de pasajeros que tienen un tamaño de neumático de 175/70R13 con una llanta que tiene un tamaño de 5Jx13 aplicando partículas que tienen diversas especificaciones mostradas en la tabla 7 a un neumático que tiene una estructura mostrada en la figura 1, tal como se muestra en la misma tabla. En el presente documento, el neumático 1 es según la estructura general de clase y tamaño del neumático de interés. Además, en la tabla 8 se muestra una clase de una composición de resina que constituye una fase continua de la partícula de la tabla 7. Las partículas de resina que encapsulan un componente gaseoso en las mismas, tal como se muestra en la tabla 8, se calientan y se expanden para formar partículas, y las partículas así obtenidas se cargan en el interior del conjunto de neumático-llanta en cantidades de llenado en volumen mostradas en la tabla 7. Además, en la tabla 4 anterior se muestra una clase de caucho para una capa de revestimiento interior.

60 Entonces, se llena el conjunto de neumático-llanta para coches de pasajeros con gas nitrógeno para ajustar la presión interna a 200 kPa, y se mantiene tal presión interna a temperatura ambiente durante 20 días. Se monta el neumático de prueba así obtenido en un coche de pasajeros de la clase de 1500 cc, y después se evalúa la comodidad de viaje frente a las vibraciones a una presión interna habitual por un conductor profesional en una escala de 10 puntos. En los resultados de la evaluación, cuanto mayor es la puntuación, mejor es el resultado.

65 Posteriormente, se fija el coche de pasajeros de la clase de 1500 cc a una capacidad de carga correspondiente al peso de cuatro ocupantes y se monta el neumático de prueba en la rueda delantera izquierda del mismo para medir un peso por eje en la rueda delantera izquierda de este vehículo. Como resultado, el peso por eje de la rueda

## ES 2 304 426 T3

delantera izquierda es de 3,92 kN. Tras hacer pasar cuatro clavos, que tienen cada uno un diámetro de 5,0 mm y una longitud de 50 mm, desde una superficie de relieve del neumático del neumático de prueba hacia el interior del mismo en lugares para confirmar la caída de la presión interna del neumático hasta la presión atmosférica, se hace rodar un neumático de este tipo en el recorrido de un circuito de pruebas a una velocidad de 90 km/h, durante el cual se miden continuamente la temperatura dentro del conjunto de neumático-llanta y la presión en los espacios alrededor de las partículas para examinar el estado de desarrollo de una función de recuperación de la presión interna. En el conjunto de neumático-llanta que va a evaluarse, se incorpora un detector de presión interna que monitoriza la presión interna en una cara interna de la llanta, y se transmiten señales sobre los datos medidos de la presión interna usando un telémetro habitualmente utilizado y se reciben por un receptor dispuesto en el interior del vehículo para medir un cambio de la presión interna. Los resultados medidos también se muestran en la tabla 7.

Además, se mide la resistencia a la rodadura mediante un método de inercia, en el que se lleva a cabo una prueba en condiciones en las que la presión interna del neumático es de 170 kPa, la carga es una carga al 100% según las normas JIS y la temperatura de inicio de la inercia es de 100 km y se determina el trabajo realizado correspondiente a la resistencia a la rodadura del neumático a partir de una curva de reducción de la velocidad de un tambor inercial. Los resultados medidos se representan mediante un índice basado en que el neumático del ejemplo comparativo 10 es de 100. Cuanto menor es el valor del índice, menor es la resistencia a la rodadura. Estos resultados también se muestran en la tabla 7.

(Tabla pasa a página siguiente)



Tabla 7-1

	Ejemplo comparativo 10	Ejemplo 24	Ejemplo 25	Ejemplo 26	Ejemplo 27
Clase de composición de resina espumable	-	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Volumen de partículas con que se llena a presión atmosférica (litros)	-	20,5	19,3	18,7	18,0
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	A	A	A
Índice de resistencia a la rodadura	100	100	100	100	100
Punto de evaluación de la comodidad de viaje frente a las vibraciones	5,0	6,5+	6,5	6,0+	6,0
Estado de marcha tras el daño del neumático					
Temperatura dentro del neumático al inicio de la marcha (°C)	-	27	28	28	27
Presión dentro del neumático al inicio de la marcha (kPa)	-	0	0	0	0
Temperatura máxima dentro del neumático durante la marcha (°C)	-	155	152	148	145
Presión máxima dentro del neumático durante la marcha (kPa)	-	215	208	185	154
Desarrollo de la función de recuperación de la presión interna (presencia/ausencia)	-	presencia	presencia	presencia	presencia
Distancia en marcha posible (km)	6	300	275	253	219

Tabla 7-2

	Ejemplo 28	Ejemplo 29	Ejemplo 30	Ejemplo 31	Ejemplo 32	Ejemplo 33
Clase de composición de resina espumable	Nº 5	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
Volumen de partículas con que se llena a presión atmosférica (litros)	17,7	15,9	21,8	22,1	22,3	22,4
Clase de caucho de revestimiento interior	A	A	B	B	B	B
Índice de resistencia a la rodadura	100	100	100	100	100	104
Punto de evaluación de la comodidad de viaje frente a las vibraciones	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5+
Estado de marcha tras el daño del neumático						
Temperatura dentro del neumático al inicio de la marcha (°C)	27	27	28	27	28	27
Presión dentro del neumático al inicio de la marcha (kPa)	0	0	0	0	0	0
Temperatura máxima dentro del neumático durante la marcha (°C)	142	141	156	152	158	156
Presión máxima dentro del neumático durante la marcha (kPa)	125	94	221	208	224	228
Desarrollo de la función de recuperación de la presión interna (presencia/ausencia)	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia
Distancia en marcha posible (km)	171	83	300	300	300	300

Tabla 8

Nº	Nombre del compuesto de la fase continua	Fabricante	Marca comercial	Temperatura de inicio de la expansión térmica (°C)	Contenido del componente de precipitación que tiene un peso específico no inferior a 0,79 (% en masa)	Componente gaseoso incluido en la célula
1	polímero de acrilonitrilo	-	producto de ensayo	125	8	propano
2	copolímero de acrilonitrilo /metacrilonitrilo	Matsumoto Yushi Seiyaku Co., Ltd.	F-77	108	5	isobutano / isooctano
3	copolímero de acrilonitrilo /metacrilonitrilo	Matsumoto Yushi Seiyaku Co., Ltd.	F-79	117	6	isobutano / isooctano / isopentano
4	copolímero de metacrilato de metilo /acrilonitrilo	Aquzo-Novel Corp.	EXPANCEL 053	101	16	isobutano
5	terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/ metacrilonitrilo	Aquzo-Novel Corp.	EXPANCEL 091	128	15	isopentano

# ES 2 304 426 T3

TABLA 9

*Presión interna designada en el vehículo: 200 kPa  
Carga por eje del vehículo: 3,92 Kn  
Tamaño de neumático: 175/70R13, tamaño de llanta: 5J-13*

	Presión interna en la medición del volumen interno (kPa)	Carga medida (kN)	Volumen interno del conjunto de neumático-llanta (litros)
Volumen $V_0$ interno inicial	0	0	21,3
$V_2$	200	0	22,7
$V_3$ (valor del límite superior - 1)	200	3,92	22,4
$V_3$ (valor del límite superior - 2)	200	4,70	22,3
$V_3$ (valor del límite superior - 3)	200	5,88	22,1
$V_3$ (valor del límite superior - 4)	200	7,84	21,8
$V_3$ (valor del límite inferior - 1)	0	7,84	15,9 (correspondiente al 90% de 17,7 litros)
$V_3$ (valor del límite inferior - 2)	0	7,84	17,7
$V_3$ (valor del límite inferior - 3)	20	7,84	18,0
$V_3$ (valor del límite inferior - 4)	60	7,84	18,7
$V_3$ (valor del límite inferior - 5)	80	7,84	19,3
$V_3$ (valor del límite inferior - 6)	100	7,84	19,9

Ejemplos 34-36, ejemplo comparativo 12

Se preparan conjuntos de neumáticos para coches de pasajeros que tienen un tamaño de neumático de 175/70R13 con una llanta que tiene un tamaño de 5Jx13 aplicando partículas que tienen diversas especificaciones mostradas en la tabla 10 a un neumático que tiene una estructura mostrada en la figura 1, tal como se muestra en la misma tabla. En el presente documento, el neumático 1 es según la estructura general de clase y tamaño del neumático de interés. Además, se muestra en la tabla 11 la clase de la partícula de la tabla 10. Las partículas de resina que encapsulan un componente gaseoso en las mismas, tal como se muestra en la tabla 11, se calientan y expanden para formar partículas, y las partículas así obtenidas, o además una lámina de sellado de polietileno de baja densidad de 2 cm x 2 cm x 60  $\mu\text{m}$ , se cargan en el interior del neumático a diversos volúmenes mostrados en la tabla 10, y posteriormente se ajusta la presión interna del neumático hasta 350 kPa. Además, se incorpora un detector que monitoriza la presión interna en la llanta, y se transmiten señales sobre los datos medidos de la presión interna usando un telémetro habitualmente utilizado y se reciben por un receptor para medir un cambio de la presión interna.

