

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 492**

51 Int. Cl.:

**C08J 9/16**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2004 PCT/KR2004/000182**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2005 WO05073301**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2004 E 04706883 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 1709110**

54 Título: **Cuenta de poliestireno expandido con capa superficial funcional, proceso de fabricación de la misma, y producto de EPS funcional y su proceso de fabricación usando la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.11.2020**

73 Titular/es:

**SYNBRA PROPOR B.V. (100.0%)  
Zeedijk 25  
4871 NM Etten-Leur, NL**

72 Inventor/es:

**PARK, BONG-KUK**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 796 492 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

Cuenta de poliestireno expandido con capa superficial funcional, proceso de fabricación de la misma, y producto de EPS funcional y su proceso de fabricación usando la misma

### Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a productos moldeados de poliestireno expandido que tienen diversas funciones, incluyendo retardo de llama, propiedades antibacterianas, propiedades de coloración, etc. Más en particularmente, la presente invención se refiere a partículas de poliestireno (pre)expandido que tienen una capa superficial funcional producida por el revestimiento de la superficie de las partículas de poliestireno (pre)expandido con una composición de revestimiento funcional, un proceso para producir las partículas de poliestireno expandido, productos funcionales  
10 moldeados de poliestireno expandido fabricados usando las partículas de poliestireno expandido con una capa superficial funcional, y un proceso para fabricar los productos moldeados de poliestireno.

### Técnica anterior

- 15 El poliestireno expandido es una resina polimérica obtenida por el calentamiento y curado de la resina de poliestireno expandible, incluido el agente expansor, tal como pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>) o butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) en la resina de poliestireno o sus resinas de copolímero, para generar espumas en esta. El poliestireno expandido es de color blanco, de peso liviano, y es superior en resistencia al agua, propiedades de aislamiento térmico, absorción de sonido y propiedades de amortiguación. Debido a estas ventajas, la resina de poliestireno expandido es usada ampliamente como material de embalaje, material de construcción, material para flotadores, chalecos salvavidas, artículos decorativos, aislantes, productos con componentes orgánicos, tal como contenedores de alimentos y productos desechables, y similares.

- 20 A continuación, es descrito con más detalle el proceso de moldeo de productos de poliestireno expandido. Una resina de poliestireno o copolímero de estireno que contiene un agente expansor en forma de cuenta con un diámetro de 0,2~0,3 mm o un gránulo con una longitud de aproximadamente 2,5 mm es preexpandida para producir partículas expandidas (normalmente en forma de cuentas). Posteriormente, las partículas expandidas se dejan envejecer y son secadas. Las partículas expandidas envejecidas son colocadas en un molde, calentadas con un vapor de alta presión, y así moldeadas en la forma deseada.  
25

- El poliestireno expandido así producido contiene 98 % en volumen de aire y sólo aproximadamente 2 % en volumen de la resina polimérica. Además, el poliestireno expandido tiene una estructura expandida única en la que el aire está encerrado por espumas de plástico. En base a esta estructura, dado que el poliestireno expandido es liviano y muestra propiedades superiores de amortiguación, propiedades de aislamiento térmico y absorción de sonido, puede ser  
30 ampliamente usado en numerosas aplicaciones.

Sin embargo, dado que la estructura expandida hace que el poliestireno expandido sea más susceptible a algunos químicos que la resistencia química inherente a la resina de poliestireno, la estructura expandida es un obstáculo para impartir una variedad de funciones a las partículas de poliestireno expandido.

- 35 Es decir, la adición de componentes funcionales a los poliestirenos expandidos a fin de impartir funciones adicionales a los productos de poliestireno expandido presenta dificultades que deben tener ampliamente en cuenta la resistencia al agua y al calor de los componentes funcionales, así como la moldeabilidad y resistencia química del poliestireno expandido. En consecuencia, los productos funcionales moldeados de poliestireno expandido desarrollados hasta la fecha son muy limitados en cuanto a la selección de la cantidad y el tipo de componentes funcionales dentro del rango que no afecta a las propiedades físicas y químicas durante la preparación del poliestireno.

- 40 En particular, dado que los poliestirenos expandidos tienen un punto de fusión relativamente bajo, y el poliestireno fundido tiene baja viscosidad, los productos moldeados fabricados con poliestireno expandido pierden su estructura y son fundidos fácilmente por el fuego, convirtiéndose así en un material líquido combustible. En estas circunstancias, los reglamentos, incluida la Fire Services Act, en la mayoría de los países desarrollados, restringen el uso de poliestirenos expandidos, lo que prohíbe el desarrollo de los poliestirenos expandidos como materiales de  
45 construcción.

- Para resolver estos problemas, han sido dedicados grandes esfuerzos a desarrollar poliestirenos expandidos ignífugos o resistentes al fuego. Por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos Núm. 6.384.094 desvela un proceso para preparar un poliestireno expandible resistente al fuego añadiendo 1~12 % en peso de un grafito expandible o un grafito expandido a una suspensión que contiene un monómero de estireno. Además, la publicación de patente demuestra la  
50 utilidad del poliestireno expandible así preparado.

