

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 626**

51 Int. Cl.:

H01M 8/0239 (2006.01)

H01M 8/0243 (2006.01)

H01M 8/18 (2006.01)

H01M 8/0273 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2014 PCT/EP2014/064303**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007544**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2014 E 14738457 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3022787**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto**

30 Prioridad:

16.07.2013 DE 102013107514

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2020

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**KOPIETZ, LUKAS;
SEIPP, THORSTEN;
BERTHOLD, SASCHA;
BURFEIND, JENS;
HINTEMANN, DAMIAN y
WACK, HOLGER**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 768 626 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 un semiproducto compuesto

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto con una fase continua que comprende al menos un plástico termoplástico y una fase dispersa de al menos una carga conductora de electricidad. La invención se refiere también a una utilización de tal semiproducto compuesto y a un electrodo de una celda electroquímica fabricado a partir de tal semiproducto compuesto.
- 10 Los semiproductos compuestos del tipo mencionado se utilizan en particular para la fabricación de componentes altamente conductores de electricidad. Un campo de aplicación son los electrodos para celdas electroquímicas, por ejemplo, celdas de combustible, baterías de flujo redox o similares. Para estos y otros campos de aplicación se desea un alto porcentaje de cargas, porque las cargas proporcionan en muchos casos una propiedad importante del semiproducto compuesto. Por ejemplo, las altas conductividades térmicas y/o eléctricas se consiguen mediante un alto porcentaje de grafito que asciende generalmente al 70 % en peso del semiproducto compuesto y más. Estos altos porcentajes de carga implican algunas particularidades durante la fabricación de los semiproductos compuestos.
- 15 Una particularidad esencial es la distribución homogénea de la carga en la matriz del plástico termoplástico. Con este fin se utilizan extrusores o amasadoras, a los que se alimentan el plástico en forma de pellets o similares y la carga en forma de partículas finas. En el extrusor o la amasadora se funde el plástico termoplástico y la carga se incorpora mecánicamente a la masa fundida de plástico. Este proceso requiere una baja viscosidad de la mezcla, por lo que es necesario calentar el plástico más allá de la temperatura de fusión real.
- 20 El material compuesto se puede moldear a continuación mediante moldeo por inyección, lo que requiere, sin embargo, una viscosidad aún menor. Por tanto, el plástico se ha de calentar bastante y someter a una presión alta. Alternativamente, el material compuesto se puede alimentar también a una calandria que realiza una homogeneización reiterada del material compuesto mediante la circulación y la extracción repetidas. El proceso de calandrado provoca un tiempo de permanencia largo del material compuesto en la calandria, que se ha de calentar entonces fuertemente durante largo tiempo.
- 25 Un procedimiento del tipo mencionado al inicio para la fabricación de un semiproducto compuesto con una fase continua que comprende al menos un plástico termoplástico y una fase dispersa de al menos una carga conductora de electricidad se describe en el documento US2004/0119056A1, del que parte la invención. En el documento DE102009051434A1 se describe también un procedimiento para la fabricación de un cuerpo moldeado a partir de una masa de moldeo compuesta altamente conductora. Asimismo, del documento US2008/0149900A1 es conocido un procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto conductor en forma de una placa para celdas de combustible. Por lo demás, el documento JPH0112606A describe un procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto en forma de placa con ayuda de una etapa de laminación.
- 30 Los semiproductos compuestos, fabricados de manera correspondiente, presentan sólo pocas propiedades termoplásticas, lo que es desventajoso para el procesamiento ulterior de los semiproductos compuestos. Los semiproductos compuestos presentan a menudo resistencias mecánicas y resulta difícil unirlos o soldarlos térmicamente a otros termoplásticos.
- 35 Por tanto, la presente invención tiene el objetivo de configurar y perfeccionar el procedimiento mencionado al inicio y descrito en detalle anteriormente de manera que se puedan obtener semiproductos compuestos con propiedades de material mejoradas.
- 40 Este objetivo se consigue según la invención de acuerdo con la reivindicación 1 mediante un procedimiento del tipo mencionado al inicio, en el que el al menos un plástico termoplástico en forma de partículas finas se mezcla con la al menos una carga en forma de partículas finas, siendo respectivamente al menos el 90 % en peso de las partículas del al menos un plástico termoplástico y de la al menos una carga inferior a 1 mm, en el que la mezcla del al menos un plástico termoplástico y de la al menos una carga se calienta a una temperatura superior a la temperatura de fusión del al menos un plástico termoplástico y en el que el material calentado se enfría a una temperatura situada por debajo de la temperatura de solidificación del al menos un plástico termoplástico.
- 45 La invención ha comprobado entonces que no es el tamaño de las partículas de la al menos una carga, como se asumió hasta ahora, sino que son en particular el tamaño de las partículas del plástico y la mezcla de ambos componentes antes del procesamiento real de los materiales los que influyen considerablemente en las propiedades del material del semiproducto compuesto. Esto resulta sorprendente, sobre todo, porque el al menos un plástico se funde independientemente del tamaño original de sus partículas para formar una fase o matriz continua, a la que se incorpora la carga. En este sentido, la estructura de la fase continua o de la matriz depende en particular de la longitud de cadena y de la estructura de cadena del plástico termoplástico utilizado, pero no del tamaño de sus partículas.
- 50 En el contexto de la invención se ha comprobado que la estructura de matriz, formada por el al menos un termoplástico, depende en gran medida del tamaño de partícula original de las partículas del plástico, específicamente de manera
- 55
- 60
- 65