Entonces, el conjunto de neumático-llanta para coches de pasajeros así obtenido se monta en un coche de pasajeros de la clase de 1500 cc. En primer lugar, se evalúa la comodidad de viaje frente a las vibraciones a la presión interna habitual por un conductor profesional como una escala de 10 puntos. En el resultado de la evaluación, cuanto mayor es la puntuación, mejor es el resultado.

Además, se fija una placa de hierro con 10 clavos soldados a intervalos iguales que tienen cada uno un diámetro de 3,0 mm y una longitud de 50 mm sobre una superficie de carretera del recorrido de un circuito de pruebas, y una vez que el coche pasa sobre la placa de hierro a una velocidad de 90 km/h con una capacidad de carga correspondiente al peso de cuatro ocupantes para hacer pasar las ruedas delantera y trasera del lado derecho del coche sobre los clavos

## ES 2 304 426 T3

para crear así daños en el neumático, se evalúa la propiedad de dirección mediante una escala de tres fases en una situación de caída de la presión interna mientras se mide el intervalo de tiempo desde que se pasa a través de la placa de hierro anterior y la presión interna dentro del neumático. Es decir, se lleva a cabo la medición rodando a una velocidad de 90 km/h hasta que la presión interna cae hasta no menos de 50 kPa antes del daño, y el tiempo requerido para la caída hasta 50 kPa es una medida de evaluación.

Por otro lado, se forma artificialmente un corte de 30 mm de longitud en una parte del relleno del talón del neumático para coches de pasajeros anterior, y se sella temporalmente tal corte y se llena el neumático con una presión interna. Entonces, se retira el sellado para evaluar si se detiene o no el escape de las partículas mientras se mide el tiempo de caída de la presión interna hasta la presión atmosférica.

Los resultados medidos también se muestran en la tabla 10.

TABLA 10

	Ejemplo comparativo 12	Ejemplo 34	Ejemplo 35	Ejemplo 36
Cantidad volumétrica de partículas usadas a presión atmosférica (litros)	-	21	21	21
Razón volumétrica de partículas ocupadas (%) (*1)	-	100,0	100	100
Razón de partículas que tienen un tamaño no inferior a 10 µm pero inferior a 1 mm con respecto al volumen total (%)	-	80	100	80
Razón de partículas que tienen un tamaño no inferior a 1 mm pero inferior a 5 mm con respecto al volumen total (%)	-	10	0	10
Razón de partículas que tienen un tamaño no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm con respecto al volumen total (%)	-	10	0	10
Número de láminas de sellado (láminas)	-	-	200	200
Presión interna del neumático inicial (kPa) (*2)	350	350	350	350
Punto de evaluación de la comodidad de viaje frente a las vibraciones en marcha a la presión interna habitual	5,0	6,5	6,5	6,5
Diámetro del clavo empujado hacia el interior del	3,0	3,0	3,0	3,0

ES 2 304 426 T3

	neumático (mm)				
5	Tiempo desde un punto de rodaje sobre una placa de hierro a una velocidad de 90 km/h hasta un punto de caída de la presión interna hasta 300 kPa (*3)	7''	31'40''	51'13''	50'07''
10	Grado de sellado de los daños (número de lugares sellados entre 10 lugares)	0	10	10	10
	Estabilidad de la dirección justo después de la inserción del clavo (*4)	C	A	A	A
15	Tiempo desde un punto de liberación del daño sellado hasta un punto de caída de la presión interna hasta 100 kPa (*5)	4''	8'32''	10'25''	11'02''
20	Grado de sellado del escape de partículas (presencia o ausencia de sellado)	ausencia	presencia	presencia	presencia

(\*1) Volumen interno del neumático: 21 litros, tamaño: 175/70R13 llanta: 5J-13

(\*2) La presión interna se ajusta llenando el neumático con nitrógeno tras llenar el neumático con las partículas huecas.

(\*3) Tiempo no inferior a 1 minuto.

(\*4) Resultados de la evaluación A: es posible la dirección continua sin problemas o se continúa la dirección con cuidado

B: se requiere cuidado y concentración para manejar la dirección

C: se requiere desacelerar la marcha o la marcha es imposible (sin control)

(\*5) Un tiempo no inferior a 30 segundos se considera satisfactorio.

TABLA 11

Tamaño de partícula (µm)	Fabricante	Marca comercial	Componente gaseoso en la célula	Peso específico aparente medio (g/cc)	Nombre de la composición de la fase continua
no inferior a 10 µm pero inferior a 1 mm	Aquezo-Novel Corp.	EXPANCEL 053	isobutano	0,022	copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo
no inferior a 1 mm pero inferior a 5 mm	producto del ensayo		isopentano	0,046	copolímero de poliestireno / polietileno
no inferior a 5 mm pero inferior a 5 cm	producto del ensayo		isopentano	0,042	copolímero de poliestireno / polietileno

## ES 2 304 426 T3

### Ejemplos 37-48

Se preparan conjuntos de neumáticos de seguridad para coches de pasajeros que tienen un tamaño de neumático de 175/70R13 con una llanta que tiene un tamaño de 5Jx13 y conjuntos de neumáticos de seguridad para camiones y autobuses que tienen un tamaño de neumático de 11R22.5 con una llanta que tiene un tamaño de 50 x 22,5 aplicando sólo partículas A que contienen células que tienen diversas especificaciones mostradas en las tablas 12 y 13, y partículas A que contienen células y partículas B a un neumático que tiene una estructura mostrada en la figura 1 tal como se muestra en las mismas tablas. En el presente documento, el neumático 1 es según la estructura general de clase y tamaño del neumático de interés.

Además, en la tabla 14 se muestra una clase de las partículas A que contienen células, y en la tabla 15 se muestra una clase de las partículas B. Es decir, las partículas de resina que encapsulan un componente gaseoso en las mismas tal como se muestra en tabla 3 se calientan y expanden para formar partículas A que contienen células, y las partículas A que contienen células así obtenidas se cargan en el interior del neumático a diversos pesos específicos reales tal como se muestra en tabla 14. Además, las partículas B mostradas en la tabla 15 se disponen dentro del neumático tal cual.

Con respecto a los conjuntos de neumático-llanta así obtenidos, se evalúan diversas prestaciones mediante los siguientes métodos. Los resultados en los neumáticos para coches de pasajeros también se muestran en la tabla 12, y los resultados en los neumáticos para camiones y autobuses también se muestran en la tabla 13.

Además, se incorpora un detector que monitoriza la presión interna dentro de una cara interna de la llanta en el conjunto de neumático-llanta para la evaluación anterior, y se transmiten señales sobre los datos medidos de la presión interna usando un telémetro habitualmente utilizado y se reciben por un receptor dispuesto fuera de un aparato de prueba de tambor para medir un cambio de la presión interna.

#### *Evaluación de las prestaciones tras el daño del neumático (prueba de tambor)*

Tras ajustar la presión interna hasta 300 kPa como presión absoluta llenando el conjunto de neumático-llanta de coches de pasajeros con gas nitrógeno, se golpean 10 clavos, que tienen cada uno un diámetro de 5,0 mm y una longitud de 50 mm, desde la superficie del relieve del neumático de manera que pasen a través del neumático hacia el interior del mismo. En el estado de golpear los clavos, se hace rodar el neumático sobre el tambor a una velocidad de 90 km/h mientras se aplica una carga de 3,54 kN, y se mide un intervalo de tiempo desde el inicio de la prueba de tambor y una presión interna dentro del neumático. Se mide la presión interna mientras se marcha continuamente a 90 km/h hasta que la presión interna cae en no menos de 50 kPa desde un nivel de inicio de la prueba de 300 kPa, y se detiene la prueba en un momento de 250 kPa para realizar la comparación de las distancias de marcha. Además, se cuenta el número de clavos restantes tras detener el tambor en un momento de 250 kPa, y se observan restos tras la caída de los clavos para evaluar el grado de sellado y analizar una causa de caída de la presión interna.