Sin embargo, el grafito expansible comienza a expandirse a aproximadamente 900°C, mientras que el poliestireno deja 3 % en peso de ceniza a 500°C o más debido a su resistencia al calor extremadamente baja. El grafito expansible es expandido al calentarse a alta temperatura para realizar su aislamiento térmico, pero el grafito pierde su estructura debido a la ausencia de un material capaz de unir el grafito, lo que da como resultado una resistencia al fuego escasa.

Por otra parte, el Modelo de Utilidad Coreano Núm. 323680 describe un panel de poliestireno expandido ignífugo fabricado revistiendo una solución acuosa de silicato de sodio en la superficie de una partícula de poliestireno expandido, e irradiando microondas al revestimiento para unir por calor el silicato de sodio al poliestireno. Esta tecnología tiene desventajas en el sentido de que el revestimiento del silicato de sodio es poco resistente al agua y es requerido un equipo costoso para la irradiación por microondas.

Además, la Patente de los Estados Unidos Núm. 3.428.579 describe composiciones que comprenden partículas de poliestireno expandido revestidas con una dispersión acuosa que comprende un polímero de vinilo o vinilideno tal como un polímero de acetato de polivinilo. Las partículas expandidas revestidas son preparadas preparando en primer lugar las partículas de poliestireno que comprenden un agente expansor y luego revistiendo las partículas con una dispersión acuosa que comprende el agente de revestimiento tal como acetato de polivinilo. Después, las partículas revestidas son expandidas. Las cuentas de poliestireno expandido y revestido resultantes son usadas para la fabricación de artículos moldeados.

La Patente del Reino Unido Núm. 1.602.381 está dirigida a material aislante con propiedades retardantes de llama que comprende partículas de poliestireno expandido dispersas en un aglutinante que consiste en un látex de polímero sintético y un compuesto orgánico que contiene bromo, en el que el látex de polímero sintético es un copolímero de acetato de vinilo y el compuesto que contiene bromo como aditivo funcional es usado como aditivo retardante de llama.

Por último, la Patente de los Estados Unidos Núm. 5.286.756 describe un proceso para la preparación de cuentas de polímero de estireno expandible que son revestidas con una mezcla que comprende un compuesto de bisamida de alquileo diamina y un ácido carboxílico alifático con un agente antiestático como aditivo funcional. Las partículas de poliestireno expandido son preparadas revistiendo partículas de poliestireno que comprenden un agente expansor. Las partículas revestidas son entonces expandidas.

### **Divulgación de la invención**

Por lo tanto, la presente invención ha sido realizada en vista de los problemas anteriores, y es un objeto de la presente invención proporcionar un poliestireno expandido que pueda ser producido usando equipo de moldeo convencional sin necesidad de equipo adicional costoso y desarrollado en diverso productos funcionales superiores en cuanto a retardo de llama, resistencia al fuego, propiedades antibacterianas, impermeabilidad, propiedades aromáticas, propiedades de coloración, etc.

El objeto de la presente invención puede ser logrado revistiendo la superficie de las partículas de poliestireno expandido con una composición de revestimiento funcional para formar una capa superficial funcional dentro de las partículas, seguido de moldeo. La composición de revestimiento funcional usada en la presente memoria contiene al menos un aditivo funcional, y una resina de acetato de polivinilo con alta afinidad a las partículas de poliestireno expandido y una propiedad de unión por fusión a baja temperatura para ser adecuada para el moldeo por vapor.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, son proporcionadas partículas de poliestireno expandido con una capa superficial funcional que consiste en:

una capa interna de poliestireno preexpandido; y la capa superficial funcional que contiene 10~99 % en peso de un polímero a base de acetato de vinilo y 0,1~90 en peso de al menos un aditivo funcional, en la que la capa superficial funcional es formada revistiendo la superficie de la capa interna de poliestireno preexpandido con una composición de revestimiento que comprende una solución de polímero a base de acetato de vinilo y al menos un aditivo funcional, y secando la superficie revestida para separar la partícula de poliestireno expandido en una partícula individual. Las partículas de poliestireno expandido que tienen una capa superficial funcional son partículas esféricas que tienen una estructura de núcleo superficial en la que el diámetro total de las partículas de poliestireno expandido está entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 30 mm, el diámetro de las partículas de poliestireno expandido que constituyen la capa interna del núcleo está entre aproximadamente 0,999 mm y aproximadamente 29,999 mm, y el espesor de la capa superficial externa está entre aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  y aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ .

