

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 249**

51 Int. Cl.:

<b>C08J 3/12</b>	(2006.01)
<b>C08F 14/06</b>	(2006.01)
<b>C08J 3/20</b>	(2006.01)
<b>C08J 3/205</b>	(2006.01)
<b>C08J 3/21</b>	(2006.01)
<b>C08J 5/18</b>	(2006.01)
<b>C08K 3/00</b>	(2008.01)
<b>C08K 3/36</b>	(2006.01)
<b>C09D 127/06</b>	(2006.01)
<b>C08L 27/08</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2014 PCT/EP2014/063998**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007522**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014 E 14734813 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3022251**

54 Título: **Materiales compuestos y métodos de producción**

30 Prioridad:

**15.07.2013 EP 13176509**

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

**31.10.2019**

73 Titular/es:

**INEOS NORGE HOLDINGS AS (100.0%)  
Rafnes  
3966 Stathelle, NO**

72 Inventor/es:

**JACOBSEN, HARALD y  
MARTINSEN, ANITA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 729 249 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**

Materiales compuestos y métodos de producción.

5 Esta invención se relaciona con materiales compuestos y métodos de su producción. Más especialmente, la invención se relaciona con la producción de materiales compuestos que contienen nanopartículas y procesos para su producción.

10 Se conoce la preparación de materiales compuestos que comprenden nanopartículas tales como nanotubos de carbono en una matriz polimérica. Estos materiales pueden tener propiedades ventajosas. Por ejemplo, el documento EP1439248 describe un nanotubo de carbono que está funcionalizado, por ejemplo, por tratamiento con ácido fuerte para dar una dispersión de material de nanotubos de carbono funcionalizado dispersado en un solvente polar. La dispersión se mezcla luego con una solución de un polímero en un solvente. Los solventes se eliminan para dar un material compuesto.

15 También se conoce la preparación de nanomateriales compuestos de polímeros de PVC a partir de polímeros preparados mediante polimerización en suspensión. El documento EP 2428531, por ejemplo, describe un método para la producción de un nanomaterial compuesto de polímero de PVC al poner en contacto una dispersión de una fuente de nanomateriales con un polímero de PVC absorbente. En el documento EP 2428531, los polímeros de PVC deben ser absorbentes para que puedan absorber la dispersión de la fuente del nanomaterial. Los materiales de PVC absorbentes pueden prepararse por polimerización en suspensión de cloruro de vinilo en un líquido de suspensión y en la presencia de un agente de suspensión. Esto produce una pasta (o suspensión) de partículas de PVC, típicamente del orden de 100 a 200 micrones de tamaño de partícula. La pasta resultante de PVC se seca luego, usualmente por centrifugación seguida de secado en lecho fluido, para dar un PVC poroso (es decir, absorbente). El PVC producido por el método de suspensión se conoce como "S-PVC". El S-PVC puede absorber los plastificantes para dar una mezcla seca.

20 El PVC también se puede producir por lo que generalmente se conoce como procesos de polimerización de pasta. Estos se llaman así porque la resina formada, que también puede denominarse pasta-PVC, no es absorbente a temperaturas ambiente, de modo que cuando se mezcla con un plastificante se forma una pasta (o plastisol). Además de la diferencia en la porosidad del PVC formado en comparación con el S-PVC, los procesos de pasta también se pueden caracterizar porque la polimerización produce un látex de partículas de polímero de tamaño relativamente pequeño en comparación con el proceso del S-PVC, típicamente de 0.2 a 5 micrones. El látex se puede secar por atomización para producir partículas de PVC en la forma de aglomerados. Además de ser no absorbentes a temperatura ambiente, las partículas de polímero de PVC secas son compactas y también mucho más pequeñas que las partículas secas producidas por los procesos de suspensión de PVC.