Con respecto a los conjuntos de neumáticos para camiones y autobuses con la llanta, se lleva a cabo la evaluación de la misma manera tal como se mencionó anteriormente excepto porque la presión interna es de 800 kPa como presión absoluta, y el clavo tiene un diámetro de 5 mm y una longitud de 8 cm, y la carga es de 26,46 kN, y la velocidad es de 60 km/h y la presión interna al detener la prueba es de 500 kPa.

#### *Distancia de marcha en el tambor tras convertir la presión interna en la presión atmosférica*

A continuación, se deja reposar el neumático de manera estática hasta que la presión interna se escapa completamente hasta la presión atmosférica. En tal estado, se hace rodar el neumático sobre el tambor a una velocidad de 90 km/h a lo largo de una distancia de 300 km mientras se aplica una carga de 3,54 kN en el caso del neumático para coches de pasajeros, durante lo cual se recorre una distancia no inferior a 200 km, mientras que en el caso del neumático para camiones y autobuses, la marcha sobre el tambor continúa en condiciones en las que la carga es de 26,46 kN y la velocidad es de 60 km/h y la distancia máxima es de 100 km, durante lo cual se realiza una distancia de marcha no inferior a 40 km.

Tabla 12 Conjunto de neumático-llanta de coches de pasajeros

	Ejemplo 37	Ejemplo 38	Ejemplo 39	Ejemplo 40	Ejemplo 41	Ejemplo 42
Clase de partículas A que contienen células	1A	1A	1A	1A	2A	2A
Cantidad en volumen de partículas A que contienen células usadas a presión atmosférica (litros)	15,75	14,7	19,95	18,9	24,0	14,4
Razón en volumen de partículas A que contienen células con respecto al volumen interno del neumático (%) (*1)	75,0	70,0	95,0	90,0	100,0	60,0
Clase de partículas B	-	2B	-	4B	-	2B
Cantidad en volumen de partículas B usadas a presión atmosférica (litros)	-	1,05	-	1,05	-	6,0
Razón en volumen de partículas B con respecto al volumen interno del neumático (%) (*1)	-	5,0	-	5,0	-	25,0
Resultados de la evaluación de prestaciones tras el daño del neumático (prueba del tambor) (*2)	682	895	640	987	665	986
Distancia de marcha hasta la caída de la presión interna hasta 250 kPa (km) (*3)	5	5	5	4	4	4
Número de clavos restantes en el momento de la caída de la presión interna hasta 250 kPa (clavos)	5	5	5	4	4	4
Propiedad de sellado de restos tras la caída de los clavos (*4)	completa	completa	completa	completa	completa	completa
Distancia en marcha sobre el tambor tras convertir la presión interna en la presión atmosférica (km)	265 km	marcha completa a los 300 km	marcha completa a los 300 km	marcha completa a los 300 km	marcha completa a los 300 km	marcha completa a los 300 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 21 litros, tamaño: 175/70R13, llanta: 5J-13

(\*2) La presión interna se ajusta llenando el neumático con gas nitrógeno después de disponer partículas A que contienen células y partículas B en el neumático.



5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

- (\*3) La presión interna se monitoriza mientras se hace rodar sobre un tambor en un estado de golpear los clavos.
- (\*4) Propiedad de sellado del resto después de que caigan los clavos.
- “completa”: ya que los restos de la caída de los clavos se obstruyen completamente con la composición de las partículas A que contienen células y las partículas B, la caída de la presión interna es muy lenta antes de detener el tambor y es posible la marcha adicional.
- “incompleta”: ya que los restos de la caída de los clavos no se obstruyen completamente, la presión interna disminuye gradualmente y la cantidad de caída de la presión interna es particularmente importante antes de detener el tambor. Además, el sellado de los restos es incompleto, de manera que no puede esperarse una marcha adicional.

Tabla 1.3 Conjunto de neumático-llanta para camiones y autobuses

	Ejemplo 43	Ejemplo 44	Ejemplo 45	Ejemplo 46	Ejemplo 47	Ejemplo 48
Clase de partículas A que contienen células	3A	3A	3A	3A	2A	3A
Cantidad en volumen de partículas A que contienen células usadas a presión atmosférica (litros)	90,00	84,00	108,00	102,00	96,0	96,0
Razón en volumen de partículas A que contienen células con respecto al volumen interno del neumático (%) (*1)	75,0	70,0	90,0	85,0	80,0	80,0
Clase de partículas B	-	1B	-	3B	-	3B
Cantidad en volumen de partículas B usadas a presión atmosférica (litros)	-	6,0	-	6,0	-	6,0
Razón en volumen de partículas B con respecto al volumen interno del neumático (%) (*1)	-	5,0	-	5,0	-	5,0
Resultados de la evaluación de prestaciones tras el daño del neumático	265	316	270	346	278	384
(prueba del tambor) (*2)	4	3	3	3	3	3
Propiedad de sellado de restos tras la caída de los clavos (*4)	completa	completa	completa	completa	completa	completa
Distancia en marcha sobre el tambor tras convertir la presión interna en la presión atmosférica (km)	problemas a los 43 km	problemas a los 56 km	problemas a los 51 km	problemas a los 68 km	problemas a los 48 km	problemas a los 63 km

(\*1) Volumen interno del neumático: 120 litros, tamaño: 11R22.5, llanta: 750 x 22,5

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

(\*2) La presión interna se ajusta llenando el neumático con gas nitrógeno después de disponer partículas A que contienen células y partículas B en el neumático.

(\*3) La presión interna se monitoriza mientras se hace rodar sobre un tambor en un estado de golpear los clavos.

(\*4) Propiedad de sellado del resto después de que caigan los clavos.

“completa”: ya que los restos de la caída de los clavos se obstruyen completamente con la composición de las partículas A que contienen células y las partículas B, la caída de la presión interna es muy lenta antes de detener el tambor y es posible la marcha adicional.

“incompleta”: ya que los restos de la caída de los clavos no se obstruyen completamente, la presión interna disminuye gradualmente y la cantidad de caída de la presión interna es particularmente importante antes de detener el tambor. Además, el sellado de los restos es incompleto, de manera que no puede esperarse una marcha adicional.

# ES 2 304 426 T3

TABLA 14

*Clase y contenido de partículas A que contienen células*

	1A	2A	3A
Marca comercial	EXPANCEL 091	EXPANCEL 551	producto del ensayo
Fabricante	Aquozo-Novel Corp.	Aquozo-Novel Corp.	-
Peso específico real (g/cc)	0,025	0,046	0,02
Ancho de distribución del tamaño de partícula (µm)	20-220	20-180	40-280
Material de las partículas	terpolímero de MMA/AN/MAN	copolímero de PVDC/AN	copolímero de AN/MAN
Componente gaseoso incluido en las células	isopentano	isobutano	nitrógeno

MMA: metacrilato de metilo

AN: acrilonitrilo

MAN: metacrilonitrilo

PVDC: cloruro de vinilideno

TABLA 15

*Clase y contenido de partículas B*

	Marca comercial	Fabricante	Peso específico real (g/cc)	Ancho de distribución del tamaño de partícula (µm)	Material de las partículas	Otros
1B	Filite FG (52/7)	Nippon Ferrite Co., Ltd.	0,7	5-300	Aluminosilicato	-
2B	Scotchlite Glass Bubbles K1	Sumitomo 3M Co., Ltd.	0,125	20-120	Vidrio de silicato	-
3B	Scotchlite Glass Bubbles K46	Sumitomo 3M Co., Ltd.	0,46	10-80	Vidrio de silicato	-
4B	Producto del ensayo	-	0,97	20-180	MMA/AN	incluye caucho de butilo líquido

MMA: metacrilato de metilo

AN: acrilonitrilo

## ES 2 304 426 T3

Aunque los experimentos anteriores se llevan a cabo como propósito principal de que se realiza eficazmente una compensación para la presión interna en el neumático, si se mezcla una pequeña cantidad de las partículas B en las partículas A que contienen células, se obtiene el efecto de resolver el desequilibrio residual del neumático utilizando el fenómeno de que las partículas B se distribuyen irregularmente en el neumático mediante una acción a través de la fuerza centrífuga durante la rotación del neumático.

