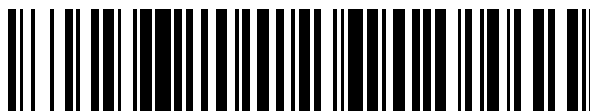


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 581**

51 Int. Cl.:

**C08J 3/205** (2006.01)  
**C08K 3/22** (2006.01)  
**C08J 5/00** (2006.01)  
**C08K 9/04** (2006.01)  
**B29C 47/10** (2006.01)  
**B29C 47/76** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2009 E 09008651 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.09.2014 EP 2154177**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de polímeros termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas y desaglomeradas, y dispositivo para el mismo**

30 Prioridad:

**12.08.2008 DE 102008038667**

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

**23.02.2015**

73 Titular/es:

**K+S AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
BERTHA-VON-SUTTNER-STRASSE 7  
34131 KASSEL, DE**

72 Inventor/es:

**GLENDÉ, CHRISTOPHER DAVID;  
AHLERT, SASCHA, DR.;  
SACHSE, JÖRG-HEINO, DR.;  
STAHL, INGO, PROF. DR.;  
VOGEL, WILLI;  
HOHMANN, JENS;  
SCHMIDT, RAINER y  
BLEDZKI, ANDRZEJ PROF. DR.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 529 581 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

Procedimiento para la fabricación de polímeros termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas y desaglomeradas, y dispositivo para el mismo

### Descripción

5 La presente solicitud se refiere a procedimientos para la fabricación de termoplásticos con carga que contienen partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, en donde éstas se agregan a los termoplásticos en forma de una suspensión o dispersión en un disolvente acuoso u orgánico. Adicionalmente, la presente solicitud se dirige a un dispositivo para fabricar termoplásticos que contienen como carga partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, en donde las partículas de hidróxido de magnesio se agregan en forma de suspensión o dispersión a los termoplásticos. Por último, la presente solicitud se dirige a los propios termoplásticos.

### Estado de la técnica

En general, la incorporación de cargas en plásticos es conocida tanto para modificar sus propiedades como para generar una reducción de costos. En cuanto al tamaño de partícula, estas cargas pueden ser de grano grueso o también nanométricas y, habitualmente, se incorporan al polímero en forma de polvo seco.

Los materiales sintéticos termoplásticos que contienen como carga materiales inorgánicos son generalmente conocidos y se encuentran presentes en innumerables ejemplos en la vida diaria. Estas cargas se mezclan, a menudo, en grandes cantidades porcentuales con el material base del polímero con el objetivo de conferirle determinadas propiedades. De esta forma, por ejemplo, con el uso de sulfato de bario como carga, debido a su elevada densidad intrínseca, se puede aumentar en gran medida el peso del polímero gracias a lo que se logra una mejor función de absorción del sonido. Con este mineral se puede obtener una función de absorción de los rayos X, lo que es muy interesante en el campo de la técnica médica. A través de la aplicación de cargas en los plásticos se pueden reducir, además, los costes de producción, puesto que las cargas inorgánicas tienen frecuentemente un precio menor que los polímeros utilizados. Las cargas inorgánicas, por ejemplo, las cargas usadas habitualmente tales como carbonato de calcio triturado o precipitado, talco o silicatos de capa, influyen en alto grado sobre las propiedades mecánicas del material polímero. El uso de cargas, frecuentemente en porcentajes elevados, tiene a menudo como consecuencia un incremento del módulo de elasticidad (Módulo E). Sin embargo, esto suele asociarse con valores reducidos de alargamiento a la rotura e impacto. Esta fragilización del material es a menudo problemática, pero es inevitable.

El hidróxido de magnesio se utiliza como carga funcional, por ejemplo en el campo de la protección contra el fuego. Confiere al polímero propiedades ignífugas. Esto se debe a que el hidróxido de magnesio, a temperaturas mayores que 300°C, cede el agua de cristalización, lo cual, en caso de incendio, enfría el polímero y forma, además, una capa de óxido protector y estable. Para poder alcanzar estas propiedades ignífugas, se requieren contenidos de carga en los polímeros de al menos 50% en peso. Con este contenido de carga se obtiene, según la prueba de protección contra el fuego UL94, desarrollada por el Laboratorio Underwriter de EE.UU., la clase ignífuga V0, si bien, en general, las propiedades mecánicas del plástico sufren un marcado deterioro causado por el alto grado de carga. En este caso, también se produce la fragilización del plástico, unida a una reducida resistencia al impacto y valores bajos de alargamiento a la rotura.

En el procedimiento de incorporación de cargas en termoplásticos existe la opción de incorporar la carga en forma de polvo finamente triturado por medio de una extrusora. En general, en los materiales termoplásticos y el uso de material de tamaño aparentemente nanométrico, las fuerzas de cizallamiento del o de los rodillos de la extrusora producen una desaglomeración sólo parcial de la carga nanométrica. Es decir, las cargas designadas como nanométricas están presentes en el polvo realmente como aglomerados de grano grueso de las nanopartículas. Las fuerzas de cizallamiento generadas en la extrusora no separan por completo las nanopartículas aglomeradas a escala micrométrica y, por consiguiente, tras la incorporación de materiales nanométricos, los materiales polímeros muestran un perfil de propiedades correspondiente al de los termoplásticos que contienen cargas de tamaño de partícula grueso.

Por el documento PCT/US02/17250 se conoce un procedimiento para fabricar nanomateriales compuestos basados en sílice mediante la extrusión en polimetilmetacrilato. De hecho, en esta patente la carga se funcionaliza con silanos, aunque como sustancias de partida se utilizan "tipos de sílice ahumada" aglomerados (Aerosil® de Degussa), que están presentes en forma de polvo aglomerado. Estos aglomerados, compuestos por partículas primarias nanométricas, se recubren con silanos, pero no las partículas primarias nanométricas. Éstas no se encuentran recubiertas individualmente.

Por el documento WO 2002/081574 se conoce el recubrimiento de polvo de hidróxido de magnesio en una mezcladora Henschel con aminosilanos, titanatos, circonatos y ácidos grasos y la incorporación subsiguiente en poliamidas. En este caso, sólo se recubren los aglomerados, no los cristales primarios, y la posterior incorporación en los polímeros tiene lugar de forma no desaglomerada.

De hecho, hasta ahora se han incorporado en termoplásticos solamente hidróxidos de magnesio aglomerados, compuestos por partículas primarias de grano grueso o nanométricas. También cuando se utilizan en este caso partículas primarias nanométricas, éstas se encuentran presentes en el termoplástico como aglomerados micrométricos, debido al proceso de secado para obtener el polvo seco que se usa, de manera que las propiedades mecánicas del polímero con carga se asemejan a las de plásticos con una carga formada por hidróxido de magnesio de grano grueso. La etapa de secado produce la aglomeración de las partículas nanométricas, las cuales tampoco pueden experimentar una desaglomeración completa por la fuerzas generadas durante el proceso de mezclado, por ejemplo en un dispositivo Ultraturax o un disolvedor, dado que estas fuerzas mecánicas no son suficientes.

