

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 830 262**

51 Int. Cl.:

C08J 9/224 (2006.01)

C08J 9/232 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2016 PCT/EP2016/054536**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16146395**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2016 E 16707778 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2020 EP 3268421**

54 Título: **Espumas de partículas conductoras de electricidad en base a elastómeros termoplásticos**

30 Prioridad:

13.03.2015 EP 15159048

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.06.2021

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE**

72 Inventor/es:

**PRISSOK, FRANK;
HARMS, MICHAEL y
SCHUETTE, MARKUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 830 262 T3

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).

DESCRIPCIÓN

Espumas de partículas conductoras de electricidad en base a elastómeros termoplásticos

5 La presente invención hace referencia a partículas de espuma basadas en elastómeros termoplásticos con un recubrimiento que contiene sustancias conductoras de electricidad, a procesos para su producción mediante el recubrimiento de las partículas de espuma con una emulsión de una sustancia conductora en un plastificante, así como a procesos para la producción de espumas de partículas a través de la unión térmica de las partículas de espuma mediante radiación electromagnética de alta frecuencia.

10 Las espumas de partículas, como las de polipropileno o poliestireno, se suelen procesar en piezas moldeadas en máquinas automáticas de moldeo mediante soldadura con vapor caliente, por ejemplo, para la industria del embalaje. Las espumas de partículas de TPU también se pueden seguir procesando además de la soldadura con vapor caliente espumando o pegando con sistemas reactivos de poliuretano. Ya que el requisito de energía para la soldadura con vapor caliente es muy alto, se están buscando otras alternativas. Una soldadura mediante aire caliente es posible en principio, pero hasta ahora no ha producido ninguna pieza moldeada satisfactoria.

15 Un proceso de fabricación para la producción de componentes que está muy extendido en la actualidad es la soldadura térmica de las partículas preexpandidas mediante vapor de agua. Las partículas ya espumadas se aspiran de manera aeroneumática desde un silo al dispositivo de llenado a presión de la máquina de moldeo, se comprimen con aire comprimido y se inyectan en la herramienta de moldeo. Dado que las partículas no contienen ningún agente de propelente adicional para la formación de espuma, las mismas se transportan al molde por compresión (proceso de presión dinámica). Las partículas individuales se sueldan entre sí utilizando vapor de agua como portador de calor a una presión de vapor entre 2,5 y 3,5 bar. Después de la soldadura, la pieza moldeada se enfría y la presión de la espuma se reduce hasta que se puede quitar del molde. Una descripción del procedimiento, por ejemplo, para partículas EPP se pueden encontrar en la solicitud EP 0 588 321 A1.

20 Un material agregado recientemente para las espumas de partículas es el poliuretano termoplástico expandido (E-TPU), el E-TPU se puede soldar de manera análoga a los procesos descritos anteriormente para la conformación de componentes altamente elásticos, que se pueden exponer a cargas dinámicas extremas debido a la excelente adhesión entre las partículas. Las espumas basadas en elastómeros termoplásticos y los procesos para su producción son conocidos, por ejemplo, de las solicitudes WO 2005/023920, WO 2007/082838, WO 2013/153190 y WO 2014/198779.

25 En aplicaciones industriales se requieren desde hace ya bastante tiempo componentes de espumas poliméricas antiestáticas y eléctricamente conductoras para aplicaciones tales como suelas de zapatos antiestáticas/conductoras en la industria eléctrica, componentes livianos para el blindaje contra la radiación, espumas detectables o espumas que se pueden calentar eléctricamente.

30 Hasta el momento, estas espumas se han producido de tal manera que se añadía una sustancia conductora directamente a la mezcla de polímeros, que debe estar presente en una concentración tan alta que las áreas o partículas conductoras individuales se toquen entre sí y permitan así el desvío de la corriente eléctrica. Las concentraciones de sustancia requeridas para esto son muy elevadas (frecuentemente > 10% en peso), lo que deteriora considerablemente las propiedades mecánicas del polímero base.

35 La solicitud US 4,496,627 describe partículas de espuma eléctricamente conductoras que están provistas al menos parcialmente de una capa eléctricamente conductora. La capa eléctricamente conductora se puede aplicar antes o después de la formación de la espuma. En una forma de ejecución, las partículas de espuma de polipropileno se mezclan con una dispersión de polímero de alto peso molecular que contiene hollín o grafito y se secan. Se requieren grandes cantidades de revestimiento para lograr la conductividad deseada.