### Ejemplo 49

#### 10 *Llenado a presión atmosférica*

Según una trayectoria distinta a la de la flecha 18 mostrada en la figura 5, un tanque de almacenamiento que almacena partículas que contienen células que tienen un tamaño de partícula promedio de 120  $\mu\text{m}$  a presión atmosférica, un conjunto de neumático-llanta y una bomba de diafragma están conectados a través de manguitos de presión, y se llena el interior del conjunto de neumático-llanta con partículas que contienen células a diversas cantidades de llenado mediante una presión de descarga de la bomba. Además, el conjunto de neumático-llanta es un conjunto de un neumático de coches de pasajeros que tiene un tamaño de neumático de 185/70R14 con una llanta que tiene un tamaño de 5.5J-14, y hay cuatro orificios de entrada para las partículas que contienen células y cuatro orificios de salida para el aire en exceso dentro del neumático dispuestos en el fondo de la llanta. Además, un filtro de vidrio está dispuesto en el orificio de salida para el aire en exceso de manera que las partículas que contienen células no fluyen hacia fuera del neumático.

#### 25 *Llenado a alta presión*

Según una trayectoria que incluye la flecha 18 mostrada en la figura 5, un tanque de almacenamiento que almacena partículas que contienen células que tienen un tamaño de partícula promedio de 120  $\mu\text{m}$  a alta presión, un conjunto de neumático-llanta, una bomba de diafragma y el tanque de almacenamiento están conectados a través de manguitos de presión para formar un sistema cerrado anular. Haciendo circular aire en el sistema a través de la bomba en un estado de presurización en el interior del sistema a 200, 250 y 300 kPa se transfieren las partículas que contienen células y se llenan desde el tanque de almacenamiento hacia el interior del conjunto de neumático-llanta a diversas cantidades de llenado.

Los resultados confirmaron la cantidad de llenado de las partículas que contienen células con las que se llena el conjunto de neumático-llanta en cada una de las etapas de producción anteriores que se muestran en la tabla 16. En este caso, cuando el volumen de partículas que contienen células llenadas a presión atmosférica es  $V_1$  y el volumen interno del neumático es  $V_2$ , la cantidad de llenado se representa por la cantidad de llenado  $P[\%] = 100 \times V_1/V_2$ .

TABLA 16

	Llenado a presión atmosférica				Llenado a alta presión		
Presión dentro del sistema de llenado (kPa)	100	100	100	100	200	250	300
Cantidad de llenado de partículas que contienen células (%)	70	80	90	100	150	175	200

Tal como se observa en la tabla 16, puede lograrse una cantidad de llenado no inferior al 100% en el llenado a alta presión dado que las partículas que contienen células están comprimidas para reducir el volumen.

Además, se evalúa una característica de elasticidad estática del conjunto de neumático-llanta que se ha llenado con las partículas que contienen células usando una máquina de pruebas de rigidez de muelle longitudinal. En este caso, se usa como control un neumático que tiene el mismo tamaño de neumático tal como se mencionó anteriormente. La evaluación de la elasticidad estática del neumático se lleva a cabo evacuando gradualmente sólo aire del interior del neumático después de llenar el neumático con aire de 300 kPa como presión interna habitual y midiendo una característica de muelle en cada presión interna.

Los resultados de la evaluación se muestran en la figura 12, a partir de la cual se entiende que en el neumático, como ejemplo convencional, se provoca la reducción de la constante elástica junto con la caída de la presión interna y no se obtienen las prestaciones básicas como neumático en el pinchazo. Por otro lado, en el neumático que se ha llenado con las partículas a alta presión, se observa la reducción de la constante elástica en una caída inicial de la presión interna al igual que en el ejemplo convencional, pero a medida que la presión interna cae adicionalmente, se observa inversamente el aumento de la constante elástica. Esto se debe al hecho de que el volumen de las partículas

## ES 2 304 426 T3

que contienen células comprimidas se recupera junto con la caída de la presión interna para iniciar la generación de tensión de cubierta del neumático. Por lo tanto, en el neumático que se ha llenado a alta presión se entiende que se obtiene una constante elástica igual a la del uso habitual del neumático incluso con el pinchazo.

5 Entonces, se monta un neumático de este tipo en un coche de pasajeros de clase de 2000 cc y se hace pasar un  
 10 clavo que tiene un diámetro de 3 mm y una longitud de 3 cm a través de la parte de relieve del neumático para formar un daño externo, y se hace rodar en el recorrido de un circuito de prueba a 90 km/h bajo una carga correspondiente al peso de cuatro miembros del equipo. Esta marcha se realiza a lo largo de una distancia máxima de 300 km para medir una distancia de marcha posible. Además, se recorre una distancia de marcha no inferior a 200 km como patrón de evaluación. Los resultados se muestran en la tabla 17.

TABLA 17

	Ejemplo comparativo	Llenado a presión atmosférica				Llenado a alta presión		
Cantidad de llenado de partículas que contienen células (%)	0	70	80	90	100	150	175	200
Distancia de marcha posible tras el daño (km)	1,8	54	76	98	109	300	300	300

Tal como se observa en la 17, la distancia de marcha posible tras el daño se aumenta en gran medida llenando con las partículas que contienen células y además se aumenta el efecto llenando a alta presión.

Según la invención, puede proporcionarse un conjunto de un neumático de seguridad y una llanta que tiene una excelente durabilidad que puede rodar de manera estable incluso en un estado de neumático dañado sin sacrificar la resistencia a la rodadura y comodidad del viaje en la marcha habitual antes del daño del neumático.

# ES 2 304 426 T3

## REIVINDICACIONES

1. Conjunto de neumático-llanta, en el que está dispuesto un gran número de partículas (3) con forma sustancialmente esférica que consiste cada una en una fase continua de una resina y una(s) célula(s) cerrada(s) y que tiene un peso específico aparente medio no superior a 0,1 en un interior definido mediante el montaje de un neumático (1) toroidal hueco sobre una llanta (2) aprobada, y la presión a 25°C en el interior del neumático es no inferior a 150 kPa como presión absoluta, y la(s) célula(s) cerrada(s) se mantiene(n) a una presión superior a la presión atmosférica.

2. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 1, en el que la presión a 25°C en el interior del neumático es no inferior a 150 kPa pero no superior a 900 kPa como presión absoluta.

3. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 1 ó 2, en el que el gran número de las partículas está dispuesto de modo que una razón de llenado en volumen definida por la siguiente ecuación:

$$\text{Razón de llenado en volumen} = (V_s/V_t) \times 100$$

(en la que  $V_s$  es el volumen total de todas las partículas dispuestas en el interior del conjunto y que incluye un volumen de espacio alrededor de la partícula a presión atmosférica, y  $V_t$  es el volumen interno del neumático) es no inferior al 75% pero no superior al 150%.

4. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 3, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 75% pero no superior al 130%.

5. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 4, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 75% pero no superior al 110%.

6. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 5, en el que la razón de llenado en volumen es no inferior al 80% pero no superior al 100%.

7. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cuando el conjunto de neumático-llanta está montado sobre un vehículo, la cantidad de llenado en volumen de las partículas en el conjunto está dentro de un intervalo desde el siguiente límite inferior hasta el siguiente límite superior como el volumen total que incluye un volumen de espacio alrededor de la partícula a presión atmosférica:

límite superior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a una presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo;

límite inferior de la cantidad de llenado en volumen: el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto que tiene una presión interna fijada a la presión atmosférica está montado en el vehículo.

8. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 7, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a al menos 1,2 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

9. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 7 u 8, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 10% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

10. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 8 ó 9, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 1,5 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

11. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 8 ó 9, en el que el límite superior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo.

12. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 30% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

13. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente

## ES 2 304 426 T3

a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 40% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

5 14. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el límite inferior de la cantidad de llenado en volumen es el volumen interno del conjunto de neumático-llanta bajo una carga correspondiente a 2,0 veces la carga aplicada a cada eje del vehículo cuando el conjunto inflado a una presión ajustada a al menos el 50% de la presión interna designada por tal vehículo está montado en el vehículo.