La presente invención tiene la tarea de poner a disposición procedimientos que permitan mejorar las propiedades mecánicas de los polímeros tras la incorporación de cargas. Una tarea adicional de la presente invención es la puesta a disposición de procedimientos para la fabricación de termoplásticos rellenos con cargas, en especial, partículas de hidróxido de magnesio.

Por último, una tarea adicional de la presente invención es la puesta a disposición de dispositivos adecuados para llevar a cabo este procedimiento para la incorporación de cargas, en especial, de partículas de hidróxido de magnesio en termoplásticos.

### Breve descripción de los dibujos

Figura 1 muestra, a modo de ejemplo, un dispositivo según la invención para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

Figura 2 muestra una realización del dispositivo de alimentación para una dispersión o suspensión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, desaglomeradas y de grano grueso o nanométricas.

Figura 3 muestra fotografías realizadas por microscopia electrónica de barrido de un termoplástico según la invención con 40% en peso de hidróxido de magnesio nanométrico recubierto. En la parte izquierda se muestra una ampliación de 6.700 veces y, en el lado derecho, una sección de la imagen izquierda, ampliada 26.800 veces.

Figura 4 muestra los valores del Módulo E calculados por medición del alargamiento a la rotura.

### Descripción detallada de la invención

En un primer aspecto, la presente invención se dirige a un procedimiento para fabricar termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio recubiertas y desaglomeradas, de grano grueso y/o nanométricas, esencialmente en forma de sus partículas primarias recubiertas, que comprende las etapas de

- a) Puesta a disposición de un termoplástico;
- b) Puesta a disposición de partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, en forma de suspensión o dispersión en un disolvente acuoso u orgánico;
- c) Alimentación de las partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, como suspensión o dispersión a los termoplásticos;
- d) Mezcla de las partículas de hidróxido de magnesio con los termoplásticos calentados y fundidos;
- e) Eventualmente, separación del disolvente de la suspensión o dispersión de la mezcla de la etapa d).

Los termoplásticos con carga de partículas de hidróxido de magnesio de acuerdo con el procedimiento según la invención, se distinguen por mostrar mejores propiedades mecánicas, en particular un módulo de elasticidad mejorado.

En una realización, el procedimiento según la invención comprende, además, la etapa de extrusión del termoplástico que contiene partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas.

De manera especial, los termoplásticos con carga de partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas, esencialmente en forma de sus partículas primarias recubiertas, muestran propiedades mecánicas superiores tanto en relación con el módulo de elasticidad como con respecto a una menor fragilidad.

La expresión "termoplásticos con carga", tal como se usa en este documento, se refiere a termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio.

La expresión "nanométrica", tal como se usa en este documento, hace referencia a partículas con un diámetro medio ( $d_{50}$ ) de  $\leq 100$  nm. Preferiblemente, al menos 70%, 80%, por ejemplo 90%, en especial 95%, 98% o 99% de las partículas muestran un diámetro de  $\leq 100$  nm.

La expresión "de grano grueso", tal como se usa en este documento, hace referencia a partículas con un diámetro medio ( $d_{50}$ ) de  $> 100$  nm. Preferiblemente, al menos 70%, 80%, por ejemplo 90%, en especial 95%, 98% o 99% de las partículas tienen un diámetro de  $> 100$  nm.

El término “desaglomerado”, tal como se usa en este documento, significa que las partículas secundarias no están completamente presentes como partículas primarias, sino que estas partículas secundarias se encuentran claramente menos aglomeradas o agregadas que después de la etapa de secado de partículas primarias o secundarias no recubiertas. De este modo, el hecho de que cada partícula primaria esté recubierta facilita la realización de un desaglomerado eventualmente necesario. En el presente caso, gracias a las fuerzas mecánicas tales como fuerzas de cizallamiento generadas durante la mezcla de termoplásticos con las partículas de hidróxido de magnesio, las partículas primarias se descomponen en partículas aglomeradas de manera más laxa (desaglomeradas), de forma que el hidróxido de magnesio, en su forma de partículas primarias, está distribuido de la manera más extensa posible en los termoplásticos de modo homogéneo.

5  
10  
15  
Dado que las partículas de hidróxido de magnesio desaglomeradas y recubiertas se incorporan a los termoplásticos ya en forma de suspensión o dispersión, no es necesario proceder al desaglomerado y aislamiento de las partículas primarias en el termoplástico – al contrario de lo que sucede con el polvo seco usado según el estado de la técnica. De esta forma, se obtienen termoplásticos con cargas distribuidas homogéneamente y se superan los inconvenientes del empleo de cargas aglomeradas tales como la fragilidad del material, y se incrementa el módulo de elasticidad. Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se pone en contacto una suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio, de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas y eventualmente desaglomeradas con los termoplásticos, para mezclarlos a continuación. En este caso, los termoplásticos pueden estar presentes ya en forma fundida.

20  
Las partículas de hidróxido de magnesio presentes en la suspensión o dispersión se distinguen por tener, como partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, un completo recubrimiento de las partículas primarias individuales. Este completo recubrimiento de las partículas primarias se logra aportando por medio de un “procedimiento *in situ*”, durante la etapa de precipitación de la mezcla de reacción de hidróxido alcalino y la solución de sales de magnesio, los aditivos apropiados que permiten recubrir las partículas primarias (como se describe, por ejemplo, en la solicitud DE N° 10 2008 031 361.0 aún no publicada).

25  
30  
Esto significa que los materiales empleados como partículas de hidróxido de magnesio se obtienen poniendo en contacto una solución de sales de magnesio con una solución de hidróxido alcalino, con la formación de una mezcla de reacción para la precipitación de partículas primarias de hidróxido de magnesio recubiertas, en donde al menos la solución de sales de magnesio o la solución de hidróxido alcalino contiene uno de los aditivos A, B y/o C, o al hacer contactar una de las dos soluciones, al menos uno de los aditivos A, B y/o C presentes entra en contacto al mismo tiempo con las mezclas de reacción obtenidas de las dos soluciones, en donde los aditivos son un inhibidor del crecimiento A, un dispersante B y/o una solución acuosa de ácidos grasos C, o mezclas de los mismos.