40 La solicitud WO 2007/023091 describe partículas de espuma de poliestireno que presentan un revestimiento de polímero que contiene vidrio líquido y compuestos atóxicos tales como hollín o grafito y se sinterizan bajo presión en ausencia de vapor de agua para conformar moldes de espuma.

45 Un procedimiento alternativo para unir térmicamente las partículas de espuma consiste en la soldadura de alta frecuencia, que entre otras cosas se describe en la solicitud WO 2001/64414. Allí, las partículas espumadas que se deben soldar, en particular de poliestireno expandible (EPS), polipropileno expandido (EPP) o tereftalato de polietileno expandible (EPET), se rodean previamente con un medio líquido que absorbe la radiación electromagnética, por ejemplo, agua y a continuación se unen entre sí mediante la aplicación de radiación electromagnética como microondas. Debido a la absorción de agua provocada por la mayor polaridad de los polímeros termoplásticos, este proceso sólo es posible de manera limitada para partículas de espuma compuestas de elastómeros termoplásticos. Además, la temperatura que se debe alcanzar en la ebullición de agua a una presión normal de 100° C no suele ser suficiente para soldar las partículas de elastómero. Debido a la absorción de agua, el

agua penetra demasiado en las partículas y el calentamiento se produce no sólo en los puntos de contacto, sino también en el interior de las partículas. De esta manera las partículas pueden colapsar antes de la soldadura.

5 En la solicitud DE 10 2013 012 515 A1 se describe un procedimiento con un balance energético mejorado para la unión térmica de partículas de espuma, en particular, EPP o EPS, mediante calentamiento por inducción. Sin embargo, la fabricación de piezas moldeadas mediante calentamiento por inducción requiere que las partículas sean eléctricamente conductoras al menos en las superficies a conectar. Esto se puede conseguir recubriendo con rellenos conductores de electricidad como polvo metálico u hollín, nanotubos. Las partículas se pueden recubrir, por ejemplo, mediante pulverización.

10 El objeto de la presente invención consistía en superar las desventajas mencionadas y proporcionar partículas de espuma que se puedan procesar térmicamente en partículas de espuma mediante radiación electromagnética de alta frecuencia, en particular, radiación de microondas, y un proceso para producir las partículas de espuma. Además, deberían proporcionarse partículas de espuma que se puedan procesar en espumas de partículas conductoras con pequeñas cantidades de aditivos.

15 Dicho objetivo se resolvió mediante partículas de espuma a base de elastómeros termoplásticos con un revestimiento que contiene sustancias conductoras de electricidad; en donde las partículas de espuma están compuestas de poliuretano termoplástico y en donde el revestimiento está compuesto de grafito, y en donde la proporción de grafito es de 0,1 a 1,0% en peso, en referencia a las partículas de espuma revestidas.

20 Como elastómeros termoplásticos, resultan fundamentalmente adecuados poliuretanos termoplásticos (TPU), elastómeros de poliéster termoplásticos (por ejemplo, ésteres de poliéter y ésteres de poliéster), copoliamidas termoplásticas (por ejemplo, copoliamidas de poliéter) o copolímeros de bloques de estireno-butadieno termoplásticos. De acuerdo con la invención, se utilizan partículas de espuma basadas en poliuretano termoplástico (TPU).

25 Las partículas de espuma se pueden obtener mediante impregnación de gránulos de elastómero termoplástico con un agente propelente en suspensión o mediante impregnación en estado fundido de elastómero termoplástico fundido con un agente propelente y posterior granulación. Los procesos adecuados para la producción de partículas de espuma a base de elastómeros termoplásticos se describen, por ejemplo, en las solicitudes WO 2005/023920, WO 2007/082838, WO 2013/153190 y WO 2014/198779.

30 Los elastómeros termoplásticos usados para la producción de las partículas de espuma presentan preferentemente una dureza Shore en el rango de 30A a 82D, preferentemente en el rango de 65A a 96A, determinada de acuerdo con la norma DIN 53505. Los elastómeros termoplásticos utilizados presentan preferentemente un alargamiento de rotura superior al 50%, preferentemente en el rango de 200 a 800%, medido según la norma DIN EN ISO 527-2.

35 El revestimiento contiene básicamente al menos una sustancia conductora de electricidad. Como sustancias eléctricamente conductoras se entienden aquellas que a 300 K presentan una conductividad de al menos 10^5 S/m, preferentemente en el rango de 10^6 a 10^8 S/m. Se prefiere el revestimiento como dispersión de las sustancias eléctricamente conductoras en un plastificante, que es absorbido por el elastómero termoplástico después de la aplicación, de modo que el revestimiento consiste esencialmente en la sustancia eléctricamente conductora y en particular no contiene ningún aglutinante polimérico como resinas de acrilato o polímeros en emulsión. Según la invención, el revestimiento conductor de electricidad consiste en grafito.