10 15. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el contenido de partículas que tienen un peso específico no inferior a 0,79 entre el gran número de las partículas dispuestas en el interior del conjunto es no superior al 40% en masa.

15 16. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 15, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 30% en masa.

17. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 16, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 20% en masa.

20 18. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 17, en el que el contenido de las partículas que tienen el peso específico no inferior a 0,79 es no superior al 5% en masa.

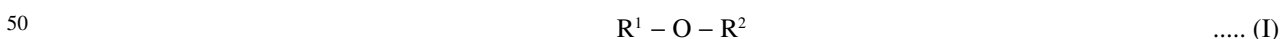
25 19. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por al menos uno de una resina de poli(alcohol vinílico), un polímero a base de acrilonitrilo, un polímero acrílico y un polímero a base de cloruro de vinilideno.

30 20. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero a base de acrilonitrilo, y el polímero a base de acrilonitrilo es al menos uno seleccionado de polímero de acrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo, copolímero de acrilonitrilo/metacrilato de metilo y terpolímero de acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo.

35 21. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero acrílico, y el polímero acrílico es al menos uno seleccionado de resina de metacrilato de metilo, copolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo, copolímero de metacrilato de metilo/metacrilonitrilo y terpolímero de metacrilato de metilo/acrilonitrilo/metacrilonitrilo.

40 22. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 19, en el que la fase continua de la partícula está compuesta por un polímero a base de cloruro de vinilideno, y el polímero a base de cloruro de vinilideno es al menos uno seleccionado de copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo, copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilato de metilo, copolímero de cloruro de vinilideno/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo y copolímero de cloruro de vinilideno/acrilonitrilo/metacrilonitrilo/metacrilato de metilo.

45 23. Conjunto de neumático-llanta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que la célula cerrada de la partícula tiene al menos un gas seleccionado de nitrógeno, aire, hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 8 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 8 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):



55 (en la que cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo).

60 24. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, en el que la fase continua de la partícula tiene una constante de permeación al gas a 30°C no superior a  $300 \times 10^{-12}$  (cc·cm/cm<sup>2</sup>·s·cmHg).

25. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 24, en el que la constante de permeación al gas a 30°C es no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc·cm/cm<sup>2</sup>·s·cmHg).

65 26. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 25, en el que la constante de permeación al gas a 30°C es no superior a  $2 \times 10^{-12}$  (cc·cm/cm<sup>2</sup>·s·cmHg).

27. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, en el que el neumático está dotado sobre su cara interna con una capa (8) de revestimiento interno, y la capa de revestimiento interno está compuesta por una composición de elastómero termoplástico que comprende una resina de nylon que tiene un punto de fusión



## ES 2 304 426 T3

de 170-230°C y un haluro de copolímero de isobutireno-parametilestireno en el que un componente de elastómero se cura dinámicamente a una razón de gelificación del 50-95%.

5 28. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 27, en el que la constante de permeación al gas a 30°C de la capa de revestimiento interno es no superior a  $20 \times 10^{-12}$  (cc-cm/cm<sup>2</sup>·s·cmHg).

29. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 28, en el que un material de matriz sellante está dispuesto adicionalmente en el interior del conjunto.

10 30. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, en el que un líquido está dispuesto adicionalmente en el interior del conjunto.

15 31. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 30, en el que el líquido es aceite de silicona o un alcohol polivalente alifático.

32. Conjunto de neumático-llanta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 31, que comprende además partículas de expansión que pueden expandir su volumen por estimulación.

20 33. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 32, en el que la partícula de expansión comprende un agente de espumación y una cubierta que encapsula un gas producido por la expansión del agente de espumación en un estado cerrado.

25 34. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 32 ó 33, en el que la estimulación es al menos una de calor, presión y vibración.

30 35. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 33 ó 34, en el que el agente de espumación es al menos uno seleccionado de hidrocarburos alifáticos lineales y ramificados que tienen un número de carbonos de 2 a 6 y fluoruros de los mismos, un hidrocarburo alicíclico que tiene un número de carbonos de 2 a 6 y un fluoruro del mismo, y un compuesto de éter representado por la siguiente fórmula general (I):



35 (en la que cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> es un residuo de hidrocarburo monovalente que tiene un número de carbonos de 1 a 5 y puede ser un hidrocarburo saturado o un hidrocarburo insaturado y puede tener una estructura lineal o ramificada y contener un anillo).

40 36. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 33 ó 34, en el que el agente de espumación es un agente de espumación pirolítico.

37. Conjunto de neumático-llanta según una cualquiera de las reivindicaciones 33 a 36, en el que el agente de espumación se expande por encima de los 100°C.

45 38. Conjunto de neumático-llanta según la reivindicación 36 ó 37, en el que el agente de espumación pirolítico es al menos uno seleccionado de dinitrosopentametileno-tetraamina, azodicarbonamida, paratoluenosulfonil-hidrazina y derivados de los mismos, y oxibisbencenosulfonil-hidrazina.

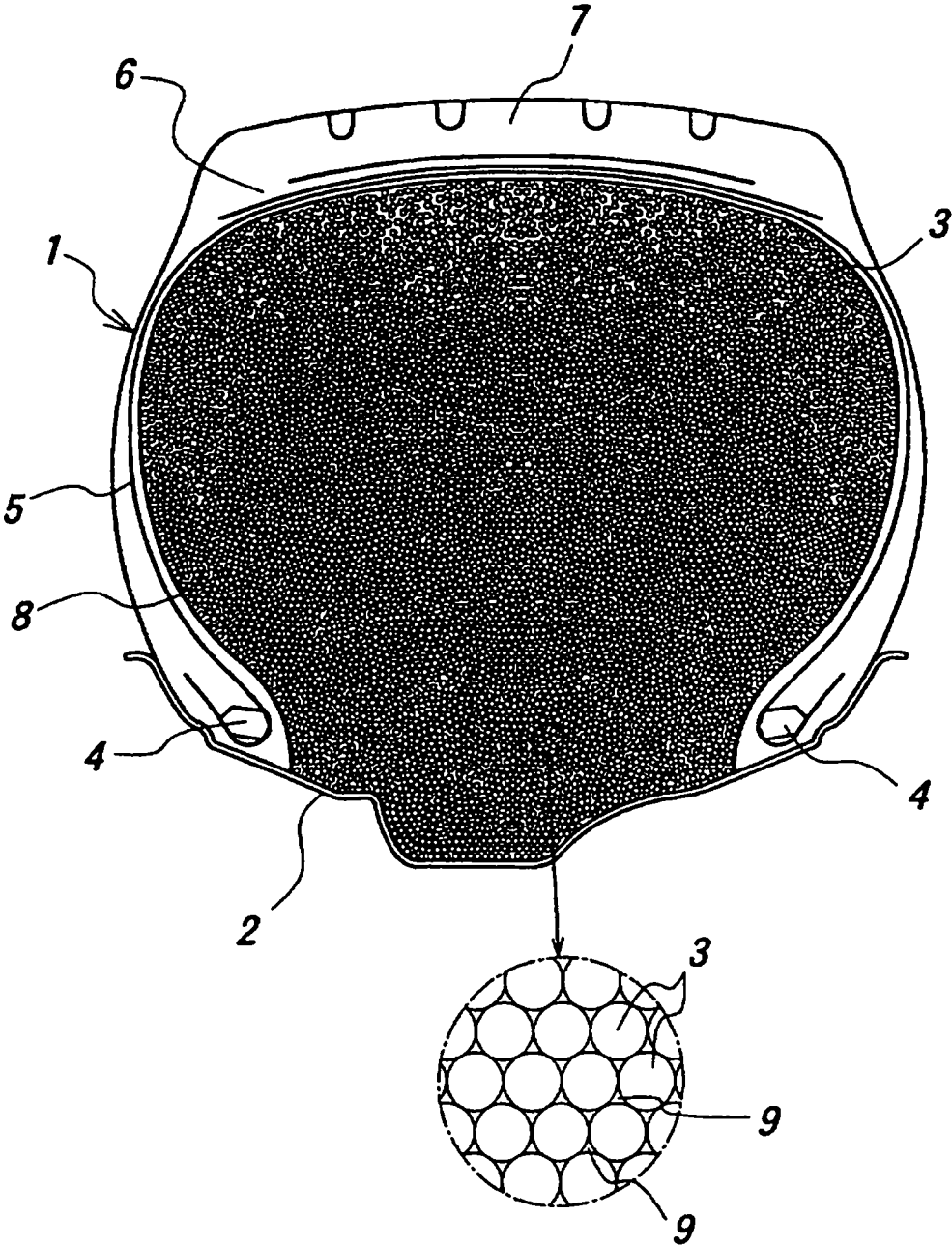
50 39. Conjunto de neumático-llanta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 38, en el que las células cerradas en las partículas dispuestas en el interior del conjunto de neumático-llanta se mantienen a una presión proporcional a la presión en el interior del neumático.