35  
De esta forma, resulta posible la fabricación de partículas de hidróxido de magnesio pre-recubiertas, en donde las partículas de hidróxido de magnesio se distinguen por que cada una de las partículas primarias de hidróxido de magnesio está completamente recubierta, puesto que durante el proceso de precipitación se forma un recubrimiento de la superficie gracias a la presencia de los citados aditivos. Estas partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas y desaglomeradas están presentes en forma de suspensión o dispersión, y se hacen contactar directamente en esta forma con los termoplásticos (tal como se describe, por ejemplo, en la solicitud DE N° 10 2008 031 361.0 aún no publicada).

40  
Eventualmente, se puede llevar a cabo, como proceso de desaglomeración, un tratamiento mediante un molino de perlas o de ultrasonidos. En este procedimiento, las partículas se dotan de un recubrimiento adicional de la superficie mediante la aportación de aditivos o mezclas de aditivos apropiados. En este caso, estos procesos de desaglomeración tienen lugar de manera dependiente del disolvente con diferentes dispersantes. Cuando se utiliza un disolvente orgánico, se emplea un dispersante D, en tanto que cuando se usa un disolvente acuoso, se utiliza un dispersante B que puede ser idéntico al dispersante B usado durante la reacción de precipitación.

45  
En una realización del procedimiento, las partículas de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas se obtienen por trituración con perlas de la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio no recubiertas o pre-recubiertas en un disolvente acuoso, en presencia de un dispersante B o, en un disolvente orgánico, en presencia de un dispersante D.

50  
55  
60  
Las partículas de grano grueso o nanométricas, compuestas por hidróxido de magnesio, obtenidas durante el proceso de desaglomeración por un molino de perlas o ultrasonidos, se estabilizan de forma electrostática y/o estérica mediante la adición de dispersante B (disolvente acuoso) o dispersante D (disolvente orgánico), quedando protegidas de este modo contra la reaglomeración. La polaridad de los recubrimientos de las partículas se adapta eventualmente, por medio del dispersante B o dispersante D apropiados, a la posterior matriz polímera diana, facilitándose de este modo la subsiguiente incorporación en los termoplásticos. El recubrimiento actúa también como elemento espaciador, puesto que las superficies cristalinas de las partículas de grano grueso y/o nanométricas no pueden tocarse, impidiendo así un crecimiento conjunto de las partículas nanométricas en agregados de mayor tamaño. Igualmente, los dispersantes B o dispersantes D agregados durante las etapas de desaglomeración pueden portar ya grupos funcionales capaces de unir covalentemente después las partículas de grano grueso y/o nanométricas a la matriz polímera para hacer posible entonces una mejora importante de las propiedades mecánicas del material polímero.

Por medio del empleo de partículas de hidróxido de magnesio recubiertas es posible incorporar las partículas en el termoplástico y aislar las partículas durante el proceso de mezclado para lograr una distribución homogénea de las partículas primarias recubiertas en el termoplástico. Para ello, las partículas de hidróxido de magnesio se alimentan al termoplástico como una suspensión o dispersión de grano grueso y/o nanométrica. Esto tiene lugar preferiblemente en una extrusora en la que se puede llevar a cabo la mezcla de las partículas de hidróxido de magnesio con el polímero eventualmente ya fundido.

En una realización preferida de la presente invención, la suspensión o dispersión de las partículas de hidróxido de magnesio contiene aún termoplástico en forma sólida, preferiblemente como granulado, antes de agregarla a la extrusora. Cuando el termoplástico con carga debe tener un nivel de contenido de carga de al menos 40% en peso, tal como al menos 50% en peso y, de forma especial, de al menos 60% en peso, se prefiere muy especialmente alimentar una suspensión o dispersión al dispositivo de mezcla tal como la extrusora, en la cual las partículas de hidróxido de magnesio están previamente mezcladas con el termoplástico, por ejemplo en forma de granulado.

Preferiblemente, las partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, no se sometieron a ninguna etapa de secado para minimizar o evitar la formación de aglomerados.

Al contrario que en el material de partículas de hidróxido de magnesio usado en la actualidad para incorporar en termoplásticos, que son de hecho productos triturados mecánicamente y en los cuales se deben disgregar los aglomerados, las partículas de hidróxido de magnesio empleadas en el presente caso son partículas primarias recubiertas individualmente, de modo que la desaglomeración de los aglomerados en partículas primarias es convenientemente posible.

Desde el punto de vista de la energía y tiempo invertidos, este procedimiento es claramente menos costoso que la trituración mecánica que se requiere en los agregados según el estado de la técnica. Asimismo, con el material pre-recubierto es posible alcanzar distribuciones de tamaño de partícula claramente menores por medio de la molienda con perlas o por ultrasonidos. La trituración del material actual, usando ultrasonidos, requiere mayores cantidades de energía y no resulta conveniente desde el punto de vista económico. En la mezcla de partículas de hidróxido de magnesio en suspensión o dispersión con los termoplásticos fundidos, las fuerzas mecánicas generadas durante la mezclado, por ejemplo en una extrusora o amasadora, son suficientes para disgregar los aglomerados laxos que se hayan podido formar eventualmente y obtener, de este modo, termoplásticos en los que estén presentes partículas esencialmente primarias de hidróxido de magnesio.

Un aspecto esencial del procedimiento según la invención, de acuerdo con las etapas b) y c), consiste en que las partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas y desaglomeradas, no se utilizan como polvo seco, en el cual las partículas están presentes como aglomeraciones, sino preferiblemente como partículas desaglomeradas, recubiertas y, eventualmente, funcionalizadas, preferiblemente partículas primarias, en forma de suspensión o dispersión.

El hidróxido de magnesio usado como material de partida muestra una densidad reducida. De esta forma, es posible fabricar materiales compuestos ligeros como componentes terminados. Estas piezas de construcción ligeras de base polímera encuentran aplicación en diversos campos tales como, por ejemplo, en la construcción de aeronaves, vehículos o ferrocarriles. Adicionalmente, los materiales de partida para la fabricación de nanopartículas de hidróxido de magnesio tienen un costo favorable y, por consiguiente, permiten fabricar productos terminados de costo también favorable. El hidróxido de magnesio tiene la ventaja adicional de que las nanopartículas de hidróxido de magnesio, debido al agua de cristalización que incorporan, ceden rápidamente su agua de cristalización a través de su gran superficie y, en caso de incendio, se produce un rápido enfriamiento del polímero y se puede formar, a continuación, una capa de óxido protectora. Por esta razón, los termoplásticos con carga según la invención son apropiados también como agentes de protección contra el fuego. Como ventaja adicional del procedimiento según la invención cabe mencionar que, mediante el uso de aditivos de estabilización estérica, en especial aditivos funcionalizados, éstos simplifican el acoplamiento de las partículas de hidróxido de magnesio con los termoplásticos. De esta forma, se logra por primera vez una completa unión de las nanopartículas con la matriz polímera. Precisamente, en el caso de nanopartículas, con cuya incorporación desaglomerada no cabe temer la fragilidad del polímero, sino que cabe esperar la aparición de propiedades que modifican la tenacidad, se alcanza una mejora del alargamiento a la rotura y de la resistencia a la flexión por choque, así como un aumento del módulo E.