25 Un ejemplo de tal proceso es un proceso de polimerización en emulsión. En tal proceso, se utiliza un emulsionante para producir pequeñas gotas del monómero en una fase líquida. Estas se polimerizan para producir partículas relativamente pequeñas de PVC, conocidas como "partículas primarias", típicamente del orden de tamaño de partícula de 0.2 a 1 micrones, en la forma de un látex que comprende dichas partículas. Luego, el látex se seca por atomización para producir partículas de PVC en la forma de aglomerados, típicamente con un tamaño de partícula de hasta 63 micrones. Las partículas de polímero de PVC producidas por dicho proceso son mucho más pequeñas que las producidas por los procesos de suspensión de PVC, son compactas y no son absorbentes a la temperatura ambiente. El PVC formado por polimerización en emulsión es un tipo de pasta-PVC y se puede denominar como tal, pero más específicamente se suele denominar "E-PVC".

30 Otros procesos de PVC en pasta incluyen los conocidos como miniemulsión y microsuspensión, cuyas polimerizaciones producen látex de partículas de polímero típicamente del orden de aproximadamente 0,2 a 5 micrones de tamaño de partícula. Estos látex también pueden secarse por atomización para producir partículas de PVC en pasta.

35 Las partículas de resina producidas por polimerización en pasta se usan generalmente para fabricar láminas y plastisoles. Sin embargo, como no son absorbentes, el proceso del documento EP 2428531 no se puede aplicar para agregar nanopartículas y, por lo tanto, hacer un material compuesto que contenga nanopartículas.

40 El documento US 3391082 se relaciona con un método para fabricar composiciones de tóner xerográfico mediante polimerización en emulsión. Las composiciones comprenden un pigmento, tal como negro carbón, y una resina que tiene una temperatura de transición vítrea en el intervalo de 30-65°C. La resina se forma mediante polimerización en emulsión de una mezcla de monómeros que comprende un componente de monómero "duro" y un componente de monómero "suave", seleccionado para proporcionar la temperatura de transición vítrea requerida. Aunque el cloruro de vinilo se menciona como una opción para el componente monomérico "blando", la temperatura de transición vítrea/mezcla de monómeros se selecciona para hacer que el material compuesto final sea adecuado para usar como un tóner. Además, no hay divulgación de que el pigmento se agregue en la forma de nanopartículas.

65

La presente invención pretende proporcionar materiales compuestos que contienen nanopartículas producidas por procesos de polimerización de pasta, así como láminas y plastisoles producidos a partir de ellos, que tienen propiedades físicas mejoradas.

5 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar un material compuesto mediante polimerización en pasta que comprende los pasos de

a) formar una emulsión de al menos un monómero polimerizable en un material acuoso

10 b) polimerizar la emulsión para proporcionar un látex que comprende partículas de polímero, en la que dicho polímero tiene una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C,

c) agregar nanopartículas al látex, donde dichas nanopartículas tienen al menos una dimensión en el intervalo de 0.5 a 200 nm, y

15

d) secar por atomización el látex.

La presente invención proporciona un material compuesto producido por polimerización en pasta que tiene propiedades físicas mejoradas.

20

Como se usa aquí, la polimerización en pasta es una polimerización que produce un látex que comprende partículas de polímero, cuyo látex cuando se seca por atomización produce PVC que no es absorbente a temperatura ambiente, de modo que cuando se mezcla con un plastificante se forma una pasta (o plastisol).

25 Como se usa aquí, un "látex" es una dispersión de partículas de polímero en un líquido, teniendo dichas partículas un tamaño de partícula promedio en volumen medido por dispersión de luz de 0.01 a 8 micrómetros, y más preferiblemente de 0.2 a 5 micrones.

30 La polimerización en pasta es preferiblemente una polimerización en emulsión donde el látex comprende preferiblemente partículas de polímero de un tamaño de 0.2 a 3 micrones, tales como partículas de polímero de tamaño de 0.2 a 1 micrones.