indirecta. Esto se atribuye al hecho de que los tiempos de procesamiento y las temperaturas de procesamiento se pueden reducir claramente según la invención en caso de utilizarse plásticos con un tamaño muy pequeño de partículas, de modo que no se produce o se produce sólo un pequeño número de fenómenos de descomposición respecto al plástico o su estructura de matriz. Esto se debe obviamente, y no por último, a los procesos mejorados de transporte de calor al utilizarse partículas de plástico más pequeñas y a una capacidad de procesamiento mejorada de la mezcla fabricada antes, preferentemente homogénea, de partículas de plástico y de carga. De este modo se obtiene finalmente un material compuesto, cuyas propiedades de material se asemejan más, a pesar de los porcentajes muy altos de carga, a las propiedades del material del al menos un plástico termoplástico que los materiales compuestos de igual composición conocidos del estado de la técnica, sin influir desventajosamente de una manera significativa en las propiedades del material proporcionadas por las cargas, en particular la conductividad eléctrica. Por consiguiente, mediante el procedimiento según la invención es posible conseguir preferentemente un semiproducto compuesto termoplástico que se puede seguir procesando en principio como un plástico termoplástico puro o en cualquier caso de una manera similar.

Con este fin se prefiere en particular que al menos el 95 % en peso, en particular esencialmente el 100 % en peso, de la distribución de partículas del al menos un plástico termoplástico sea inferior a 1 mm. Por lo demás, se puede preferir para proporcionar una mezcla lo más homogénea posible antes del procesamiento real de la misma que los tamaños máximos de las partículas del al menos un plástico termoplástico y de la al menos una carga sean esencialmente iguales. Se puede preferir también que la temperatura, a la que se calienta la mezcla de al menos un plástico termoplástico y de la al menos una carga conductora de electricidad, esté situada por encima de la temperatura de fusión, pero por debajo de la temperatura de descomposición del al menos un plástico. En caso de varios plásticos termoplásticos, estos se pueden llevar a una temperatura por encima de la temperatura de fusión máxima y por debajo de la temperatura de descomposición mínima de los plásticos termoplásticos. Por lo demás, la temperatura del material se reduce posteriormente a una temperatura situada por debajo de la temperatura de solidificación mínima de los plásticos termoplásticos utilizados.