Por último, resulta interesante el aspecto económico. Sobre todo con el uso de ultrasonidos, es posible alcanzar en gran medida una producción económica de polímeros termoplásticos y materiales polímeros dotados de carga.

Tal como se ha descrito anteriormente, como material de partida se puede utilizar hidróxido de magnesio de grano grueso o nanométrico, preparado según el procedimiento descrito más arriba, cuyas partículas primarias tienen un recubrimiento previo con el inhibidor de crecimiento A, el dispersante B y/o la solución acuosa de estearato C. En función del aditivo empleado, la suspensión o dispersión obtenida se puede someter directamente a una molienda de perlas o a un tratamiento con ultrasonidos, o se lleva a cabo un secado previo de las partículas de hidróxido de magnesio, cuando se debe cambiar el disolvente. Este secado se puede efectuar, por ejemplo, mediante secado por pulverización. Si el hidróxido de magnesio pre-recubierto fabricado de este modo se somete a secado por pulverización, se forma un polvo de hidróxido de magnesio nanométrico o de grano grueso que muestra una

aglomeración laxa y que está recubierto respectivamente con el inhibidor de crecimiento A, el dispersante B y/o la solución acuosa de estearato C.

5 Este polvo se puede desaglomerar en un disolvente acuoso u orgánico, por medio de un molino de perlas, con ayuda de dispersantes B o D de estabilización estérica apropiados. Como resultado, se obtienen dispersiones de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas en un disolvente acuoso u orgánico (tal como se describe, por ejemplo, en la Solicitud DE N° 10 2008 031361.0 aún no publicada, a la cual se hace referencia).

A continuación, estas dispersiones se pueden incorporar según la invención en los termoplásticos.

10 El dispersante B posee uno o múltiples grupos aniónicos en su molécula. Puede estar presente, por ejemplo, en forma de molécula de bajo peso molecular, monómero, oligómero o como polímero. Igualmente, el dispersante B se puede usar como sal de este compuesto, en donde la cadena principal que contiene múltiples grupos aniónicos puede ser también ramificada o cíclica, con estructuras parciales hidrófobas y/o hidrófilas. Estos grupos aniónicos, por ejemplo, grupos carboxi, fosfonato, fosfato, sulfonato o sulfato, determinan un acoplamiento aniónico de la molécula de aditivo sobre la superficie de la carga, dado que pueden interactuar con la superficie del hidróxido de magnesio. Las cadenas principales oligómeras o polímeras adicionalmente presentes y, eventualmente, las cadenas laterales adicionales permiten una estabilización complementaria de tipo electrostático y/o estérico, impidiendo así una reaglomeración. Las cadenas laterales pueden estar compuestas por estructuras parciales semipolares y/o hidrófilas. Proporcionan, además, a las partículas una polaridad externa que, en función del dispersante B, hace aparecer la partícula más hidrófila o más hidrófoba y permite, mediante la adaptación de la polaridad, una incorporación más sencilla en una matriz polímera e impide la aglomeración en el polímero, de manera que, tras su incorporación, las partículas de hidróxido de magnesio se encuentran desaglomeradas y homogéneamente distribuidas en la matriz polímera. También estos dispersantes B para disolventes acuosos pueden contener otros grupos terminales reactivos y, por lo tanto, estar funcionalizados. Estos grupos funcionalizados comprenden grupos hidroxilo, así como también dobles enlaces y grupos amina y tiol. Con ayuda de estos grupos funcionales se puede producir posteriormente una unión covalente con los componentes del polímero, por ejemplo, grupos OH con un diisocianato, con la formación de un poliuretano.

El dispersante B exhibe una buena solubilidad en agua, puesto que, de acuerdo con la invención, está presente en la mezcla de reacción para la fabricación de partículas de hidróxido de magnesio, o se encuentra en la suspensión o dispersión acuosas de partículas de hidróxido de magnesio a la que se agrega el disolvente acuoso.

30 La cantidad de dispersante B puede variar. Habitualmente, el dispersante B está en una concentración de entre 0,1 y 20% en peso con respecto al contenido sólido de  $Mg(OH)_2$ .

35 En los disolventes orgánicos se utiliza el dispersante D. El dispersante D puede tener un bajo peso molecular, ser un monómero, un oligómero o estar presente como polímero. Este dispersante D para disolventes orgánicos posee, al igual que el dispersante B, uno o múltiples grupos aniónicos, por ejemplo, grupos sulfonato, sulfato, fosfonato, fosfato o carboxi. Permiten la correspondiente interacción con la superficie de las partículas de hidróxido de magnesio y hacen posible la estabilización electrostática y/o estérica de las partículas formadas, evitando de este modo una reaglomeración. Así, una realización de la presente invención está dirigida a partículas de hidróxido de magnesio preparadas en la etapa b), en un disolvente orgánico, recubiertas con un dispersante D.

40 Estos dispersantes D con acción de estabilización pueden contener cadenas principales y, eventualmente, cadenas laterales oligómeras o polímeras adicionales que, por una parte, hacen posible una estabilización estérica y, por otra parte, pueden ser portadoras de uno o múltiples grupos terminales que están en posición de interactuar con el polímero diana y, eventualmente, de unirse de manera covalente con el polímero diana. Estos grupos terminales reactivos, designados también como funcionalización, son, por ejemplo, dobles enlaces, grupos hidroxilo, amina, tiol, isocianato o epoxi.

45 El dispersante D puede estar presente como molécula de bajo peso molecular, monómero, oligómero o como polímero. Las cadenas laterales pueden estar compuestas por estructuras parciales hidrófobas y/o hidrófilas.

El dispersante D de estabilización estérica se usa en concentraciones de 0,1 hasta 20% en peso con respecto al contenido sólido de  $Mg(OH)_2$ .

Según la invención, las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas pueden estar funcionalizadas.

50 En una realización según la invención, las partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso y/o nanométricas, recubiertas, desaglomeradas y, preferiblemente, funcionalizadas están presentes en un disolvente acuoso recubiertas con un dispersante B, y en otra realización, las partículas de hidróxido de magnesio se encuentran en un disolvente orgánico recubiertas con un dispersante D.