55

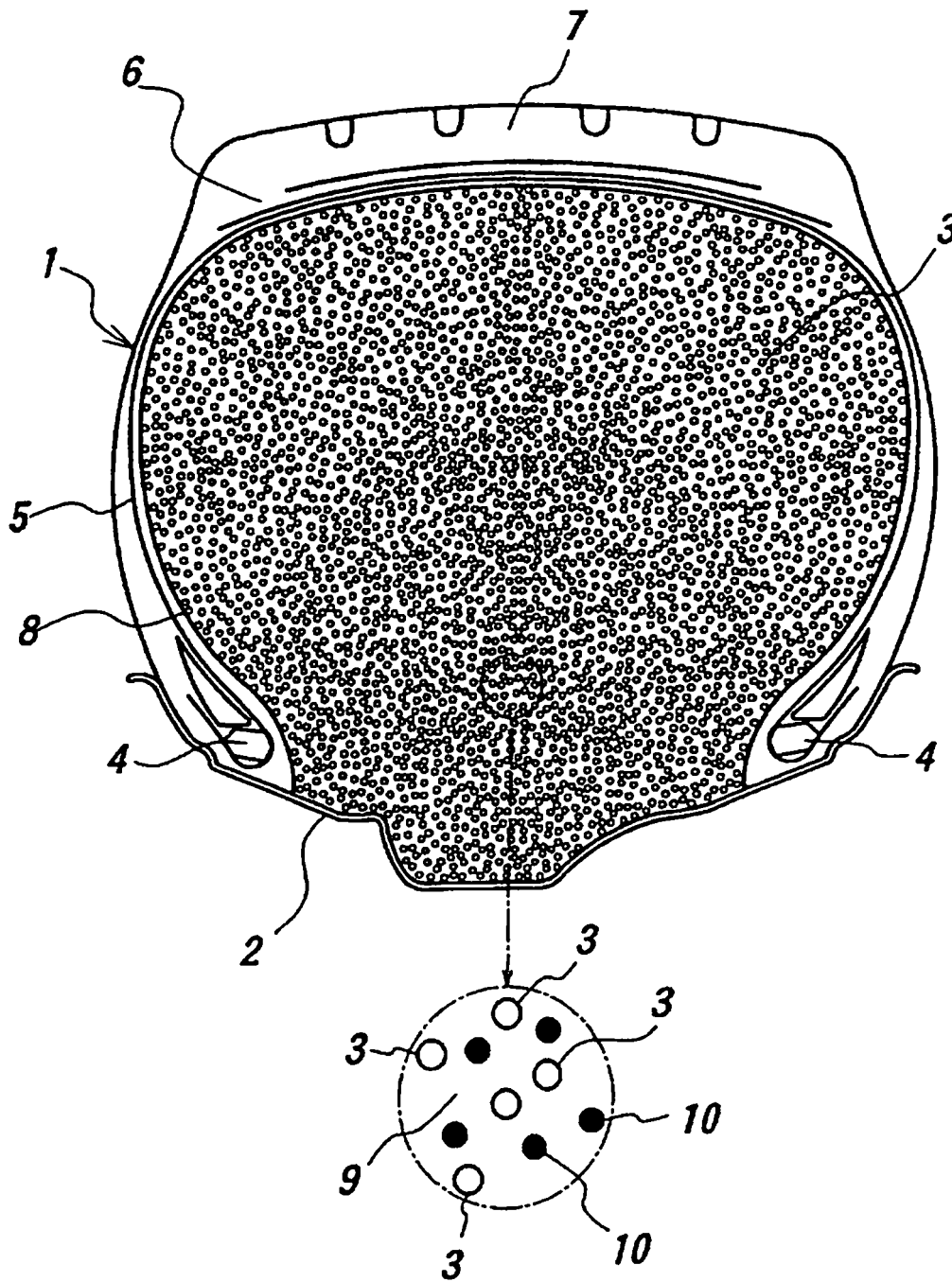
60

65

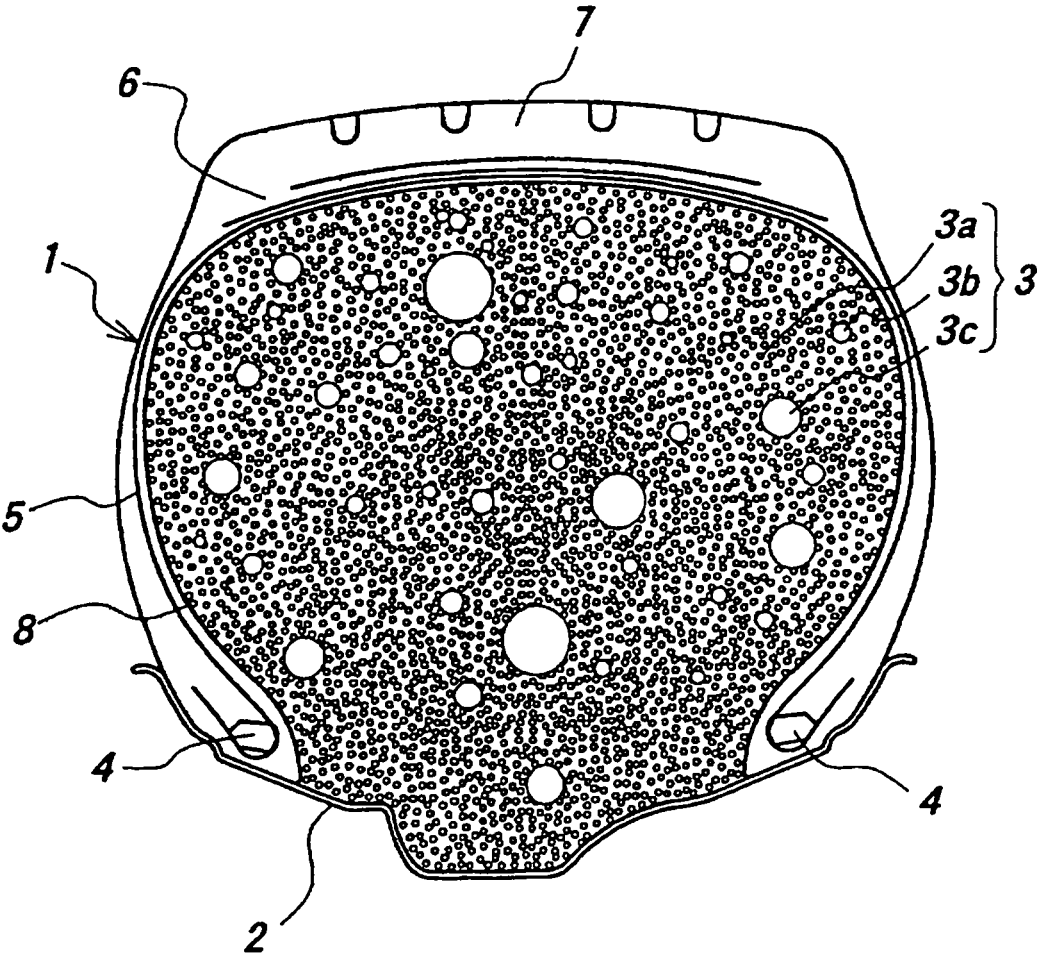
**FIG. 1**



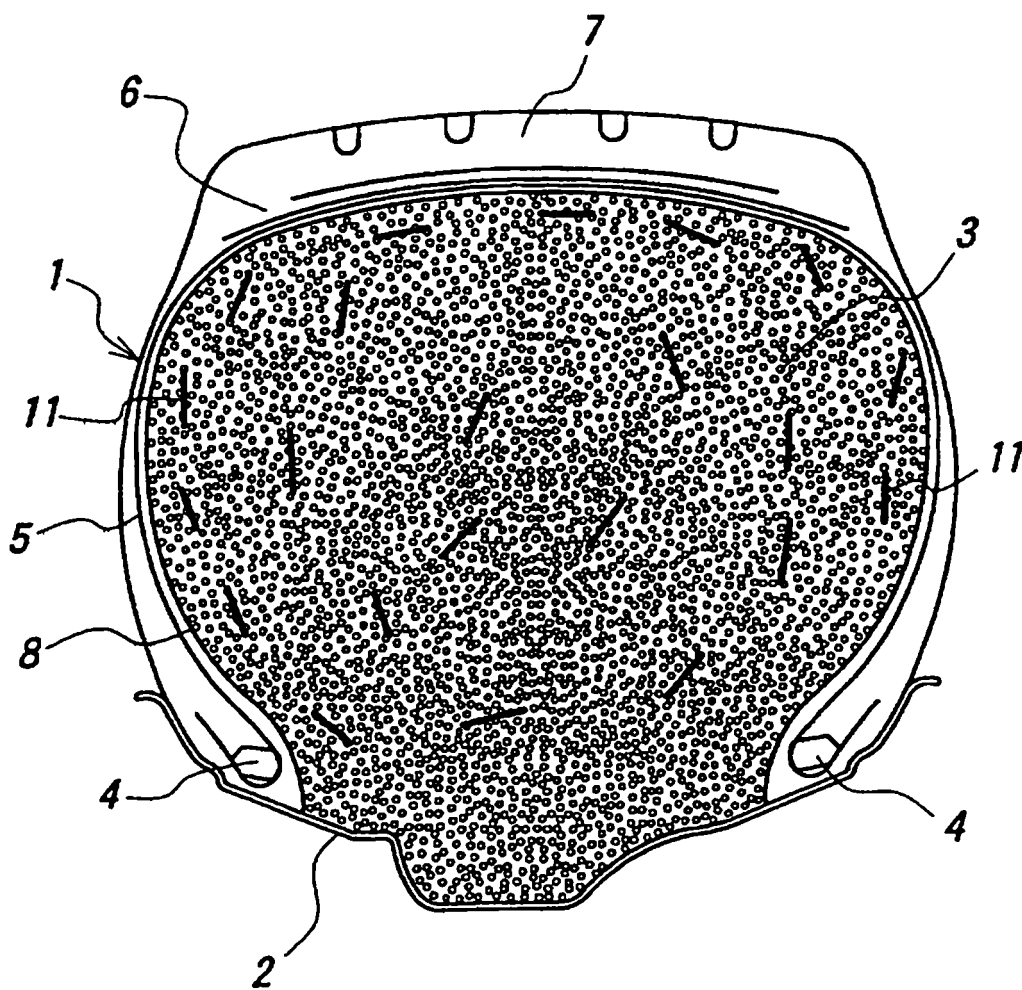
**FIG. 2**



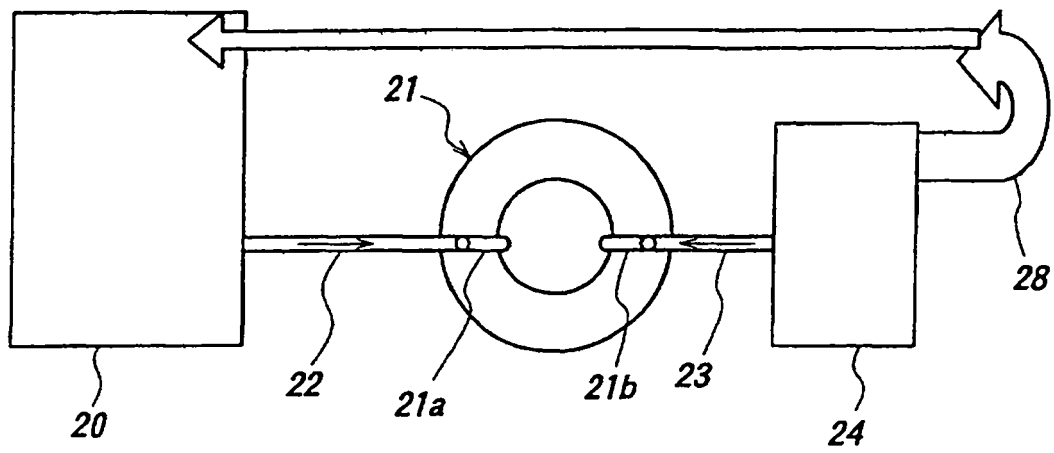
**FIG. 3**



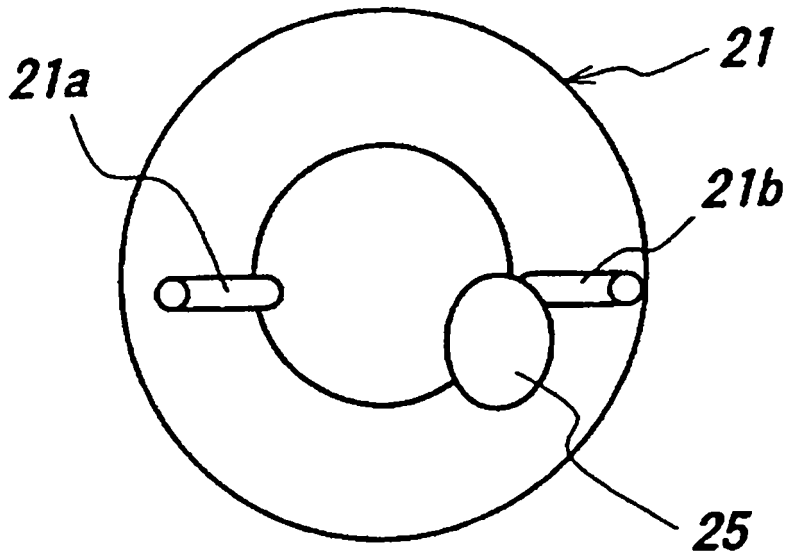