35 Se ha encontrado sorprendentemente que se pueden obtener resultados especialmente buenos añadiendo nanopartículas al látex de las partículas de polímero. El látex se mezcla con las nanopartículas. Las nanopartículas se añaden preferiblemente como una dispersión en un líquido. La fase líquida de la dispersión, si está presente, es preferiblemente miscible con la fase líquida del látex. Cualquiera o ambas fases líquidas pueden contener agentes dispersantes o emulsionantes. Luego, la mezcla se seca en un secador por atomización para obtener un producto que se ha encontrado que tiene propiedades inesperadamente buenas. Como se verá en los ejemplos aquí, el producto de la invención tiene mejores propiedades físicas que cuando se agrega el nanomaterial antes de la polimerización, cuando se agrega el nanomaterial después del secado por atomización del látex, o cuando se usa un método de secado diferente.

40

Se puede usar un único monómero polimerizable, en cuyo caso el polímero formado en el paso (b) es un homopolímero. Alternativamente, pueden usarse dos o más monómeros polimerizables, en cuyo caso el polímero formado en el paso (b) es un copolímero. (Como se usa aquí, el término "polímero" abarca tanto los homopolímeros como los copolímeros).

45

Preferiblemente, al menos un monómero polimerizable comprende cloruro de vinilo. El monómero de cloruro de vinilo puede ser el único monómero polimerizable, en cuyo caso se forma homopolímero de cloruro de vinilo. El homopolímero de cloruro de vinilo tiene una temperatura de transición vítrea de aproximadamente 80°C.

50

Alternativamente, el monómero de cloruro de vinilo puede polimerizarse opcionalmente en la presencia de comonómeros tales como acetato de vinilo, siempre que el copolímero de cloruro de vinilo producido tenga una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C. Preferiblemente, la temperatura de transición vítrea es superior a 66°C, tal como al menos 68°C, y lo más preferiblemente al menos 70°C, tal como 70-85°C.

55

Como se usa aquí, la temperatura de transición vítrea se debe medir en el polímero sin la adición de las nanopartículas. Se puede determinar separando y secando por atomización una porción del látex antes de la adición de las nanopartículas. La temperatura de transición vítrea se debe determinar mediante análisis térmico diferencial de acuerdo con el método de ISO 11357-2, Plásticos - Calorimetría Diferencial de Barrido - Parte 2: Determinación de la temperatura de transición vítrea.

60

La invención, sin embargo, no se limita a materiales compuestos de cloruro de vinilo y se puede usar con otros materiales que se fabrican mediante polimerización en emulsión y que tienen una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C.

65

Como es bien conocido, pueden estar presentes estabilizadores e iniciadores y otros materiales. La emulsión del paso (a) es generalmente una emulsión de aceite en agua en la que las gotas del monómero o monómeros se dispersan en una fase acuosa continua.

5 La naturaleza precisa de las nanopartículas no es la esencia de la invención. La naturaleza de las nanopartículas se puede seleccionar dependiendo de las propiedades que se pretenden mejorar. Por ejemplo, la sílice puede mejorar la resistencia al rayado y la resistencia al impacto, mientras que las arcillas de silicato pueden mejorar la rigidez y la resistencia al fuego.

10 Las nanopartículas tienen al menos una dimensión que tiene un tamaño entre 0.5 y 200 nm. Como se usa aquí, las "nanopartículas que tienen al menos una dimensión en el intervalo de 0.5 a 200nm" indican que el 50% o más de las partículas en la distribución de tamaño nominal tienen una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaño de 0.5 nm a 200 nm. Preferiblemente, las nanopartículas tienen al menos una dimensión que tiene un tamaño entre 5 y 200 nm. En algunos casos, como cuando el nanomaterial es ampliamente esférico, las tres dimensiones pueden estar en este intervalo. En otros casos, como los nanotubos, la tercera dimensión puede ser mucho más grande. Los ejemplos de nanotubos incluyen los diversos materiales de carbono o silicio con base en fullereno, como los nanotubos de carbono. Otros materiales adecuados donde la tercera dimensión puede ser mucho más grande incluyen nanofibras tales como las de poliolefinas, poliamidas, poliestirenos, poliésteres, poliuretanos, policarbonatos, poliacrilonitrilo, polivinil alcohol, polimetacrilato, óxido de polietileno, cloruro de polivinilo, o cualquier mezcla de los mismos. Los ejemplos de nanopartículas que tienen una sola dimensión en el intervalo incluyen arcillas tal como la montmorillonita. Otras nanopartículas adecuadas incluyen sílice, dióxido de titanio, óxido de zinc, carbonato de calcio y sulfuro de zinc. Se prefiere especialmente la sílice, por ejemplo sílice pirogénica y sílice fabricada por el proceso sol-gel.