55 Preferiblemente, el recubrimiento superficial de las partículas de hidróxido de magnesio se lleva a cabo en función del termoplástico. Por ejemplo, si la suspensión o dispersión de hidróxido de magnesio se incorpora en un polímero apolar tal como, por ejemplo, polietileno o polipropileno, también el dispersante B o D es un dispersante apolar. De

- manera alternativa, es posible el uso de una solución acuosa de estearato C u otra solución de ácido graso. Los diferentes dispersantes se pueden usar, eventualmente, en combinación con un inhibidor de crecimiento A. Dado que los ácidos grasos apolares en disolventes acuosos carecen, por lo general, de cualquier propiedad de estabilización estérica, tras la precipitación *in situ* se obtienen suspensiones de partículas de hidróxido de magnesio recubiertas aglomeradas de manera laxa, tal como se describe, por ejemplo, en la solicitud DE N° 10 2008 031361.0 aún no publicada. Por lo general, estos aglomerados laxos se pueden desaglomerar más fácilmente por medio de las fuerzas de cizallamiento, por ejemplo de los rodillos de extrusión en el procedimiento de extrusión, o durante el amasado, de forma que las partículas primarias están presentes de manera casi completamente aislada en los termoplásticos.
- Lo mismo es válido para el empleo de disolventes orgánicos en combinación con el dispersante D. También en este caso, el dispersante D se selecciona en función de la polaridad del polímero diana.
- En una realización, las partículas de hidróxido de magnesio se pueden utilizar como suspensión o dispersión directamente después de la reacción de precipitación. De manera alternativa, se lleva a cabo un tratamiento adicional de las partículas de hidróxido de magnesio para mejorar la distribución del tamaño de partícula, y para mejorar la capacidad de desaglomeración se realiza un tratamiento con ultrasonidos o una molienda de perlas como proceso de trituración.
- Como agentes que permiten un recubrimiento *in situ* de las partículas primarias de hidróxido de magnesio precipitadas cabe citar los dispersantes B, así como una solución acuosa de estearato C. Eventualmente, además, puede estar presente el inhibidor de crecimiento A. Es decir, en una realización, las partículas de hidróxido de magnesio preparadas en la etapa b) están recubiertas en un disolvente acuoso con un estearato C. En una realización adicional, las partículas de hidróxido de magnesio preparadas en la etapa b) pueden estar recubiertas, adicionalmente, con un inhibidor de crecimiento A.
- Este inhibidor de crecimiento A es, por ejemplo, uno como el que se describe en el estado de la técnica, por ejemplo, en el documento DE 10357116 A1. El inhibidor de crecimiento se distingue por tener al menos dos grupos aniónicos. Preferiblemente, el inhibidor contiene como grupos aniónicos al menos dos de los grupos siguientes: un grupo sulfato, sulfonato, fosfonato, carboxi o fosfato, preferiblemente al menos dos de estos grupos idénticos. Alternativamente, pueden estar presentes también dos grupos aniónicos diferentes (tal como se describe, por ejemplo, en la solicitud DE N° 10 2008 031361.0 aún no publicada).
- Estos grupos aniónicos permiten un acoplamiento aniónico del aditivo con la superficie de la partícula de hidróxido de magnesio.
- Los inhibidores de crecimiento A pueden encontrarse en forma funcionalizada, es decir, pueden contener uno o múltiples grupos terminales reactivos, por ejemplo grupos hidroxilo que, posteriormente puede interaccionar como grupos funcionales con un polímero y formar, por ejemplo, uniones covalentes. A modo de ejemplo, se pueden citar las uniones covalentes que se establecen entre grupos OH y un diisocianato presente en el polímero, con la formación de un poliuretano. Estos grupos reactivos pueden ser, además, dobles enlaces, grupos hidroxilo, amina y tiol.
- La solución de estearato C es una solución acuosa de estearato, es decir, una solución de estearato sódico. El estearato se puede agregar en forma sólida a una de las soluciones mencionadas, la solución de sales de magnesio o la solución de hidróxido alcalino, estando presente de esta forma durante la precipitación. Debido a sus grupos carboxi como grupos aniónicos, el estearato envuelve la partícula primaria de hidróxido de magnesio formada durante la precipitación y la recubre de manera correspondiente. Las partículas obtenidas de esta forma exhiben aglomerados laxos y un comportamiento mejorado de desaglomeración.
- El disolvente para las partículas de hidróxido de magnesio, usadas según la invención en forma de suspensión o dispersión, puede ser un disolvente acuoso u orgánico habitual. Como disolventes orgánicos se pueden utilizar, por ejemplo: etanol, propanol, butanol, acetona, metiletilcetona, tolueno, acetato etílico y gasolina blanca. Además, como disolventes orgánicos se pueden utilizar plastificantes a base de ftalatos. Disolventes acuosos pueden ser disolventes acuosos habituales tales como agua y mezclas de agua y alcohol.
- De manera conveniente, los disolventes se evaporan durante la entrada en contacto y/o la mezcla de las partículas de hidróxido de magnesio con los termoplásticos fundidos. Eventualmente, la mezcla de termoplástico y partículas de hidróxido de magnesio se puede seguir calentando para permitir la evaporación eventualmente completa del disolvente.
- Preferiblemente, el disolvente de la suspensión o dispersión se purga en al menos una zona de desgasificación del dispositivo usado para la realización del procedimiento, por ejemplo, una extrusora.
- El grado de carga con partículas de hidróxido de magnesio de los termoplásticos durante la realización del procedimiento según la invención es de 0,5 hasta 80% en peso de contenido de carga en el polímero y, en este caso, la suspensión o dispersión usadas tienen un contenido sólido de partículas de hidróxido de magnesio de 0,1 hasta 70% en peso.

En este sentido, los termoplásticos se seleccionan de materiales sintéticos termoplásticos: polipropilenos, polietilenos, etilvinilacetatos, cloruros de polivinilo, poliamidas, poliésteres, poli(met)acrilatos, polimetil(met)acrilatos, policarbonatos, acrilonitrilo-butadieno-estirenos, poliestirenos, estireno-butadienos, acrilonitrilo-estirenos, polibutenos, tereftalatos de polietileno, tereftalatos de polibutileno, polifeniléteres modificados, policetonas alifáticas, poliarilsulfonas, sulfuros de polifenileno.

De manera preferible, se trata de termoplásticos apolares tales como polipropileno o polietileno, o de termoplásticos polares tales como etilvinilacetato (EVA) y poliamidas.

Además, se describe un dispositivo para la fabricación de termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, en donde las partículas de hidróxido de magnesio se agregan en forma de suspensión o dispersión a los termoplásticos. El dispositivo posee al menos un dispositivo de alimentación para el polímero termoplástico, un dispositivo de alimentación para una suspensión o dispersión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, desaglomeradas; una primera zona, en la que se incorpora el termoplástico a través del dispositivo de alimentación, una segunda zona, en la que se incorpora la suspensión o dispersión de las partículas de hidróxido de magnesio a través del dispositivo de alimentación, eventualmente, una primera zona de desgasificación, eventualmente, una segunda zona de desgasificación, una zona que se puede calentar para fundir el termoplástico, y un dispositivo para mezclar los termoplásticos fundidos y las partículas de hidróxido de magnesio.