**FIG. 4**



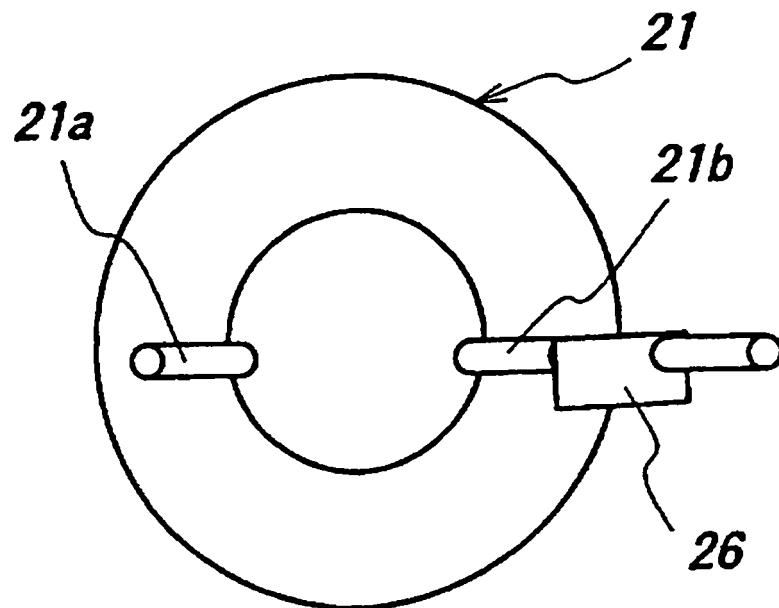
**FIG. 5**



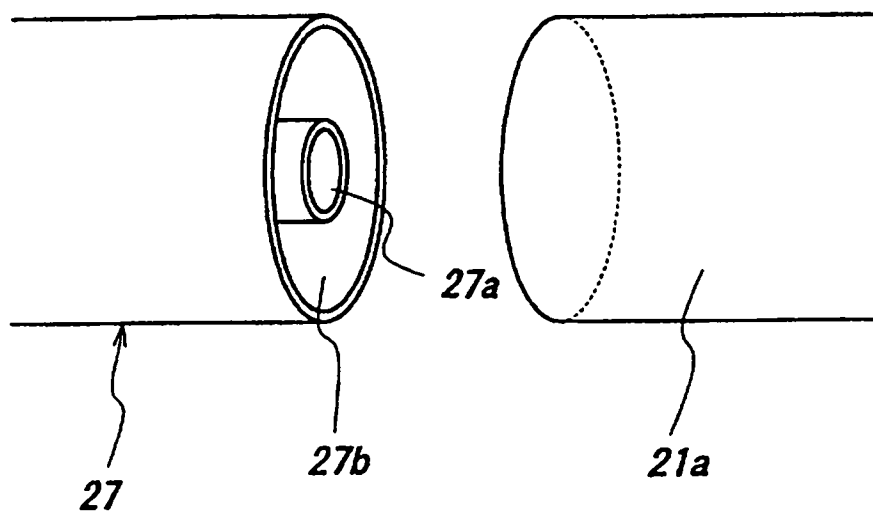
**FIG. 6**



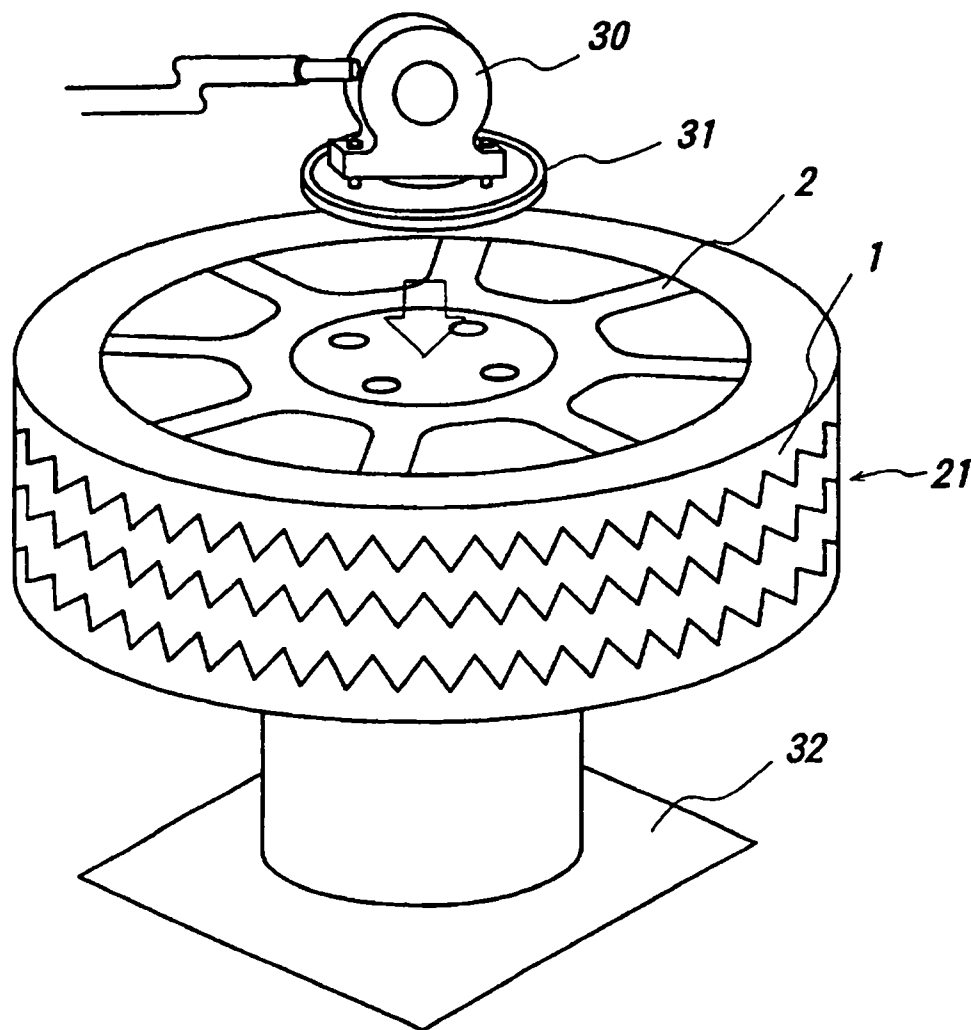
**FIG. 7**



**FIG. 8**

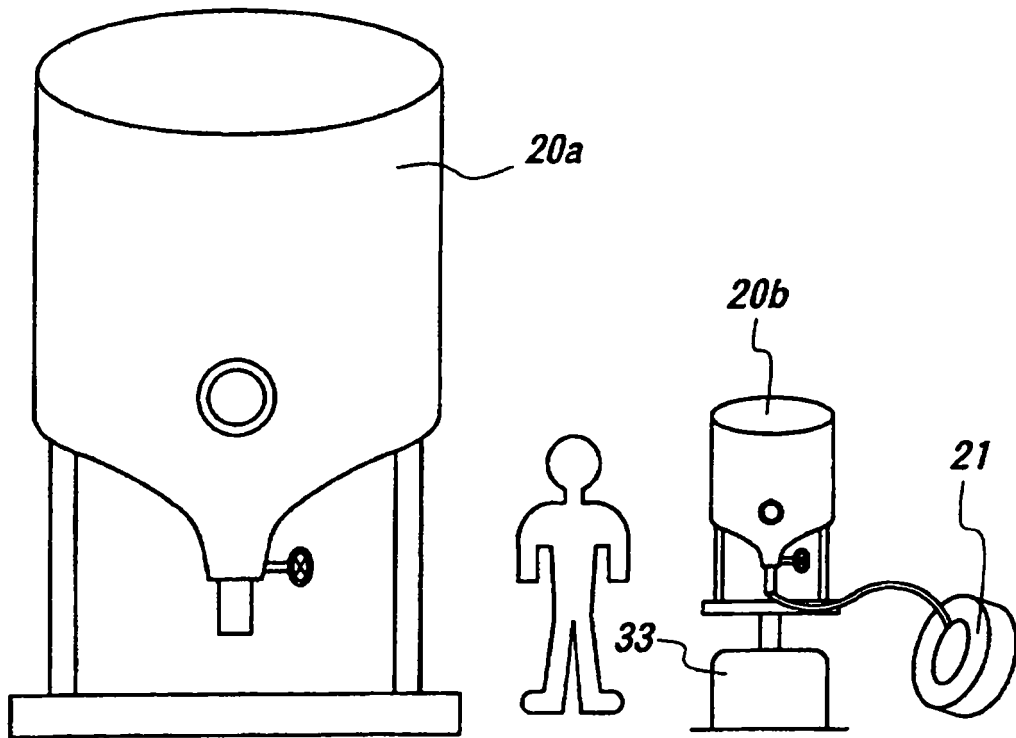