En una primera configuración preferida del procedimiento, el material de la carga presenta una conductividad eléctrica de al menos 1 S/m, preferentemente al menos 10^3 S/m, en particular al menos 10^6 S/m. La carga de pequeñas partículas de carga puede presentar una conductividad correspondientemente menor. De este modo se puede obtener un semiproducto compuesto con propiedades preferidas. Alternativa o adicionalmente, la conductividad eléctrica del semiproducto compuesto puede ser de al menos 1 S/m, preferentemente al menos 100 S/m, en particular al menos 1000 S/m. Sin embargo, se prefiere en principio que la al menos una carga conductora de electricidad sea más conductora de electricidad que el al menos un plástico termoplástico, en particular que todos los plásticos termoplásticos.

En el caso de la carga conductora de electricidad se trata preferentemente de carbono, grafito, hollín, carburo de titanio (TiC), al menos un metal y/o al menos un compuesto de metal. Estos cargas son particularmente adecuados debido a sus propiedades mecánicas y su conductividad.

Como plástico termoplástico se tiene en cuenta, por ejemplo, una poliolefina, en particular polietileno (PE) y/o polipropileno (PP), sulfuro de polifenileno (PPS), polieteretercetona (PEEK), cloruro de polivinilo (PVC) y/o poliamida (PA). Estos materiales ofrecen muchas ventajas respecto a la capacidad de procesamiento y la unión de los semiproductos compuestos. En particular, los plásticos mencionados se pueden soldar fácilmente a otros.

Para que las propiedades deseadas de la al menos una carga determinen en gran medida las propiedades del semiproducto compuesto, se prefiere en principio que la al menos una carga forme un alto porcentaje del semiproducto compuesto. Dado que además la estructura de matriz del al menos un plástico termoplástico influye esencialmente en las propiedades del material, el porcentaje de al menos una carga en el semiproducto compuesto es en caso necesario de 50 % en peso a 95 % en peso, preferentemente 70 % en peso a 92 % en peso, en particular 80 % en peso a 90 % en peso.

A fin de mejorar la capacidad de procesamiento del semiproducto compuesto es conveniente que el 90 % en peso de las partículas del al menos un plástico termoplástico y/o de la al menos una carga sea inferior a 750 μm , preferentemente inferior a 500 μm , en particular inferior a 300 μm . En el caso particular de tamaños de partícula de 150 μm aproximadamente se obtuvieron resultados favorables. En este sentido se prefiere también que el tamaño de partícula predefinido esté por debajo de al menos el 95 % en peso, en particular esencialmente 100 % en peso de las partículas correspondientes. No obstante, debe tenerse en cuenta que las cantidades pequeñas de partículas, que son superiores al valor límite correspondiente, se pueden tolerar generalmente bastante bien. Sin embargo, resulta conveniente separar previamente las partículas más grandes mediante tamizado u otro proceso de separación.

A fin de posibilitar un procesamiento rápido y cuidadoso se utilizan un laminador y/o una calandria para el calentamiento y/o el enfriamiento del material. En este contexto se entiende por un laminador una disposición de dos cilindros y por una calandria, una disposición de al menos tres cilindros. Para el objetivo descrito antes, el laminador y/o la calandria presentan al menos un cilindro enfriable. Puede ser conveniente también que el laminador y/o la calandria presenten un cilindro calentable.

En este contexto, el semiproducto compuesto se puede formar con facilidad y con un tratamiento cuidadoso del material mediante la transferencia del material procesado desde un cilindro más caliente con una velocidad circunferencial menor hasta un cilindro más frío con una velocidad circunferencial mayor. En este contexto se habla también de una extracción. Durante esta operación se fabrica también en particular un semiproducto compuesto en forma de placa. A partir de la utilización de los términos “más caliente” y “más frío” se obtiene cualitativamente la diferencia de calor entre los dos cilindros, sin hacer una declaración cuantitativa al respecto. Sin embargo, se prefiere particularmente que el cilindro más caliente presente una temperatura situada por encima de la temperatura de fusión del al menos un plástico termoplástico y, si es necesario, de todos los plásticos termoplásticos. Alternativa o adicionalmente, el cilindro más frío puede presentar una temperatura situada por debajo de la temperatura de solidificación del al menos un plástico termoplástico y, si es necesario, de todos los plásticos termoplásticos.