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, es proporcionado un proceso para producir las partículas de poliestireno expandido con una capa superficial funcional, que comprende las etapas de:

calentamiento y preexpansión de cuentas o gránulos de poliestireno expandible para producir partículas de poliestireno preexpandido;

aplicación de una composición de revestimiento funcional a la superficie de las partículas de poliestireno preexpandido anteriores, siendo la composición de revestimiento funcional preparada por mezcla o disolución de al menos un aditivo funcional con una solución de polímero a base de acetato de vinilo para formar una capa superficial funcional; y

adición de un agente de liberación a las partículas de poliestireno preexpandido cuya superficie está revestida con la composición de revestimiento funcional, para separar las partículas de poliestireno expandido que tienen la capa superficial funcional en partículas individuales, y secar las partículas separadas.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, es proporcionado un proceso para fabricar el producto funcional moldeado de poliestireno expandido que comprende las etapas de introducir las partículas de poliestireno expandido que tienen una capa superficial funcional en un moldeador, y aplicar vapor de alta presión al moldeador para unir las partículas de poliestireno expandido entre sí.

- 5 De acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, es proporcionado un producto funcional moldeado de poliestireno expandido fabricado con las partículas de poliestireno expandido con una capa superficial funcional de acuerdo con la presente invención.

10 A continuación, es presentada una explicación más detallada sobre la estructura de las partículas de poliestireno expandido que tienen una capa superficial funcional de acuerdo con la presente invención. Las partículas de poliestireno expandido que constituyen la capa de núcleo representan entre 5 y 99% en peso, la capa superficial funcional representa entre 1 y 95% del peso, y otros residuos representan 5% o menos del peso total de las partículas de poliestireno expandido.

15 Las partículas de poliestireno expandido que constituyen la capa de núcleo incluyen las conocidas anteriormente en la técnica. Los componentes y procesos de producción son los explicados en la técnica previa mencionada con anterioridad.

20 Por otra parte, la capa superficial funcional es formada revistiendo la superficie de las partículas de poliestireno expandido con una composición de revestimiento funcional que contiene una solución de polímero a base de acetato de vinilo y al menos un aditivo funcional, seguido de la separación (en partículas individuales) y el secado. La solución de polímero a base de acetato de vinilo es preparada disolviendo 3~80 % en peso de un polímero a base de acetato de vinilo en un disolvente. El polímero a base de acetato de vinilo puede ser un homopolímero de acetato de vinilo, o un copolímero de acetato de vinilo y al menos un monómero seleccionado de: ésteres de vinilo, tal como caproato de vinilo y estearato de vinilo; ésteres acrílicos, tal como acrilato de etilo, acrilato de butilo y acrilato de octilo; ésteres de ácido fumárico, tal como maleato de dibutilo; ácidos carboxílicos, tal como ácido maleico, ácidos acrílicos y ácido itacónico; alcoholes de vinilo; butadienos; y caprolactonas; o una mezcla o combinación de estos. El polímero a base de acetato de vinilo tiene un grado de polimerización (DP) de 10-100.000. Es preferente que el contenido del monómero de acetato de vinilo en el polímero a base de acetato de vinilo sea 55% o mayor.

30 Los ejemplos de disolventes adecuados para preparar la solución de polímeros a base de acetato de vinilo incluyen agua, y disolventes orgánicos tal como alcoholes, ésteres, cetonas, ácidos carboxílicos, hidrocarburos aromáticos y halogenados. Es preferente seleccionar un disolvente que relativamente tenga volatilidad alta y toxicidad humana reducida, particularmente que disuelva o erosione mínimamente la superficie de las partículas de poliestireno expandido. En este sentido, son preferentes los alcoholes. La concentración del componente de resina está determinada dentro del intervalo definido con anterioridad, teniendo en cuenta la adhesión a la superficie de las partículas de poliestireno expandido y la maleabilidad tras la manipulación.

35 El aditivo funcional puede ser añadido para las funciones previstas sin limitaciones particulares, a condición de que sea disuelto o disperso fácilmente en la solución polimérica a base de acetato de vinilo y que no erosione o disuelva la superficie de las partículas de poliestireno expandido. Los ejemplos de tales aditivos incluyen los agentes expansores, agentes nucleantes, lubricantes, antioxidantes, estabilizadores de calor, estabilizadores ultravioleta, bioestabilizadores, agentes de carga, agentes de refuerzo, plastificantes, colorantes, agentes resistentes a impactos, retardantes de llama, agentes antiestáticos y agentes reticulantes, agentes blanqueadores fluorescentes, agentes que facilitan la conductividad térmica, agentes que facilitan la conductividad eléctrica, modificadores de la permeabilidad, agentes que facilitan el magnetismo, tensioactivos, estabilizadores, excipientes, fármaco, disolventes, endurecedores, desecantes, fortificantes, aromatizantes, antibacterianos, etc. Estos aditivos pueden ser añadidos solos o en combinación como una mezcla de dos o más agentes compatibles entre sí.