**FIG. 9**

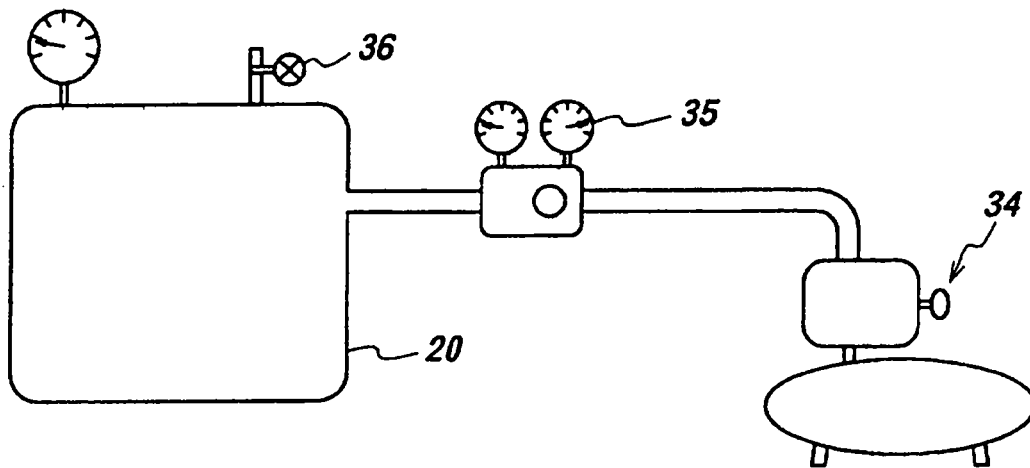




**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**

Cantidad de llenado de partículas que contienen células frente a la constante elástica