40 La densidad aparente de las partículas de espuma recubiertas se encuentra preferentemente en el rango de 30 a 250 kg/m³.

Conforme a la invención, la proporción de grafito es de 0,1 a 1% en peso en referencia a las partículas de espuma revestidas, ya que el revestimiento de las partículas de espuma y las espumas de partículas que se pueden obtener con ellas deben ser eléctricamente conductoras. En general, para la soldadura con radiación electromagnética de alta frecuencia serían suficientes proporciones incluso más pequeñas de sustancias conductoras de electricidad.

45 En principio, las sustancias conductoras de electricidad se pueden aplicar a las partículas de espuma en forma de polvo, solución o dispersión mediante procesos de recubrimiento convencionales, tales como pulverización, inmersión o humectación, con o sin sustancias auxiliares adicionales. Para ello se pueden utilizar mezcladores, dispositivos de pulverización, dispositivos de inmersión o aparatos de tambor convencionales. Las partículas de espuma se recubren de forma especialmente preferida con una emulsión de una sustancia conductora en un plastificante. Los plastificantes consisten en sustancias químicas que se agregan a los plásticos para hacerlos elásticos, flexibles o blandos. Ejemplos de plastificantes son: Ftalatos, ésteres de ácido alquilsulfónico, poliéteres, poliéteres esterificados, poliuretanos, poliuretanos lineales, poliamidas de bajo peso molecular, ésteres de ácido cítrico, ésteres de ácido adípico, éster de diisononil de ácido 1,2-ciclohexanodicarboxílico y éster de glicerol.

50

En una variante especialmente preferida conforme a la invención, las partículas de espuma se recubren con una emulsión de grafito en triacetato de 1,2,3-propanotriol (triacetina).

5 También son posibles otros tipos de revestimientos funcionales. Por ejemplo, revestimientos de poliuretano resistentes a la abrasión o de bajo punto de fusión. Otros aditivos en el revestimiento incluyen sustancias que absorben calor o radiación IR, como el nitrito de boro y el óxido de aluminio, que pueden proporcionar una red cerrada dentro de un componente de E-TPU utilizando los procedimientos descritos. También existe la posibilidad de colorear con cantidades muy pequeñas de pigmento en el revestimiento sin tener que colorear las partículas de espuma a granel.

10 Además, se puede aplicar una amplia variedad de fibras (plástico, vidrio, metal) a la superficie de las partículas de espuma antes de la soldadura, las cuales después del procesamiento conforman su propia red dentro de los componentes. Esto puede significar propiedades mecánicas mejoradas.

Sorprendentemente, se ha descubierto que proporcionando a las partículas de espuma según la invención un revestimiento de grafito se consigue una absorción de microondas suficiente para la soldadura.

15 Por lo tanto, la presente invención también hace referencia a un procedimiento para la producción de espumas de partículas mediante la unión térmica de las partículas de espuma según la invención descritas anteriormente por medio de radiación electromagnética de alta frecuencia, en particular, por medio de microondas. Se entiende por alta frecuencia la radiación electromagnética con frecuencias de al menos 100 MHz. En general, se utiliza radiación electromagnética en el rango de frecuencia entre 100 MHz y 300 GHz. De manera preferida se utilizan microondas en el rango de frecuencia entre 0,5 y 100 GHz, de manera particularmente preferida entre 0,8 y 10 GHz, y tiempos de irradiación entre 0,1 y 15 minutos.

20 Un recubrimiento con sustancias conductoras de electricidad permite una soldadura de partículas de espuma en un rango de frecuencia muy amplio. Incluso en rangos de frecuencia en los cuales el agua no se excita para resonar, las partículas de espuma revestidas se calientan preferentemente en las superficies de contacto.

25 En una forma de ejecución preferida de la invención, las partículas de espuma se recubren primero con una fina capa de grafito en un mezclador de tambor, se colocan en un molde que no absorbe microondas y a continuación se sueldan mediante un microondas.