45 En particular, cuando es añadido un retardante de llama, tal como trióxido de antimonio, un compuesto fosfórico, boro, ácido bórico o óxido de aluminio, es construido una especie de muro ignífugo que rodea la superficie de las partículas de poliestireno expandido, lo que impide la propagación del fuego a lugares no alcanzados directamente por la llama y mantiene inalterada la forma general de la capa superficial que actúa como estructura, lo que da lugar a un producto de poliestireno expandido retardante de llama muy eficaz.

50 La solución de polímero a base de acetato de vinilo que contiene el aditivo funcional es aplicada uniformemente a la superficie de las partículas de poliestireno expandido. En esta etapa, si la viscosidad de la solución de polímero es baja, es ventajoso agitar las partículas de poliestireno expandido mientras la solución de polímero es rociada en la superficie de las partículas. Mientras tanto, si la solución de polímero es altamente viscosa, las partículas de poliestireno expandido pueden ser mezcladas con la solución de polímero en un mezclador con agitación para aplicar la solución de polímero a la superficie de las partículas.

55 La aplicación de la solución de polímero a base de acetato de vinilo que contiene el aditivo funcional a las partículas de poliestireno expandido puede hacer que las partículas de poliestireno resulten aglomeradas debido a la viscosidad de la solución de polímero, lo que dificulta la fabricación de un producto moldeado a partir de las partículas de poliestireno expandido. Por lo tanto, preferentemente, la solución de polímero es aplicada uniformemente a la

superficie de las partículas de poliestireno expandido, seguido de las etapas de separación y secado, para producir las partículas de poliestireno expandido finales que tienen la capa superficial funcional.

5 Como el agente de liberación usado para la separación, puede ser usado un material líquido o un polvo sólido diferente del disolvente usado para preparar la solución polimérica a base de acetato de vinilo. Cuando es usado el polvo sólido, la moldeabilidad de las partículas de poliestireno expandido es degradada y es creado un polvo durante el secado. Cuando el material líquido es demasiado lipófilo, es más compatible con el poliestireno que con el polímero a base de acetato de vinilo, lo que provoca la separación del poliestireno del polímero a base de acetato de vinilo. En consecuencia, el uso de materiales líquidos excesivamente lipófilos debe ser evitado. De este modo, el agente de liberación preferente debe ser un material de tipo líquido más o menos hidrófilo, de manera que pueda ser aplicado uniformemente a la superficie exterior del polímero a base de acetato de vinilo, y debe permanecer hasta que el disolvente de la solución de polímero sea apropiadamente retirado de la manera posible. Los ejemplos de agentes de liberación adecuados incluyen, pero sin limitación, materiales líquidos hidrófilos, tal como agua, etilenglicol y glicerina, que contienen dos o más grupos hidroxilo (-OH) en su estructura molecular, y aceites de silicona. Estos agentes de liberación pueden ser usados solos o como una mezcla de dos o más de estos. El agente de liberación es usado en una cantidad de 1-40 % en peso del polímero a base de acetato de vinilo. La cantidad de agente de liberación usada es seleccionada adecuadamente dependiendo de la superficie de las partículas de poliestireno expandido y del tipo de composición de revestimiento funcional que constituye la capa superficial.

20 Después de que el agente de liberación es añadido uniformemente, la mezcla es secada con agitación para separar las partículas de poliestireno expandido en partículas individuales. El secado es llevado a cabo en aire caliente a 100°C o menos con agitación. Alternativamente, el secado puede ser llevado a cabo en un secador a 100°C o menos con agitación, o puede ser llevado a cabo bajo presión reducida. Para una mejor maleabilidad, una combinación de secado al vacío y calentamiento es lo más efectivo.

25 La capa superficial funcional así formada contiene 10~99% en peso del polímero a base de acetato de vinilo, 0,1-90% en peso del aditivo funcional y 20% en peso o menos de residuos del disolvente y el agente de liberación. El contenido de los aditivos funcionales depende en gran medida de las funciones impartidas. Por ejemplo, los retardantes de llama, agentes de refuerzo y agentes de carga son añadidos en grandes cantidades, pero los colorantes pueden lograr los efectos deseados usando sólo pequeñas cantidades. Dentro del intervalo definido anteriormente, el polímero a base de acetato de vinilo puede servir como una matriz capaz de formar la capa superficial.

30 Las partículas de poliestireno expandido que tienen la capa superficial funcional son almacenadas en un silo antes de su uso. Para su uso, las partículas de poliestireno expandido son retiradas del silo, colocadas en un molde con la forma deseada, y moldeadas usando vapor de alta presión para fabricar un producto funcional moldeado de poliestireno expandido. Este moldeo puede ser realizado de acuerdo con el mismo procedimiento que los procesos de moldeo convencionales de poliestirenos expandidos.