En una realización, el dispositivo es un dispositivo de extrusión, en el cual el dispositivo para mezclar los termoplásticos fundidos y las partículas de hidróxido de magnesio, es preferiblemente un husillo de extrusión que se puede calentar (husillo de extrusión simple o doble). La alimentación de la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio se lleva a cabo, preferiblemente, con la ayuda de una bomba a través del dispositivo de alimentación.

El dispositivo se explica más detalladamente haciendo referencia a la Figura 1.

El dispositivo comprende una primera zona de la extrusora 1 (primer dispositivo de alimentación), a la que se agregan los materiales de partida, el termoplástico (granulado) 4, y una segunda zona (segundo dispositivo de alimentación 3), a través del que se incorpora la suspensión o dispersión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, desaglomeradas y, eventualmente, funcionalizadas. El termoplástico 4 se agrega a través de un dispositivo de alimentación 2 en una primera zona de la extrusora 1. Seguidamente, con ayuda de un husillo de extrusión 11, el polímero termoplástico (termoplástico 4) se transporta en dirección a la abertura de salida 9, por ejemplo, una boquilla. A través de un segundo dispositivo de alimentación 3 se agrega la dispersión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, desaglomeradas y, eventualmente, funcionalizadas, a una segunda zona de la extrusora. Preferiblemente, esta adición tiene lugar con ayuda de una bomba 6, por ejemplo, una bomba rotativa. Esta bomba 6 impulsa la suspensión o dispersión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas y desaglomeradas desde un depósito de almacenamiento/contenedor intercambiable 5 hasta el dispositivo de alimentación 3. La segunda zona, en la que se agrega la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio a través del dispositivo de alimentación, es eventualmente parcial o totalmente convergente con una primera zona de desgasificación 7. Especialmente cuando el polímero termoplástico se encuentra en estado fundido al incorporar las partículas de magnesio, al agregar la suspensión o dispersión de hidróxido de magnesio se produce una evaporación inmediata del disolvente hacia la zona de desgasificación 7. Con la ayuda de elementos adecuados es posible retirar este disolvente en estado gaseoso del sistema. El husillo de extrusión 11 preferiblemente se puede calentar para permitir la fusión del termoplástico. El dispositivo tiene, eventualmente, una segunda zona de desgasificación 8, en la que se retiran los compuestos en estado gaseoso, por ejemplo, vapor de agua u otros componentes, en particular disolventes de las partículas de hidróxido de magnesio. La zona del dispositivo que se puede calentar puede extenderse por toda la extrusora o, alternativamente, la zona que se puede calentar puede estar dispuesta sólo después de la región de alimentación ("segunda zona") para la suspensión o dispersión que contiene partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, desaglomeradas. En este caso, ésta requiere la presencia de una segunda zona de desgasificación 8 para eliminar el disolvente evaporado. El dispositivo restante adicional para mezclar el termoplástico fundido con las partículas de hidróxido de magnesio es, preferiblemente, el husillo de extrusión 11, que puede estar presente como husillo simple o doble. De manera alternativa, la mezclado homogénea se puede llevar a cabo también con otros medios habituales tales como con una amasadora. Con la ayuda del husillo, las partículas de hidróxido de magnesio se distribuyen homogéneamente en el termoplástico fundido. Por otra parte, el husillo conduce esta mezcla homogénea de termoplástico y partículas de hidróxido de magnesio en dirección a la abertura de salida 9. Ésta lleva a la compresión de la mezcla homogénea de termoplástico y partículas de hidróxido de magnesio en una zona de compresión, para extruirla finalmente en la zona de salida a través de la abertura de salida 9, habitualmente una boquilla, y obtener una cuerda de termoplástico 10 con carga de partículas de hidróxido de magnesio.

El dispositivo de alimentación 3 se ha seleccionado de tal forma que la dispersión/suspensión fría se incorpora en el material portador caliente ya fundido. La adición de la dispersión/suspensión se lleva a cabo a través de un aislante especialmente desarrollado que deposita la dispersión/suspensión fría directamente en el doble husillo. La



geometría del doble husillo se ha seleccionado de tal forma que en/cerca del lugar del dispositivo de alimentación 3 se encuentra la zona de expansión del husillo.

La posición de los dispositivos de alimentación 2, 3 (zonas de dosificación) debe estar adaptada al volumen de capacidad y a la proporción UD de la extrusora de doble husillo.

5 La proporción UD (longitud/diámetro) es de entre 1/25 y 1/38. Se utilizó una proporción UD de 1/32.

El dispositivo comprende:

- 1) Una zona de entrada 2 refrigerada, con abastecimiento del granulado o polvo 4;
- 2) Una zona para la fusión y homogeneización del termoplástico;
- 10 3) Alimentación de la suspensión/dispersión 3 con ayuda de una bomba rotativa 6 que, bajo una presión uniforme, suministra cuidadosamente esta suspensión/dispersión a través de un aislante de teflón al husillo de extrusión;
- 4) Zona de expansión, en la que la mezcla se homogeneiza y funde por completo;
- 15 5) Retirada del disolvente en una primera zona de desgasificación 7, seguida eventualmente de zonas adicionales de desgasificación 8, por ejemplo, en presencia de un contenido más alto de disolvente de la suspensión/dispersión.

El aislante de teflón se dispone, por ejemplo, después de una cuarta parte de la longitud de la extrusora.

20 Este termoplástico se puede seguir procesando a continuación, según procedimientos habituales. Por ejemplo, la cuerda de polímero relleno 10 obtenida se puede granular con ayuda del correspondiente dispositivo, para preparar de esta forma un lote maestro, que se utiliza entonces para el procesamiento subsiguiente. Este procesamiento subsiguiente puede ser, por ejemplo, un procedimiento de moldeo por inyección, dirigido a la fabricación de los productos deseados.

25 En realizaciones preferidas, el suministro de la dispersión se efectúa con ayuda de una bomba rotativa con contenedor intercambiable (Figura 2). En este contenedor intercambiable, un compresor de émbolo 12 comprime la suspensión o dispersión desde el depósito de almacenamiento/contenedor intercambiable 5 en dirección a la bomba rotativa 6. Esto es especialmente adecuado para suspensiones o dispersiones con un alto contenido de sólidos, por ejemplo, para suspensiones o dispersiones con un contenido de sólidos de hasta 60% en peso. Esta bomba permite una capacidad de transporte uniforme.