30 A causa de la polaridad, el E-TPU absorbe fácilmente plastificantes, como los que se conocen, por ejemplo, de la química del PVC. Este efecto se puede utilizar para un recubrimiento sencillo y rápido de las partículas. Al E-TPU se le aplica una mezcla pastosa de plastificante y material de revestimiento (grafito según la invención) y se agita. El material de recubrimiento se distribuye finamente sobre la superficie de las partículas de E-TPU y se adhiere bien gracias al plastificante. Durante el tratamiento o calentamiento adicional de las partículas de E-TPU, el plastificante (a diferencia de las partículas de PS, PP) se introduce en las partículas de E-TPU y no altera la adhesión entre las partículas de espuma individuales cuando se unen térmicamente para conformar partículas de espuma.

35 Otro objeto de presente invención también consiste en espumas de partículas que se pueden obtener mediante el procedimiento conforme a la invención descrito anteriormente.

Ya que después de la soldadura el cuerpo de espuma moldeado es atravesado por una estructura tridimensional conductora en forma de panal, el cuerpo moldeado es permanentemente conductor debido a las partículas soldadas. Este efecto no se puede lograr simplemente usando grafito u hollín como relleno, ya que en este caso los rellenos estarían distribuidos homogéneamente dentro de las partículas de espuma.

40 Las partículas de espuma conforme a la invención a base de poliuretano termoplástico se pueden utilizar para producir componentes eléctricamente conductores que presentan una conductividad muy alta y simultáneamente una proporción muy baja de grafito, ya que la sustancia que proporciona conductividad no se distribuye en el polímero como era habitual hasta ahora, sino que sólo está presente en forma concentrada sobre la superficie de las partículas de polímero individuales y conformando así una red, y no está presente en el interior de las partículas.

45 La espuma de partículas conforme a la invención presenta preferentemente una resistencia volumétrica específica inferior a 10^6 [Ω mm²/m].

50 Para las espumas de partículas conforme a la invención son concebibles aplicaciones en todas las áreas donde se requiere un material particularmente elástico y al mismo tiempo ligero, por ejemplo, en los así denominados como envases protectores, es decir, para el envasado inteligente de productos altamente sensibles. Sin embargo, también son adecuados para suelos deportivos, así como para aplicaciones en la industria automotriz o en la ingeniería mecánica.

A causa de las propiedades antiestáticas y elastoméricas, las espumas de partículas conforme a la invención son adecuadas para aplicaciones en los sectores del deportes, calzado y embalaje, por ejemplo, para el calzado de seguridad o como embalaje para componentes o dispositivos electrónicos.

5 La conductividad térmica y eléctrica de las espumas según la invención se pueden modificar mediante estiramiento o compresión. Una espuma elástica puede mostrar un cambio en la conductividad o en la resistencia volumétrica específica cuando se comprime; esto se podría utilizar, por ejemplo, como sensor de presión.

Ejemplos

Sustancias de aplicación

10 E-TPU: Infinergy® 32-100 U10, partículas de espuma expandida, predominantemente de celda cerrada a base de poliuretano termoplástico, obtenidas por espumación de Elastollan® granulado de BASF Polyurethanes GmbH bajo presión y alta temperatura, densidades aparentes 110 g/l y 150 g/l.

15 Emulsión de grafito: Emulsión de grafito con al menos 99,5% de pureza en triacetina (triacetato de 1,2,3 propanotriol). Las partes en peso de grafito en polvo y plastificante indicadas en los ejemplos se agitaron en un vaso de vidrio utilizando una varilla de dispersión (Ultra Turrax) hasta la homogeneidad.

20 Emulsión de hierro: Emulsión de polvo de hierro carbonilo (polvo de hierro finamente dividido depositado de la fase gaseosa con al menos 99% de pureza y un tamaño de grano menor de 10 µm) en triacetina (triacetato de 1,2,3-propanotriol). Las partes en peso de polvo de hierro carbonilo y plastificante especificadas en los ejemplos se agitaron en un vaso de vidrio usando una varilla de dispersión (Ultra Turrax) hasta la homogeneización.

Adhesivo: Elastopave 6550/101 de la empresa BASF Polyurethanes GmbH, sistema de poliuretano compacto de 2 componentes

Equipo:

25 Sistema de microondas de laboratorio del tipo MLS-Ethos plus con una potencia máxima de 2,5kW.

Métodos de medición:

Para determinar la densidad aparente, se llenó un recipiente de 200 ml con las partículas expandidas y se determinó el peso utilizando una balanza. En este caso se puede suponer una precisión de ± 5 g/l.

El peso específico de las láminas de espuma se determinó según la norma DIN EN ISO 1183-1, A.