### **Breve descripción de los dibujos**

35 Los anteriores y otros objetos, características y otras ventajas de la presente invención se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una micrografía de electrones (30x) que muestra una porción recortada de la superficie de una partícula de poliestireno expandido (C1) que tiene una capa superficial retardante de llama producida en el Ejemplo 1 de la presente invención;

40 La Fig. 2 es una micrografía de electrones (400 x) que muestra una interfaz entre una capa superficial y una capa de núcleo de la porción recortada mostrada en la Fig. 1;

La Fig. 3 es una fotografía que muestra el estado inicial de una muestra para una prueba de retardo de llama, producida en el Ejemplo 1 de la presente invención;

45 Las Figs. 4 y 5 son fotografías de frente y de lado tomadas después de la prueba de retardo de llama para la muestra mostrada en la Fig. 3, respectivamente;

La Fig. 6 es una fotografía que muestra los resultados de una prueba de rendimiento antibacteriano para un producto de poliestireno expandido moldeado fabricado en el Ejemplo 2 de la presente invención; y

La Fig. 7 es una fotografía ampliada que muestra la sección transversal de un producto estético de poliestireno expandido moldeado fabricado en el Ejemplo 3 de la presente invención.

### **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

La presente invención es descrita ahora con más detalle con relación a los siguientes ejemplos de fabricación de productos funcionales moldeados de poliestireno expandido.

**Ejemplo 1: fabricación de un producto moldeado de poliestireno expandido ignífugo****A. Preparación de solución de acetato de polivinilo retardante de llama (A1)**

5 450 g de una resina de acetato de polivinilo con un grado de polimerización de 500 son disueltos uniformemente en 550 g de metanol para preparar 1 kg de solución de acetato de polivinilo. A la solución de polímero es añadido 1 kg de partículas de hidróxido de aluminio con un tamaño de partícula promedio de 7,5  $\mu\text{m}$ . La mezcla resultante es dispersada uniformemente para preparar 2 kg de una solución metanólica de acetato de polivinilo (A1) que contiene el aditivo retardante de llama.

**B. Revestimiento de partículas de poliestireno expandido**

10 Las partículas de poliestireno expandible son expandidas a un promedio de 80 veces, y son secadas. 2 kg de las partículas de poliestireno expandido son cargados en un mezclador de cinta de 200 litros. 2 kg de la solución de polímero de acetato de polivinilo retardante de llama (A1) preparada en la etapa A son añadidos a las partículas de poliestireno expandido con una agitación a 50 rpm durante un minuto para revestir uniformemente las partículas expandidas, lo que da como resultado 4 kg de partículas de poliestireno expandido cuya superficie es revestida con la solución de polímero de acetato de polivinilo retardante de llama.

**C. Secado, separación y producción de partículas de poliestireno expandido con una capa superficial retardante de llama**

15 La agitación es continuada durante aproximadamente 10 segundos mientras es aplicado aire caliente a 60°C al mezclador de cinta. Después, son rociados 50 g de etilenglicol con agitación para permitir que las partículas de poliestireno expandido revestidas con la solución de polímero de acetato de polivinilo retardante de llama sean separadas en partículas individuales. Las partículas separadas son secadas con agitación durante 3 minutos para producir partículas de poliestireno expandido (C1) con una capa superficial retardante de llama.

**D. Producción de un producto moldeado de poliestireno expandido retardante de llama**

25 Las partículas de poliestireno expandido (C1) que tienen una capa superficial retardante de llama producida en la etapa C son colocadas en un moldeador de vapor para EPS, calentadas a una presión de vapor de 0,6  $\text{kg/cm}^3$  durante 50 segundos, mantenidas durante 10 segundos y enfriadas para fabricar un producto moldeado de poliestireno expandido retardante de llama (D1) con una densidad de 35  $\text{kg/m}^3$ .

**E. Observación de la estructura del núcleo superficial**

30 Para la observación de la estructura del núcleo superficial de las partículas de poliestireno expandido que tienen una capa superficial retardante de llama producida en la etapa C, es seleccionada una partícula (C1) de las partículas de poliestireno expandido. Es cortada una porción de la superficie de la partícula (C1), y luego es observada la porción cortada bajo un microscopio electrónico con un aumento de 30x (véase la Fig. 1). Esta observación revela que la partícula de poliestireno expandido (C1) producida en este ejemplo es una partícula esférica con una estructura expandida completamente revestida por la capa superficial retardante de llama.

35 En la Fig. 2 es mostrado un aumento mayor (400 x) de la interfaz entre la capa superficial y la capa de núcleo de la partícula de poliestireno expandido (C1). Como es mostrado en la Fig. 2, la capa superficial está completamente adherida a la capa interna de poliestireno expandido.

**F. Prueba de retardo de llama**

40 El producto moldeado de poliestireno expandido retardante de llama D1 fabricado en la etapa D es cortado en una muestra en forma de placa con dimensiones de 2 cm (1) x 2 cm (ancho) x 1 cm (alto) (véase la Fig. 3), que es usada para la prueba de retardo de llama.