30 Por último, la presente solicitud se refiere a termoplásticos que contienen partículas de hidróxido de magnesio recubiertas, de grano grueso y/o nanométricas, desaglomeradas y, eventualmente, funcionalizadas en forma de partículas primarias que se pueden obtener por el procedimiento según la invención. De acuerdo con la invención, el grado de carga con partículas de hidróxido de magnesio del termoplástico dotado de carga es de 60 a 80% en peso de contenido de carga en el polímero. Las partículas de hidróxido de magnesio usadas se obtienen preferiblemente según un procedimiento *in situ*, tal como se describe en la solicitud DE N° 10 2008 031 361.0 aún no publicada.

35 Estos termoplásticos se distinguen por tener propiedades mecánicas mejoradas, en particular un módulo de elasticidad (Módulo E) mejorado. Adicionalmente, se puede reducir la tendencia a la fragilidad.

A continuación, la invención se explicará de forma más detallada, haciendo referencia a un ejemplo, sin que ésta esté limitada al mismo.

### Ejemplos

40 Para el suministro de la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio se utilizó un dispositivo de extrusión equipado con una bomba rotativa con un compresor de émbolo. A través del primer dispositivo de alimentación, se suministró a la extrusora un termoplástico, Escorene UL 00119 (etilvinilacetato, EVA, Exxon). La extrusora está equipada con un husillo de extrusión que se puede calentar. El husillo de extrusión hace fundir el termoplástico suministrado en forma de polvo o granulado. Sobre el termoplástico fundido y por medio de una bomba rotativa con compresor de émbolo, a través de un segundo dispositivo de alimentación situado en la segunda zona, en la cual se agrega a la extrusora la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio a través del dispositivo de alimentación, se mezcla esta suspensión o dispersión con el polímero termoplástico fundido. En el caso presente, se utilizó en un primer experimento EVA con un nivel de carga de 50% en peso de Mg(OH)<sub>2</sub> de grano grueso (d<sub>50</sub> de aprox. 10.000 nm) o 50% en peso de Mg(OH)<sub>2</sub> nanométrico (d<sub>50</sub> 98 nm).

50 El granulado de etilvinilacetato para la preparación de una probeta, con una parte de 50 y 60% en peso de hidróxido de magnesio nanométrico, recubierto y desaglomerado, se llevó a cabo mezclando el granulado puro de EVA con granulado de EVA relleno con hidróxido de magnesio nanométrico (lote maestro). Este lote maestro se suministró entonces a la extrusora a través del dispositivo de alimentación.

En la Figura 3 se representan fotografías de microscopía electrónica de barrido de los lotes de granulado obtenidos. La diferencia relativa a la distribución de partículas es evidente. Se muestran muchas partículas de hidróxido de

magnesio con un tamaño de grano de alrededor de 100 nm y sólo se pueden reconocer pocos aglomerados aislados. Las nanopartículas están distribuidas homogéneamente en la matriz polímera y se encuentran adecuadamente unidas a la misma.

5 Las cuerdas de termoplástico con carga obtenidas se granularon según procedimientos conocidos. A partir de estos lotes de granulado se prepararon seguidamente probetas por medio de un procedimiento conocido de moldeo por inyección. Para ello, el polímero se fundió a 210°C y se suministró a un molde calentado a 60°C a una velocidad de 210 mm/min. Con respecto al EVA puro, en la fabricación de bastoncillos de ensayo compuestos por 50% en peso de EVA y 50% en peso de partículas de hidróxido de magnesio de tamaño de grano grueso fueron necesarias presiones más altas para la inyección. En el material de tamaño nanométrico, la incorporación del material fue más sencilla con respecto al material de tamaño de grano grueso. De todos modos, se requirieron aún presiones más altas.

15 Para la fabricación de las probetas compuestas por 40% en peso de EVA con un nivel de carga de 60% en peso de hidróxido de magnesio nanométrico, recubierto y desaglomerado, se redujo la temperatura de la zona de entrada a 50°C. En la fabricación de esta probeta se observó un enfriamiento claramente más rápido. En general, fue posible establecer que los bastoncillos de EVA con carga de partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas, en comparación con las probetas en forma de bastoncillo, fabricadas con hidróxido de magnesio de grano grueso, se pudieron preparar de manera esencialmente más sencilla como consecuencia de una mejor fluidez. Asimismo, se pudo observar un enfriamiento significativamente más rápido de las probetas con hidróxido de magnesio nanométrico, recubierto y desaglomerado, con respecto a las probetas con hidróxido de magnesio de grano grueso o con las probetas desprovistas de carga.

#### Caracterización mecánica

25 Para la caracterización mecánica de las probetas se llevaron a cabo mediciones de alargamiento a la rotura (Figura 4). En estos ensayos se investigó la dependencia de la mecánica de rotura del tamaño de partícula, dado que, de acuerdo con la experiencia, las nanopartículas muestran diferentes mecánicas de rotura en los polímeros en comparación con las cargas de grano grueso.

Los ensayos de tracción se llevaron a cabo de acuerdo con la norma DIN EN ISO 527. Antes de la realización del ensayo, las probetas se almacenaron durante 16 horas bajo condiciones climáticas normales. Dimensión de la probeta: bastoncillos acodados 2 según la norma (DIN EN ISO 527-3 Tipo 1 a 3); velocidad de ensayo: 50 mm/min.

30 En los ensayos de tracción realizados, fueron especialmente llamativos los resultados del módulo de elasticidad. Se demostró que a partir de un contenido de carga de 60% en peso de hidróxido de magnesio nanométrico, recubierto y desaglomerado, se cuadruplicó de manera reproducible el módulo E, en comparación con el hidróxido de magnesio de grano grueso, con un nivel de carga también de 60% en peso. Este incremento significativo del módulo E desde 243 N/mm<sup>2</sup> hasta 816 N/mm<sup>2</sup> se puede atribuir aparentemente a la superficie de carga fuertemente aumentada que, tras un examen intensivo de las fotografías de microscopia electrónica de barrido, muestra una buena interacción con la matriz polímera. A través del contacto superficial aumentado de la carga nanométrica con el polímero se produjo una acción de refuerzo importante, determinada por la carga. Con un contenido de carga de 50% se registró un menor incremento del módulo E desde 172 N/mm<sup>2</sup> hasta 256 N/mm<sup>2</sup>.

40 La Figura 4 muestra los resultados obtenidos en la determinación del módulo E de acuerdo con la norma DIN EN ISO 527 para polímeros termoplásticos con 50 o 60% de contenido de carga de partículas de hidróxido de magnesio de grano grueso o nanométricas.