El material se puede calentar y enfriar también, si es necesario, en una instalación de moldeo por inyección. Esto facilita y acelera, dado el caso, la fabricación de un semiproducto compuesto, en particular un semiproducto compuesto con una forma exterior complicada. Para simplificar el procesamiento se prefiere en particular que el calentamiento se realice en un extrusor y el enfriamiento, en un molde por inyección.

Alternativamente, el material se puede introducir también en una matriz después del calentamiento y presionar hacia el interior de un molde mediante un punzón. Este procedimiento se identifica también como procedimiento de prensado en caliente. De esta manera se pueden fabricar también fácilmente semiproductos compuestos con una forma exterior complicada y/o dimensiones grandes. Si es necesario, se podría utilizar aquí asimismo un extrusor para el calentamiento.

Para poder garantizar un procesamiento ulterior fácil del semiproducto compuesto se prefiere en principio fabricar un semiproducto compuesto en forma de placa.

Alternativa o adicionalmente se prefiere fabricar un semiproducto compuesto para la fabricación de un electrodo de una celda electroquímica, preferentemente una batería de flujo redox, una celda de combustible o un electrolizador, un componente de un intercambiador de calor resistente a los productos químicos, un apantallamiento contra radiación de alta frecuencia, preferentemente en un aparato médico, un cojinete sin fricción o una lámina calefactora. En el caso de estos componentes se pueden aprovechar ventajosamente las propiedades mecánicas, la alta conductividad térmica y/o la alta conductividad eléctrica.

El objetivo de la invención mencionado antes se puede conseguir también de acuerdo con la reivindicación 13 mediante la utilización de un semiproducto compuesto, fabricado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, para la fabricación de un electrodo de una celda electroquímica, en particular una batería de flujo redox, una celda de combustible o un electrolizador, como componente de un intercambiador de calor resistente a los productos químicos, como apantallamiento contra radiación de alta frecuencia, preferentemente en un aparato médico, como cojinete sin fricción o como lámina calefactora

Este objetivo se consigue también de acuerdo con la reivindicación 14 mediante un electrodo de una celda electroquímica, en particular una batería de flujo redox, una celda de combustible o un electrolizador, como componente de un intercambiador de calor resistente a los productos químicos, como apantallamiento contra radiación de alta frecuencia, preferentemente en un aparato médico, como cojinete sin fricción o como lámina calefactora que se ha fabricado mediante el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un dibujo que representa sólo un ejemplo de realización. En el dibujo muestran:

Fig. 1 el desarrollo de un procedimiento según la invención en representación esquemática;

Fig. 2 una etapa de procesamiento del procedimiento según la figura 1; y

Fig. 3 un componente fabricado mediante la utilización del procedimiento representado en la figura 1.

En la figura 1 está representado esquemáticamente un procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto 1. El semiproducto compuesto 1 se forma a partir de una mezcla de un plástico termoplástico 2 en forma de polipropileno y una carga conductora de electricidad 3 en forma de grafito. El plástico termoplástico 2 se alimenta primero en forma de partículas gruesas a un procedimiento de molienda criogénica. El procedimiento de molienda criogénica se realiza con la adición de un refrigerante, en particular en forma de nitrógeno líquido (N₂), para enfriar el plástico termoplástico 2 durante el proceso de molienda a una temperatura inferior al menos a -50 °C a fin de aumentar la fragilidad del plástico termoplástico. La carga 3 se muele también con la adición de nitrógeno líquido (N₂). Los procesos de trituración descritos se identifican en la figura 1 como “molienda criogénica”. Para la molienda del plástico termoplástico 2 y de la carga 3 son conocidos molinos adecuados del estado de la técnica. El plástico termoplástico 2 y/o la carga 3 se pueden moler también sin un enfriamiento especial o utilizar sin una molienda previa.