30 La resistencia de compresión de las láminas de espuma se midió según la norma DIN EN ISO 3386 al 10%, 25%, 50% y 75% de compresión.

La deformación por compresión de las láminas de espuma (espuma de calzado) se midió después del acondicionamiento (6h/50°C/50%) de acuerdo con ASTM D395.

La elasticidad de rebote de las láminas de espuma se determinó según la norma DIN 53512.

35 El alargamiento de rotura y la resistencia a la tracción se determinaron de acuerdo con la norma DIN 53504.

La conductividad y la resistencia volumétrica específica se determinaron según la norma DIN EN 61340.

Ejemplo B1:

40 Se mezclaron 97 partes en peso de las partículas de espuma E-TPU con una densidad aparente de 110 g/l en un recipiente sobre una cinta de rodillo de laboratorio eléctrica junto con una emulsión de 0,4 partes en peso de grafito en 2,6 partes en peso de triacetina. En 6 horas, las partículas de espuma E-TPU estaban envueltas por una capa completa y homogénea de grafito.

5 Se introdujeron 52 gramos de las partículas sueltas individuales encapsuladas de esta manera en un molde de cartón con la dimensión 220 mm x 110 mm x 15 mm. A través de la tapa de cartón se aplicó una ligera presión a las partículas. Este molde lleno se colocó en posición vertical en un ángulo de 50° en el borde exterior del plato giratorio de microondas de laboratorio y se irradió durante 90 segundos con una potencia de 400 vatios. Después de un breve tiempo de enfriamiento, se pudo retirar una lámina de espuma continua.

Ejemplo B2:

10 Se mezclaron 97,9 partes en peso de las partículas de espuma E-TPU con una densidad aparente de 150g/l en un recipiente sobre una cinta de rodillo de laboratorio junto con una emulsión de 0,2 partes en peso de grafito en 1,9 partes en peso de triacetina. En 6 horas, las partículas de espuma E-TPU estaban envueltas por una capa completa y homogénea de grafito.

15 Se introdujeron 60 gramos de las partículas sueltas individuales encapsuladas de esta manera en un molde de cartón con la dimensión 220 mm x 110 mm x 15 mm. A través de la tapa de cartón se aplicó una ligera presión a las partículas. Este molde lleno se colocó en posición vertical en un ángulo de 50° en el borde exterior del plato giratorio de microondas de laboratorio y se irradió durante 120 segundos con una potencia de 400 vatios. Después de un breve tiempo de enfriamiento, se pudo retirar una lámina de espuma continua.

Ejemplo B3:

20 Se mezclaron 97 partes en peso de las partículas de espuma E-TPU con una densidad aparente de 150g/l en un recipiente sobre una cinta de rodillo de laboratorio eléctrica junto con una emulsión de 0,4 partes en peso de grafito en 2,6 partes en peso de triacetina. En 6 horas, las partículas de espuma E-TPU estaban envueltas por una capa completa y homogénea de grafito.

25 Se cargaron 48 gramos de las partículas sueltas individuales encapsuladas de esta manera en un molde de Ultrason E2010 (polietersulfona) de BASF SE con las dimensiones de 150mm x 150mm x 70mm. A través de la tapa Ultrason desplazable se aplicó una ligera presión a las partículas. El molde lleno fue colocado en el borde exterior del plato giratorio de microondas de laboratorio y se irradió durante 90 segundos con una potencia de 400 vatios. Después de un breve tiempo de enfriamiento, se pudo retirar una lámina de espuma continua.

Ejemplo B4 (no en el marco de esta invención)

30 Se mezclaron en un recipiente 91,2 partes en peso de las partículas de espuma E-TPU con una densidad aparente de 150 g/l en una cinta de rodillo de laboratorio eléctrica junto con una emulsión de 6 partes en peso de polvo de hierro carbonilo con un tamaño de grano de < 10 mm en 2,8 partes en peso de triacetina. En 6 horas, las partículas de espuma E-TPU estaban envueltas por una capa completa y homogénea de grafito.

35 Se cargaron 56 gramos de las partículas sueltas individuales encapsuladas de esta manera en un molde de Ultrason E2010 (polietersulfona) de BASF SE con las dimensiones de 150mm x 150mm x 70mm. A través de la tapa Ultrason desplazable se aplicó una ligera presión a las partículas. El molde lleno fue colocado en el borde exterior del plato giratorio de microondas de laboratorio y se irradió durante 110 segundos con una potencia de 400 vatios. Después de un breve tiempo de enfriamiento, se pudo retirar una lámina de espuma continua.