25 Las nanopartículas se añaden al látex. Una forma conveniente de lograr esto es mediante la adición de las nanopartículas dispersas en un líquido que es miscible con el líquido del látex. Preferiblemente, las nanopartículas se pueden añadir como una dispersión acuosa. La cantidad precisa de nanopartículas agregadas al látex dependerá de la aplicación final del compuesto. Normalmente, si se agrega menos de aproximadamente 0.1% en peso de nanopartículas, el aumento en las propiedades deseables será muy pequeño. A la inversa, cantidades excesivas de nanopartículas pueden afectar negativamente a las propiedades generales del compuesto. Típicamente, las nanopartículas comprenden 0.5-25% en peso, tal como 0.5-15% en peso, por ejemplo 1-10% en peso, con base en el peso de las partículas de polímero antes de la adición de las nanopartículas.

35 La mezcla se puede agitar para lograr una buena incorporación.

Una ventaja de la presente invención es que no se requiere ningún tratamiento de las nanopartículas o de las partículas de polímero en el látex para mejorar la interacción de las mismas antes del secado por atomización. Sin embargo, la dispersión de nanopartículas puede contener agentes de suspensión o emulsionantes para estabilizar la dispersión de nanopartículas en sí.

40 El aislamiento del material compuesto sólido se logra mediante secado por atomización, por ejemplo, utilizando un disco o un secador por atomización con boquilla. Las partículas secadas por atomización pueden tener un tamaño de partícula promedio en volumen en el intervalo de 0.1 a 100 micrones. Especialmente, las partículas secadas por atomización pueden tener un tamaño de partícula promedio en volumen en el intervalo de 1-63 micrones, y preferiblemente de 5-40 micrones. Las partículas secadas por atomización pueden tener un tamaño de partícula promedio en volumen superior a 10 micrones, tal como superior a 15 micrones. Se ha encontrado que el secado por atomización de las partículas conduce a propiedades mejoradas en comparación con otros métodos de secado, como los que implican la coagulación.

50 Típicamente, las partículas resultantes se procesarán para un uso adicional, por ejemplo, mezclando con estabilizadores, agentes de procesamiento y/o plastificantes y luego se someterán a una transformación adicional. Así, por ejemplo, si se desea hacer láminas, el material se puede pasar a través de un molino de rodillo y luego presionarse. Si se desea hacer un plastisol, entonces el material se puede mezclar con un plastificante y, opcionalmente, un estabilizador.

55 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona además un método para fabricar una lámina de este tipo o un plastisol que comprende un material compuesto producido por polimerización en pasta.

60 Por consiguiente, en un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar una lámina o un plastisol que comprende un material compuesto producido por polimerización en pasta, comprendiendo dicho método los pasos de

- 65 a) formar una emulsión de al menos un monómero polimerizable en un material acuoso  
 b) polimerizar la emulsión para proporcionar un látex que comprende partículas de polímero, en la que dicho polímero tiene una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C,

- c) agregar nanopartículas al látex, donde dichas nanopartículas tienen al menos una dimensión en el intervalo de 0.5 a 200 nm,
- d) secar por atomización el látex, y
- e) formar el material compuesto seco en una lámina o un plastisol.

5 El polímero formado en el paso (b) tiene una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C. La temperatura de transición vítrea preferida y las otras características preferidas de este segundo aspecto son las descritas para el primer aspecto.

10 Finalmente, la invención proporciona además un material compuesto obtenible mediante los procesos anteriores en forma de plastisol.

Las realizaciones de la invención se describirán a modo de ejemplo no limitante en referencia a los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos.