Tanto el plástico termoplástico 2 como la carga conductora de electricidad 3 se tamizan después de la molienda según

las etapas de procedimiento identificadas como “tamizar” en la figura 1. Las partículas superiores a 150 μm retornan al proceso de molienda y se vuelven a moler. Las partículas de plástico y de carga con un tamaño inferior a 150 μm se mezclan entre sí de la manera más homogénea posible. Con este fin se pueden utilizar los mezcladores conocidos del estado de la técnica. La preparación de la mezcla 4 se identifica en la figura 1 como “mezclar”.

5
Después de mezclarse el plástico termoplástico 2 y la carga 3, la mezcla 4 se transfiere a un laminador 5 representado en la figura 2. El plástico termoplástico 2 se funde aquí en un cilindro 6 de temperatura regulada, lo que corresponde a la etapa de procedimiento “fundir” según la figura 1. La temperatura del cilindro es aquí de 30 °C aproximadamente por encima de la temperatura de fusión del plástico termoplástico 2. Las partículas de la carga 3 se alojan en el plástico termoplástico 2 durante la fusión del mismo. El plástico termoplástico 2 crea así una fase continua en forma de una matriz para la carga conductora de electricidad 3 que se aloja de manera distribuida como fase discontinua, preferentemente homogénea, en la matriz del plástico termoplástico 2. El material hecho de la carga 3 y del plástico termoplástico 2 fundido se adhiere al cilindro calentado 6 y se transporta, por tanto, hacia una abertura entre cilindros 7 con otro cilindro 8 mediante un movimiento giratorio del cilindro 6. Esto constituye una parte esencial de la etapa de procedimiento “conformar” del semiproducto compuesto 1 según la figura 1. En el procedimiento representado y preferido, la etapa de procedimiento “conformar” pasa a la etapa de procedimiento “solidificar”.

10
15
El otro cilindro 8 está frío, de modo que la temperatura de este cilindro 8 está situada durante el procesamiento del material por debajo de la temperatura de solidificación del plástico termoplástico 2 en forma de polipropileno. Este cilindro 8 presenta también una velocidad circunferencial mayor que el cilindro calentado 6. Por consiguiente, el material se solidifica al menos parcialmente en la abertura entre cilindros 7 y se extrae del cilindro enfriado 8. Como resultado de la solidificación del material para formar el semiproducto compuesto 1, éste es transportado a continuación sólo parcialmente por el cilindro enfriado 8, específicamente sólo hasta extraerse un semiproducto compuesto 1 en forma de placa del cilindro enfriado 8.

20
25
En caso necesario se puede variar la distancia entre el cilindro calentado 6 y el cilindro enfriado 8. Así, por ejemplo, la anchura de la abertura entre cilindros 7 se puede ajustar. En particular, la distancia seleccionada entre los cilindros 6, 8 puede ser inicialmente tan grande que alrededor del cilindro calentado 6 se forma primero una capa 9 de plástico termoplástico 2 y de carga conductora de electricidad 3 que se sigue homogenizando con el tiempo. Después de que esta capa 9 tenga la homogeneidad y/o el grosor requeridos, el cilindro enfriado 8 se puede aproximar al cilindro calentado 6 para formar la abertura entre cilindros 7 y extraer el semiproducto compuesto 1, según lo descrito.