La muestra es expuesta a una llama de 4 cm de alto de un quemador Bunsen durante 30 segundos para llevar a cabo una prueba de retardo de llama, y los resultados obtenidos son mostrados en las Figs. 4 y 5.

45 Como es mostrado en las Figs. 4 y 5, sólo una porción de las partículas de poliestireno expandido expuestas a la superficie resultan colapsadas por el calentamiento, pero el calor y la llama son bloqueadas por medio de la capa superficial y la estructura del producto moldeado (D1) es mantenida, confirmando que la estructura original del producto moldeado (D1) no es modificada.

**Ejemplo 2: fabricación de producto moldeado de poliestireno expandido antibacteriano****A. Preparación de solución de acetato de polivinilo antibacteriana**

50 450 g de una resina de acetato de polivinilo con un grado de polimerización de 500 son disueltos uniformemente en 550 g de metanol para preparar 1 kg de una solución de acetato de polivinilo, y después son añadidos 0,2 kg de etil

parabeno. La mezcla resultante es disuelta completamente con agitación durante una hora para preparar 1,2 kg de una solución metanólica de acetato de polivinilo (A2) que contiene el aditivo antibacteriano.

**B. Revestimiento de partículas de poliestireno expandido**

5 2,5 kg de partículas de poliestireno expandido revestidas con la solución de acetato de polivinilo antibacteriana son producidos de la misma manera que en el Ejemplo 1 (B), excepto por la adición de 0,5 kg de la solución de acetato de polivinilo antibacteriana (A2) preparada en la etapa A en lugar de la solución de acetato de polivinilo retardante de llama (A1).

**C. Secado, separación y preparación de las partículas de poliestireno expandido con una capa superficial antibacteriana**

10 El secado y la separación son llevados a cabo de la misma manera que en el Ejemplo 1 para producir partículas de poliestireno expandido (C2) con una capa superficial antibacteriana.

**D. Fabricación de producto moldeado de poliestireno expandido antibacteriano**

15 Las partículas de poliestireno expandido (C2) que tienen una capa superficial antibacteriana producida en la etapa C son cargadas en un moldeador de vapor para EPS, calentadas a una presión de vapor de 0,6 kg/cm<sup>3</sup> durante 40 segundos, sostenidas durante 10 segundos, y enfriadas para fabricar un producto antibacteriano de poliestireno expandido moldeado (D2) que tiene una densidad de 15 kg/m<sup>3</sup>.

**E. Prueba de rendimiento antibacteriano**

20 Una porción del producto antibacteriano de poliestireno expandido moldeado D2 fabricado en la etapa D es molida. Después 0,4 g del producto moldeado molido y una solución bacteriana de prueba en la que es incubado *Staphylococcus aureus* son sometidos a un cultivo con agitación a una frecuencia de agitación de 150 ciclos por minuto a 35°C durante 24 horas, el número de bacterias es recontado y la tasa de disminución bacteriana (tasa bacteriostática) es determinada.

Después del cultivo por agitación, la concentración bacteriana inicial (1,3 x 10<sup>5</sup> recuentos/ml) de la solución bacteriana de prueba es reducida a 10 recuentos/ml (Fig. 6).

25 Como se desprende de los resultados mostrados en la Fig. 6, la prueba antibacteriana realizada por el procedimiento de matraz oscilante confirma una disminución bacteriana de 99,9% en el producto antibacteriano de poliestireno expandido moldeado D2 producido en este ejemplo.

**Ejemplo 3: fabricación de un producto estético de poliestireno expandido moldeado**

**A. Preparación de solución de acetato de polivinilo coloreado**

30 25 g de una resina de acetato de polivinilo con un grado de polimerización de 500 son disueltos uniformemente en 475 g de metanol para preparar 0,5 kg de una solución de acetato de polivinilo. Son añadidos 10 g de un pigmento negro a la solución de polímero, y son disueltos completamente con agitación durante una hora para preparar 0,51 kg de una solución metanólica de acetato de polivinilo de color negro (A3).

**B. Revestimiento de partículas de poliestireno expandido**

35 2,51 kg de partículas de poliestireno expandido revestidas con la solución de polímero de acetato de polivinilo coloreado son preparados de la misma manera que en el Ejemplo 1 (B), excepto por la adición de 0,51 kg de la solución de polímero de acetato de polivinilo coloreado (A3) preparada en la etapa A en lugar de la solución de acetato de polivinilo retardante de llama (A1).

**C. Secado, separación y producción de partículas de poliestireno expandido con capa superficial coloreada**

40 Las partículas de poliestireno expandido (C3) que tienen una capa superficial negra son producidas de la misma manera que en el Ejemplo 1 (C), excepto que son usados 250 g de agua en lugar de etilenglicol.