Experimento comparativo V1:

Se soldaron con vapor 60 g de partículas de espuma E-TPU sin revestir con una densidad de 110 g/l para conformar moldes de espuma.

Experimento comparativo V2:

40 Se unieron 60 g de partículas de espuma E-TPU sin revestir con una densidad de 110 g/l con un 9% en peso de un adhesivo para conformar moldes de espuma.

Experimento comparativo V3:

Se unieron 60 g de partículas de espuma E-TPU sin revestir con una densidad de 110 g/l con un 23% en peso de un adhesivo para conformar moldes de espuma.

45 Las propiedades de las láminas de espuma de los ejemplos B1-B4 y de los experimentos comparativos V1- V3 están recopiladas en la tabla 1.

ES 2 830 262 T3

5 Las láminas de espuma de los ejemplos B1 y B2 presentan una mayor elasticidad de rebote que las láminas de espuma adheridas de los experimentos comparativos V2 y V3. También resulta ventajoso que la soldadura por microondas (ejemplos B1 y B2) permita pesos de componentes más reducidos que la soldadura por vapor (experimento comparativo V1). Se considera ventajoso un aumento de la elasticidad al rebote, así como una reducción del peso específico. Además, la alta conductividad eléctrica de las láminas de espuma de los ejemplos B1 a B4 es particularmente ventajosa en comparación con las láminas de espuma soldadas con vapor según el estándar (experimento comparativo V1) y las láminas de espuma adheridas (V2, V3).

Tabla 1: Propiedades de las láminas de espuma de los ejemplos B1 y B2 y los experimentos comparativos C1-C3

	B1	B2	B3	B4	V1	V2	V3
Dureza de compresión 1 0% [kPa]	15	30,4			78	20,3	26,8
Dureza de compresión 25%[kPa]	52,8	103,8			170	53	60,3
Dureza de compresión 50%[kPa]	151,6	275,7			366,7	142	156,9
Dureza de compresión 75%[kPa]	718,4	1607,3			1822	540,3	669,5
Peso específico [g/l]	165	229			253,5	135	152
Moldeo por compresión [%] (6h/50°C/50%)	72	62			28,9	43	35
Elasticidad de rebote [%]	59	64			70	55	55
Resistencia a la tracción [kPa]	64	294			1168	120	292
Alargamiento de rotura [%]	13	37			108	32	42
Especificaciones. Resistencia volumétrica [Ω mm ² /m]	66*10 ³	6,3*10 ³	6,5*10 ³	4,9*10 ⁵	1,7*10 ¹¹	1,3*10 ¹¹	1,6*10 ¹¹

REIVINDICACIONES

1. Partículas de espuma a base de elastómeros termoplásticos con un recubrimiento que contiene al menos una sustancia conductora de electricidad,
en donde las partículas de espuma están compuestas de poliuretano termoplástico; y
- 5 en donde el recubrimiento consiste en grafito; y
en donde la proporción de grafito alcanza de 0,1 a 1% en peso con respecto a las partículas de espuma revestidas.
2. Partículas de espuma según la reivindicación 1, caracterizadas porque presentan una densidad aparente en el rango de 30 a 250 kg/m³.
- 10 3. Procedimiento para la producción de partículas de espuma según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque las partículas de espuma se recubren con una emulsión de una sustancia conductora en un plastificante seleccionado entre ftalatos, ésteres de ácido alquilsulfónico, poliéteres, poliéteres esterificados, poliuretanos, poliuretanos lineales, poliamidas de bajo peso molecular, ésteres de ácido cítrico, éster de ácido adípico, éster diisononílico de ácido 1,2-ciclohexanodicarboxílico y éster de glicerol.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque las partículas de espuma de poliuretano termoplástico se recubren con una emulsión de grafito en triacetato de 1,2,3-propanotriol.
5. Procedimiento para la producción de espumas de partículas por unión térmica de partículas de espuma según una de las reivindicaciones 1 ó 2 mediante radiación electromagnética de alta frecuencia.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque las partículas de espuma se unen térmicamente mediante microondas en el rango de frecuencia entre 100 MHz y 300 GHz.
- 20 7. Espuma de partículas, que se puede obtener mediante el procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, caracterizada porque presenta una resistencia volumétrica específica inferior a 10⁶ [Q mm²/m], determinada en base a la norma DIN EN 61340.
8. Uso de la espuma de partículas según la reivindicación 7 para embalaje o calzado.