30
35
Como resultado del tiempo de procesamiento muy corto y de las bajas temperaturas en comparación con el estado de la técnica se obtiene un semiproducto compuesto 1 que tiene propiedades termoplásticas considerables a pesar del alto porcentaje de carga en el semiproducto terminado 1 de 85 % en peso en el presente caso. Éste se utiliza en el componente en forma de un electrodo 10, representado en la figura 3, para una celda electroquímica al soldarse el electrodo 10 de manera circular por sus bordes 11 a un elemento de marco de celda 12 de la celda electroquímica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un semiproducto compuesto (1) con una fase continua que comprende al menos un plástico termoplástico (2) y una fase dispersa de al menos una carga conductora de electricidad (3), en el que el al menos un plástico termoplástico (2) en forma de partículas finas se mezcla con la al menos una carga (3) en forma de partículas finas, la mezcla (4) del al menos un plástico termoplástico y de al menos una carga (3) se calienta hasta una temperatura superior a la temperatura de fusión del al menos un plástico termoplástico (2) y el material calentado se enfría a una temperatura situada por debajo de la temperatura de solidificación del al menos un plástico termoplástico (2), **caracterizado por que** antes de la mezcla, al menos el 90 % en peso de las partículas del al menos un plástico termoplástico (2) y de la al menos una carga (3) son inferiores en cada caso a 1 mm y por que para el calentamiento y/o el enfriamiento del material se utiliza un laminador (5) y/o una calandria que comprende al menos un cilindro enfriable (8).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de la al menos una carga conductora de electricidad presenta una conductividad eléctrica de al menos 1 S/m, preferentemente al menos 10^3 S/m, en particular al menos 10^6 S/m.
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que como carga conductora de electricidad (3) se utiliza preferentemente carbono, grafito, hollín, carburo de titanio (TiC), al menos un metal y/o al menos un compuesto de metal.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que como plástico termoplástico (2) se utiliza polietileno (PE), polipropileno (PP), sulfuro de polifenileno (PPS), polieteretercetona (PEEK), cloruro de polivinilo (PVC) y/o poliamida (PA).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la al menos una carga (3) se utiliza en un porcentaje del 50 % en peso al 95 % en peso, preferentemente del 70 % en peso al 92 % en peso, en particular del 80 % en peso al 90 % en peso, respecto al semiproducto compuesto (1).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se utiliza al menos un plástico termoplástico (2) y/o al menos una carga (3), siendo el 90 % en peso de las partículas del plástico termoplástico (2) y/o de la al menos una carga (3) inferior a 500 μm , preferentemente inferior a 300 μm , en particular inferior a 200 μm .
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que para el calentamiento y/o el enfriamiento del material se utiliza un laminador (5) y/o una calandria que comprende al menos un cilindro calentable (6).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el semiproducto compuesto se forma mediante la transferencia del material de un cilindro más caliente (6) con una velocidad circunferencial menor a un cilindro más frío (8) con una velocidad circunferencial mayor.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el material se calienta y se enfría en una instalación de moldeo por inyección, realizándose preferentemente el calentamiento en un extrusor y el enfriamiento en un molde de inyección.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el material se introduce en una matriz después del calentamiento y se presiona hacia el interior del molde mediante un punzón.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que se fabrica un semiproducto compuesto (1) en forma de placa.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que se fabrica un semiproducto compuesto (1) para la fabricación de un electrodo (10) de una celda electroquímica, preferentemente una batería de flujo redox, una celda de combustible o un electrolizador, un componente de un intercambiador de calor resistente a los productos químicos, un apantallamiento contra radiación de alta frecuencia, preferentemente en un aparato médico, un cojinete sin fricción o una lámina calefactora.
13. Utilización de un semiproducto compuesto (1) fabricado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 para la fabricación de un electrodo (10) de una celda electroquímica, en particular una batería de flujo redox, una celda de combustible o un electrolizador, como componente de un intercambiador de calor resistente a los productos químicos, como apantallamiento contra radiación de alta frecuencia, preferentemente en un aparato médico, como cojinete sin fricción o como lámina calefactora.