Lista de los índices de referencia:

1. Extrusora
2. Primer dispositivo de alimentación
3. Segundo dispositivo de alimentación
- 45 4. Polvo o granulado del termoplástico
5. Depósito de almacenamiento/contenedor intercambiable
6. Bomba rotativa
7. Primera zona de desgasificación
8. Segunda zona de desgasificación
- 50 9. Abertura de salida
10. Cuerda de termoplástico dotado de carga
11. Husillo de extrusión
12. Compresor de émbolo

55

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar termoplásticos dotados de carga, que contienen partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas en forma de partículas primarias recubiertas, que comprende las etapas de
- 5 a) Puesta a disposición de un termoplástico;  
 b) Puesta a disposición de partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas como suspensión o dispersión en un disolvente acuoso u orgánico;  
 c) Adición de las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas en suspensión o dispersión a los termoplásticos;
- 10 d) Mezcla de las partículas de hidróxido de magnesio con el termoplástico calentado y fundido;  
 e) Eventualmente, separación del disolvente de la suspensión o dispersión de la mezcla de la etapa d).
2. Procedimiento para fabricar termoplásticos dotados de carga según la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de
- 15 f) Extrusión del termoplástico que contiene partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas preparadas en la etapa b), se encuentran recubiertas en un disolvente orgánico con un dispersante D.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas preparadas en la etapa b), se encuentran recubiertas en un disolvente acuoso con un dispersante B.
5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4 anteriores, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas se obtienen por tratamiento de partículas de hidróxido de magnesio pre-recubiertas con ultrasonidos, en presencia de un dispersante B en un disolvente acuoso o de un dispersante D en un disolvente orgánico.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas se obtienen por molienda de perlas de la suspensión o dispersión de partículas de hidróxido de magnesio no recubiertas o pre-recubiertas en un disolvente acuoso, en presencia de un dispersante B, o en un disolvente orgánico, en presencia de un dispersante D.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas preparadas en la etapa b), se encuentran recubiertas en un disolvente acuoso con un estearato C.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas preparadas en la etapa b) están recubiertas adicionalmente con un inhibidor de crecimiento A.
- 35 9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que el nivel de carga con partículas de hidróxido de magnesio en el termoplástico con carga asciende a 0,5 hasta 80% en peso del contenido de carga en el polímero.
10. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la suspensión o dispersión que se agrega en la etapa c) al termoplástico tiene un contenido sólido de 0,1 a 70% en peso de partículas de hidróxido de magnesio.
- 40 11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que los termoplásticos se seleccionan de los materiales sintéticos termoplásticos polipropilenos, polietilenos, etilvinilacetatos, cloruros de polivinilo, poliamidas, poliésteres, poli(met)acrilatos, polimetil(met)acrilatos, policarbonatos, acrilonitrilo-butadieno-estirenos, poliestirenos, estireno-butadienos, acrilonitrilo-estirenos, polibutenos, tereftalatos de polietileno, tereftalatos de polibutileno, polifeniléteres modificados, policetonas alifáticas, poliarilsulfonas, sulfuros de polifenileno.
- 45 12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, 8 a 10, en el que las partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas están funcionalizadas.
- 50 13. Termoplástico dotado de carga que contiene partículas de hidróxido de magnesio nanométricas, recubiertas y desaglomeradas en forma de partículas primarias recubiertas, obtenidas según al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el nivel de carga con partículas de hidróxido de magnesio en el termoplástico con carga asciende a 60 hasta 80% en peso del contenido de carga en el polímero.

Figura 1

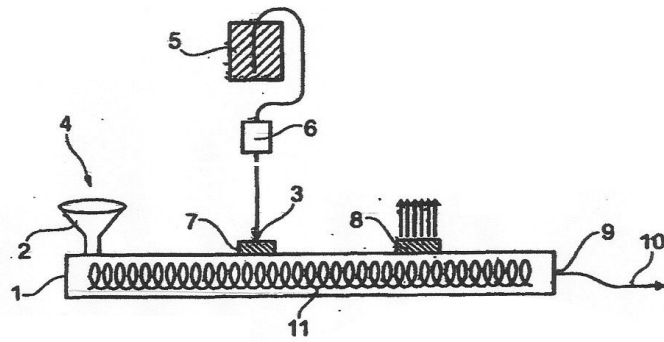


Figura 2

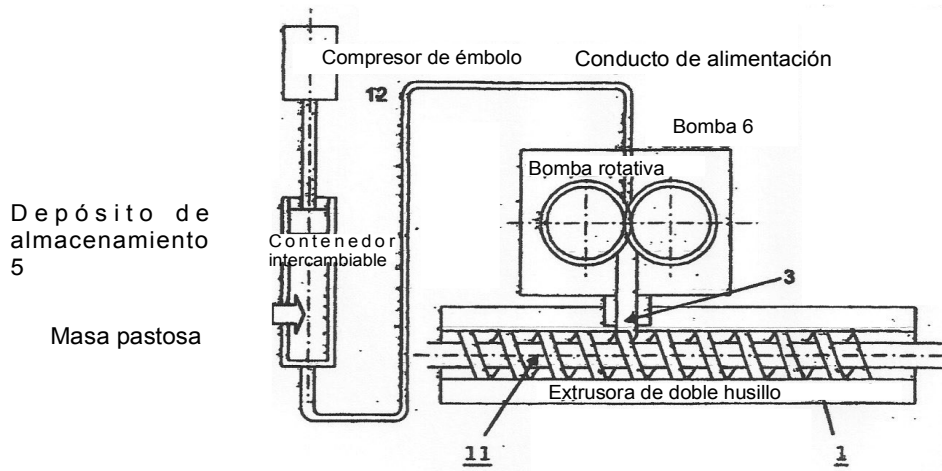


Figura 3

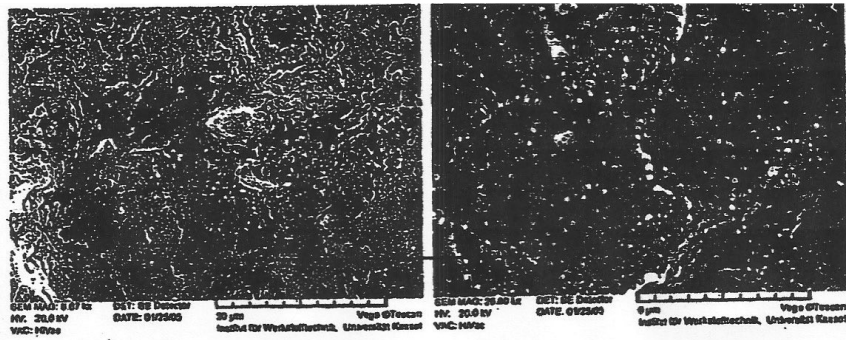


Figura 4

Ensayos de tracción según DIN EN ISO 527 para polímeros termoplásticos

Módulo E