15 Ejemplo 1

Se cargaron agua, monómero de cloruro de vinilo (VCM) y un iniciador en un reactor para producir un látex de PVC de una manera bien conocida. Una vez que la reacción ha terminado, el látex se transfiere a otro recipiente y se agrega con agitación Bindzil® 40/130 al 5% en peso para dar una dispersión homogénea. El porcentaje en peso se calculó como el porcentaje de materia seca en Bindzil en relación con el PVC seco en la mezcla. Bindzil® es una nano sílice coloidal dispersada en un medio acuoso y fabricada por AkzoNobel BV. A continuación, la mezcla se secó por atomización para dar un polvo seco de PVC.

25 Una porción del polvo se mezcló con un estabilizador de 5 phr y un auxiliar de procesamiento de 2phr y se procesó en un molino de dos rodillos para producir láminas. Las láminas se prensaron a 160°C. Una porción adicional del polvo se mezcló con plastificante de diisonilsoftalato (DINP) de 80 phr y 2.5 phr para producir un plastisol.

Ejemplo 1 comparativo

30 La misma cantidad de agua, VCM e iniciador que se establece en el Ejemplo 1 se cargó en un reactor junto con Bindzil® 40/130 al 5% en peso y el VCM se dejó polimerizar bajo las mismas condiciones que en el Ejemplo 1. Cuando la polimerización se completó la mezcla se secó por atomización de la misma manera que en el Ejemplo 1 para dar un polvo seco de PVC. Las láminas y el plastisol se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1.

35 Ejemplo 2 comparativo

La misma cantidad de agua, VCM e iniciador que se establece en el Ejemplo 1 se cargó en un reactor y se dejó reaccionar bajo las mismas condiciones que en el Ejemplo 1. Cuando se completó la polimerización, la mezcla se secó por pulverización bajo las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 para dar un polvo de PVC seco. Las láminas y el plastisol se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1.

Ejemplo 3 comparativo

45 La misma cantidad de agua, VCM e iniciador que se establece en el Ejemplo 1 se cargaron en un reactor y se dejó reaccionar bajo las mismas condiciones que en el Ejemplo 1. Una vez que la reacción ha terminado, el látex se transfiere a otro recipiente y se añade Bindzil® 40/130 al 5 % en peso con agitación para dar una dispersión homogénea. El porcentaje en peso se calculó como el porcentaje de materia seca en Bindzil en relación con el PVC seco en la mezcla. El látex se coaguló por congelación y el látex congelado se secó en un horno de vacío hasta que se formó un polvo seco. Las láminas se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1.

Las propiedades físicas de las láminas se midieron y los resultados se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 1 comparativo	Ejemplo 2 comparativo	Ejemplo 3 comparativo.
Impacto de Charpy (ISO179) kJ/m2	18.9	9.96	7.65	13.90
Desviación estándar	0.88	1.36	0.68	1.47
Resistencia a la tracción (MPa)	51.4	52.8	57.4	52.3
Desviación estándar	0.47	0.47	0.45	0.68

(continuación)

	Ejemplo 1	Ejemplo 1 comparativo	Ejemplo 2 comparativo	Ejemplo 3 comparativo.
Módulo elástico (MPa)	2933	3033	3150	3052
Desviación estándar	88	89	201	46

5 Será evidente que la resistencia al Impacto de Charpy de la composición de la invención es muy significativamente mayor que la de un material similar cuando las nanopartículas están presentes cuando el monómero VCM está polimerizado (Ejemplo 1 comparativo) y cuando las nanopartículas no están presentes (Ejemplo 2 comparativo). Además, será evidente que la resistencia al impacto de Charpy de la composición de la invención es significativamente mayor que un material similar donde el látex no se seca mediante secado por atomización sino mediante coagulación (Ejemplo 3 comparativo). La resistencia a la tracción y el módulo elástico permanecen en general sin cambios.