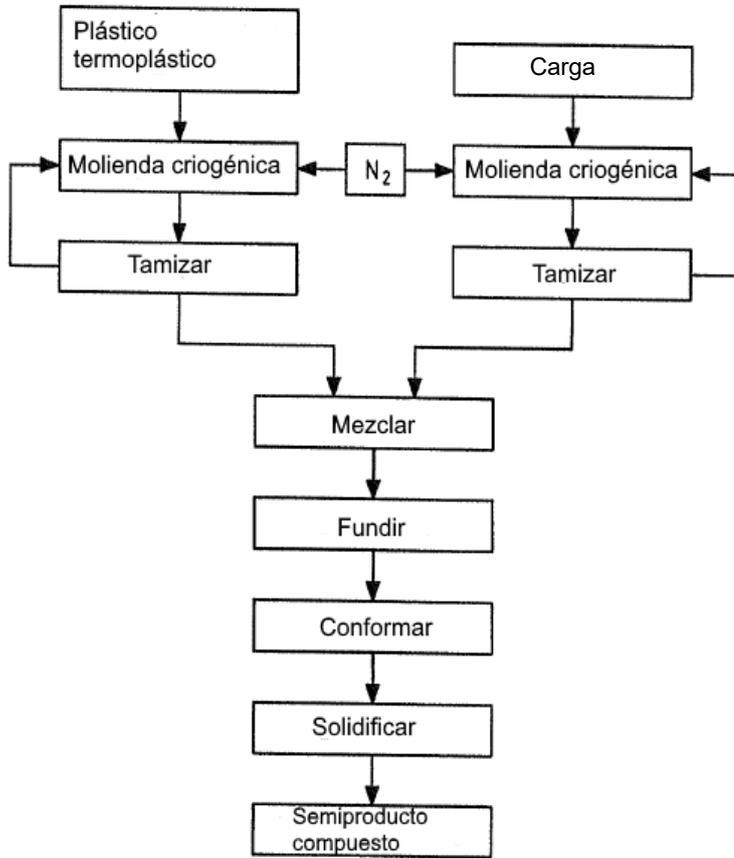


Fig.1

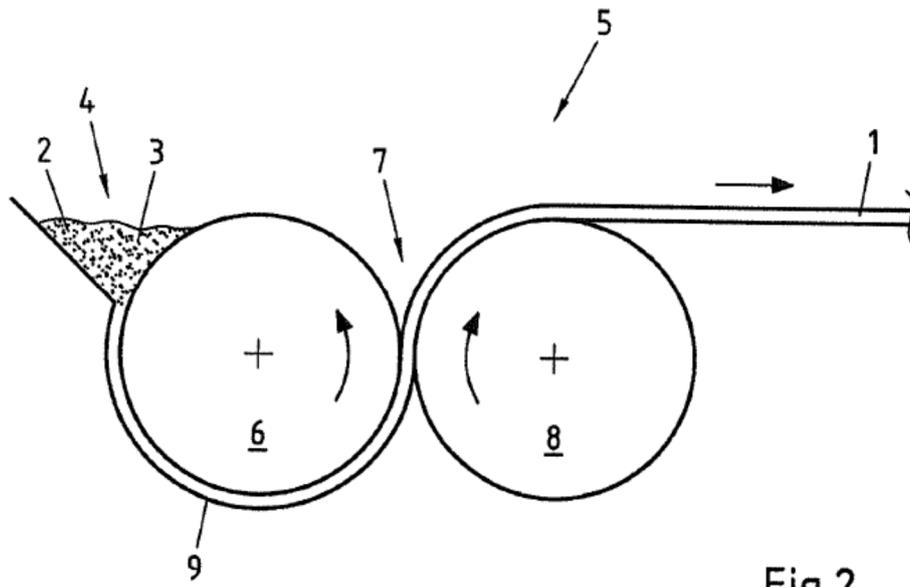


Fig.2

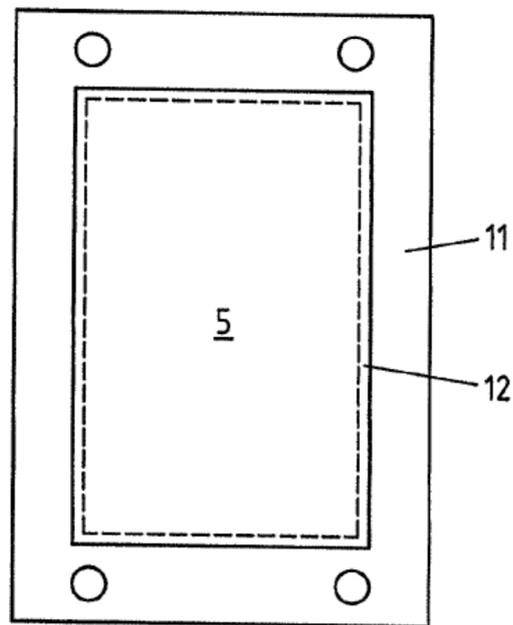


Fig.3