**D. Fabricación de productos estéticos moldeados de poliestireno expandido**

45 Las partículas de poliestireno expandido (C3) que tienen una capa superficial negra producida en la etapa C son cargadas en un moldeador de vapor para EPS, calentadas a una presión de vapor de 0,6 kg/cm<sup>3</sup> durante 40 segundos, sostenidas durante 10 segundos, y enfriadas para fabricar un producto estético moldeado de poliestireno expandido (D3) con una densidad de 15 kg/m<sup>3</sup>.

**E. Observación de la sección transversal del producto estético moldeado de poliestireno expandido**

La totalidad de la superficie del producto moldeado de poliestireno expandido D3 fabricado en la etapa D es de color negro. Es cortada una pieza de 5 cm de profundidad del producto moldeado de poliestireno expandido D3, y después es observada la sección transversal de la pieza bajo un microscopio. La fotografía es mostrada en la Fig. 7.

- 5 Como es evidente en la fotografía, la sección transversal del producto moldeado de poliestireno expandido (D3) tiene una forma ligeramente irregular similar a un panal de abejas en el que la capa superficial de color negro es formada entre las partículas blancas de poliestireno expandido.

10 En el caso de un producto de moldeo en bloque comercial fabricado por el corte del producto moldeado en forma de bloque a un espesor deseado, el tamaño y el color de las partículas de poliestireno expandido y el color de la capa superficial son variados, lo que permite fabricar paneles estéticos de poliestireno expandido que exhiben diversos efectos de color.

**Aplicabilidad industrial**

15 Como se desprende de la descripción anterior, de acuerdo con las partículas de poliestireno expandido de la presente invención, las propiedades inherentes al poliestireno expandido, por ejemplo, su peso liviano, propiedades de aislamiento térmico, estabilidad de forma, propiedades de amortiguación y absorción de sonido, están garantizadas por las partículas de poliestireno expandido que constituyen la capa de núcleo y, al mismo tiempo, las propiedades superiores de adhesión a baja temperatura, estanqueidad, impermeabilidad y durabilidad son proporcionadas por el polímero a base de acetato de vinilo de bajo punto de reblandecimiento que constituye la capa superficial.

20 Además, la adhesión superior de la resina a base de acetato de vinilo al poliestireno y las propiedades de adhesión relativamente buenas a baja temperatura del polímero a base de acetato de vinilo permiten mejorar las propiedades físicas, por ejemplo, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión, de los productos moldeados de la presente invención. Opcionalmente, diversos aditivos funcionales, incluyendo retardantes de llama, repelentes de agua, agentes antibacterianos, colorantes, agentes aromatizantes, etc., pueden ser añadidos al polímero a base de acetato de vinilo para impartir una variedad de funciones a las partículas de poliestireno expandido de la  
25 presente invención de una manera sencilla. Por lo tanto, las partículas de poliestireno expandido de la presente invención pueden ser aplicadas a la fabricación de materiales industriales de peso liviano, particularmente materiales de construcción, con diversas funciones.