10 La viscosidad del plastisol se midió con un viscosímetro Brookfield™ después de 2 h y los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

	Ejemplo 1	Ejemplo 1 Comparativo	Ejemplo 2 Comparativo
Brookfield 2.5rpm	336	728	197
Brookfield 20 rpm	64.2	>100	42.8
Brookfield 100 rpm	19.5	>50	14.9

15 Será evidente a partir de la Tabla 2 que el plastisol de la invención tiene una viscosidad reducida en comparación con un material que contiene nanopartículas fabricado de otra manera.

20 Ejemplo 3

Se fabricó un látex como se describe en el Ejemplo 1. Se dispersó Elkem NanoSilica® 999 (disponible en Elkem AS) en agua para dar una dispersión del 50% en peso. Esta dispersión se añadió al látex para dar un contenido de sílice al 10% en peso en la mezcla. El porcentaje en peso se calculó como porcentaje de materia seca en la dispersión Nanosilica® 999 con respecto al PVC seco en la mezcla.

25 A continuación, la mezcla se secó por atomización para dar partículas de PVC secas de la misma manera como se describió en relación con el ejemplo 1. Una porción del polvo se formó en una lámina como se describe en el Ejemplo 1.

30 Ejemplo 4 comparativo

Las partículas secas de PVC del Ejemplo 2 comparativo se mezclaron con Elkem Nanosilica® 999 de 10phr y estabilizador de 5phr y estabilizador de 2phr y se formaron en láminas como se describe con referencia al Ejemplo 1.

35 La Resistencia al Impacto de Charpy de los materiales se midió y se muestra en la Tabla 3

Tabla 3

	Ejemplo 3	Ejemplo 2 Comparativo	Ejemplo 4 Comparativo
Resistencia al Impacto de Charpy (ISO 179)	19.7	7.65	18.15
Desviación estándar	0.72	0.68	0.84

40 Se verá que la resistencia al impacto del producto de la invención es significativamente (mayor que 2 sigma) más fuerte que el material en el que se han introducido las nanopartículas después del secado con látex y muy significativamente más fuerte que el material que no contiene nanopartículas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para hacer un material compuesto por polimerización en pasta que comprende los pasos de
  - 5 a) formar una emulsión de al menos un monómero polimerizable en un material acuoso
  - b) polimerizar la emulsión para proporcionar un látex que comprende partículas de polímero, en la que dicho polímero tiene una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C,
  - c) agregar nanopartículas al látex, donde dichas nanopartículas tienen al menos una dimensión en el intervalo de 0.5 a 200 nm, y
  - 10 d) secar por atomización el látex.
  
2. Un método para hacer una lámina o un plastisol que comprende un material compuesto producido por polimerización en pasta, donde dicho método comprende los pasos de
  - 15 a) formar una emulsión de al menos un monómero polimerizable en un material acuoso
  - b) polimerizar la emulsión para proporcionar un látex que comprende partículas de polímero, en la que dicho polímero tiene una temperatura de transición vítrea por encima de 65°C,
  - c) agregar nanopartículas al látex, donde dichas nanopartículas tienen al menos una dimensión en el intervalo de 0.5 a 200 nm,
  - 20 d) secar por atomización el látex, y
  - e) formar el material compuesto seco en ya sea una lámina o un plastisol.
  
3. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de transición vítrea es superior a 66°C, tal como al menos 68°C, y más preferiblemente al menos 70°C, tal como 70-25 85°C.
  
4. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un monómero polimerizable comprende cloruro de vinilo.
  
- 30 5. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero formado en el paso (b) es un homopolímero.
  
6. Un método como se reivindica en la reivindicación 5, en el que el polímero es homopolímero de PVC.
  
- 35 7. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las nanopartículas se añaden como una dispersión acuosa.
  
8. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las nanopartículas comprenden sílice.
- 40 9. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas secadas por atomización del material compuesto tienen un tamaño de partícula promedio en el intervalo de 10 a 63 micrones, y preferiblemente de 15 a 40 micrones.
  
- 45 10. Un material compuesto que se puede obtener mediante un proceso como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la forma de plastisol.
  
11. Un material compuesto como se reivindica en la reivindicación 10, que comprende cloruro de polivinilo.