30 Si bien las realizaciones preferentes de la presente invención han sido desveladas con fines ilustrativos, los expertos en la técnica apreciarán que son posibles diversas modificaciones, adiciones y sustituciones, sin apartarse del ámbito de la invención desvelado en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Una partícula de poliestireno expandido con una capa superficial funcional que comprende: una capa interna de poliestireno expandido; y una capa superficial funcional, en la que la capa interna de poliestireno expandido es formada calentando y expandiendo una cuenta o gránulo de poliestireno expandible, y la capa superficial funcional es formada revistiendo la superficie de la capa interna de poliestireno expandido con una composición de revestimiento funcional que tiene entre 10 y 99% en peso de un polímero a base de acetato de vinilo y 0,1 a 90 % en peso de al menos un aditivo funcional, en el que el diámetro total de las partículas de poliestireno expandido está entre 1 mm y 30 mm, el diámetro de las partículas de poliestireno expandido que constituyen la capa interna del núcleo está entre 0,999 mm y 29,999 mm, y el espesor de la capa superficial externa está entre 1 micrómetro y aproximadamente 100 micrómetros.
2. La partícula de poliestireno expandido con capa superficial funcional de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el polímero a base de acetato de vinilo es un homopolímero de acetato de vinilo, o un copolímero de acetato de vinilo y al menos un monómero seleccionado de: ésteres vinílicos, tal como caproato de vinilo y estearato de vinilo; ésteres acrílicos, tal como acrilato de etilo, acrilato de butilo y acrilato de octilo; ésteres de ácido fumárico, tal como maleato de dibutilo; ácidos carboxílicos, tal como ácido maleico, ácidos acrílicos y ácido itacónico; alcoholes vinílicos; butadienos y caprolactonas; o una mezcla o una combinación de los mismos, y tiene un grado de polimerización (DP) de 10-100.000.
3. La partícula de poliestireno expandido con capa superficial funcional de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la capa superficial funcional tiene un espesor correspondiente a 0,003-10% del diámetro total de la partícula, y constituye un 1-95% en base al peso total de la partícula.
4. La partícula de poliestireno expandido de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el aditivo funcional es seleccionado de agentes expansores, agentes nucleantes, lubricantes, antioxidantes, estabilizadores de calor, estabilizadores ultravioleta, bioestabilizadores, agentes de carga, agentes de refuerzo, plastificantes, colorantes, agentes resistentes a impactos, retardantes de llama, agentes antiestáticos, agentes reticulantes, agentes blanqueadores fluorescentes, agentes facilitadores de la conductividad térmica, agentes facilitadores de la conductividad eléctrica, modificadores de la permeabilidad, agentes facilitadores del magnetismo, tensioactivos, estabilizadores, excipientes, fármacos, disolventes, endurecedores, desecantes, agentes fortificantes, aromatizantes, agentes antibacterianos y sus mezclas.
5. Un producto funcional moldeado de poliestireno expandido fabricado por moldeo por expansión calentado por vapor de la partícula de poliestireno expandido con capa superficial funcional de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Un procedimiento de producción de partículas de poliestireno expandido con una capa superficial funcional, que comprende las etapas de:
  - calentamiento y preexpansión de cuentas o gránulos de poliestireno expandible para producir partículas de poliestireno preexpandido;
  - aplicación de una composición de revestimiento funcional a la superficie de las partículas de poliestireno preexpandido anteriores, siendo la composición de revestimiento funcional preparada por mezcla o disolución de al menos un aditivo funcional con una solución de polímero a base de acetato de vinilo para formar una capa superficial funcional; y
  - adición de un agente de liberación a las partículas de poliestireno preexpandido cuya superficie está revestida con la composición de revestimiento funcional, para separar las partículas de poliestireno expandido que tienen la capa superficial funcional en partículas individuales, y secar las partículas separadas.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el disolvente usado para preparar la solución de polímeros a base de acetato de vinilo es agua, o un disolvente orgánico seleccionado de alcoholes, ésteres, cetonas, ácidos carboxílicos, hidrocarburos aromáticos y halogenados, o sus mezclas.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la solución de polímero a base de acetato de vinilo contiene 3-80 % en peso de un polímero a base de acetato de vinilo.
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el agente de liberación es seleccionado de materiales líquidos hidrófilos que contienen dos o más grupos hidroxilo (-OH) en su estructura molecular, tal como agua, etilenglicol y glicerina, y aceites de silicona, y sus mezclas.

Fig 1

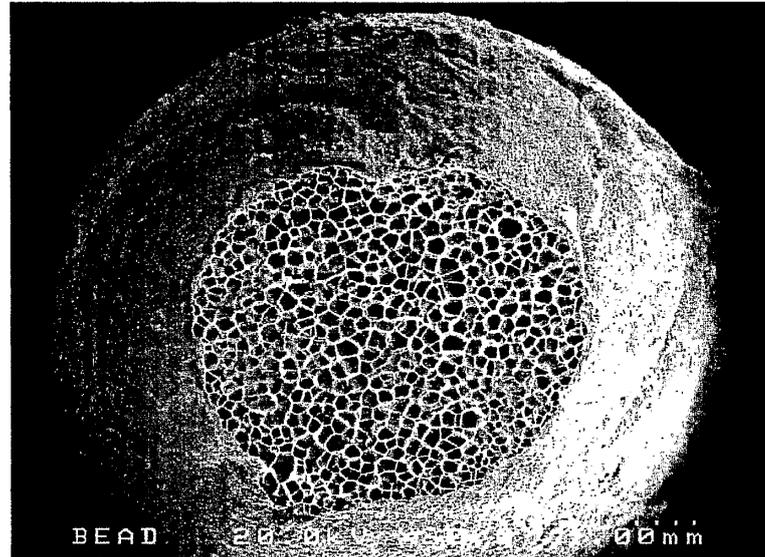


Fig 2



**Fig 3**



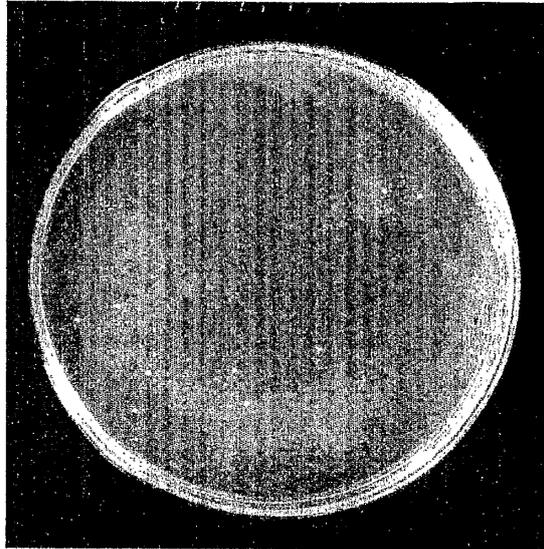
**Fig 4**



**Fig 5**



**Fig 6**



**Fig 7**

