

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 644 227**

(51) Int. Cl.:

C04B 38/00 (2006.01)
C04B 14/38 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01)
B28B 3/00 (2006.01)
B28B 23/00 (2006.01)
C04B 26/02 (2006.01)
C04B 28/26 (2006.01)
C04B 14/18 (2006.01)
C04B 111/28 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2011 PCT/KR2011/001454**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2011 WO11108856**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2011 E 11750913 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2543652**

(54) Título: **Aislante térmico que utiliza perlita expandida de células cerradas**

(30) Prioridad:

05.03.2010 KR 20100020108

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2017

(73) Titular/es:

KYUNGDONG ONE CORPORATION (100.0%)
13-6, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-729, KR

(72) Inventor/es:

**BAEK, BUM-GYU y
LEE, SANG-YUN**

(74) Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 644 227 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

Aislante térmico que utiliza perlita expandida de células cerradas

5 [Sector técnico]

La presente invención se refiere a un aislante térmico que utiliza perlita expandida de células cerradas y, en particular, a un aislante térmico que puede mejorar la capacidad de construcción mediante densidad baja utilizando perlita expandida de células cerradas huecas sin estructura acicular sobre una de sus superficies, reducir los costes materiales y energéticos y reducir el área requerida para la instalación del equipo reduciendo el espesor del aislante térmico debido a su conductividad térmica excelente.

[Técnica anterior]

15 En las plantas industriales, tales como la química del petróleo, las centrales eléctricas, las acerías y similares, el procedimiento de producción y sus líneas están compuestos de estructuras complejas.

En particular, se utilizan a menudo líneas para almacenar fluidos a temperatura elevada o baja o líneas para transferir fluidos.

20 Un aislante térmico industrial desempeña un papel muy importante porque el aislante térmico evita que la energía se pierda en las partes de plantas industriales de elevada temperatura o baja temperatura y tiene una estrecha relación con la calidad del producto.

25 En particular, los países que dependen en gran medida de las importaciones de energía hacen frente de forma sensible a efectos tales como la reducción de la energía debido a los elevados precios del petróleo, la regulación de las emisiones de carbono de acuerdo con la convención sobre el cambio climático y similares en toda la industria.

30 De acuerdo con estas tendencias, se han realizado continuamente investigaciones y esfuerzos para desarrollar materiales en diversos campos y mejorar su rendimiento también en aislantes térmicos utilizados en plantas industriales.

35 Los aislantes térmicos basados en fibra inorgánica, en polvo y en espuma se utilizan generalmente en los aislantes térmicos industriales.

40 Los aislantes térmicos basados en fibras se fabrican utilizando lana de vidrio que utiliza minerales basados en vidrio, tales como arena de sílice, caliza, feldespato, carbonato de sodio y similares como materiales, lana de roca que utiliza escoria de alto horno y basalto como materiales y fibras inorgánicas, tales como fibra basada en alúmina, fibra de zirconia, fibra de carbono y similares.

45 Tal como se describe públicamente en diversa bibliografía, tal como la patente coreana No. 10-0522568 "Tubería adiabática vaporizable de agua utilizando fibra de vidrio y su procedimiento de fabricación" ("Water-vaporable adiabatic pipe by using glass fiber and its manufacturing method"), la patente coreana No. 10-0760003 "Material aislante de fibra de vidrio de tipo curvado para la retención de calor y su procedimiento de fabricación" ("Glass fiber insulating material of curved type for heat-retaining and its manufacturing method") y similares, se produce una estera utilizando fibra de vidrio larga, entre el grupo de fibras inorgánicas, las esteras que se superponen por encima, con una pluralidad de capas, se agujerean de nuevo y se impregna y se une un ligante para fabricar un producto.

50 El producto fabricado por el procedimiento es ventajoso, en cuanto a que el producto es fácil de transportar debido a las características de una conformación de fibra y el producto tiene una conductividad térmica más baja que los aislantes térmicos basados en fibras inorgánicas de la técnica relacionada, pero es desventajoso en cuanto a que la variación de la densidad del producto es tan grande que las características térmicas no son uniformes.

55 En particular, el producto es tan vulnerable a la humedad que incluso cuando su superficie se somete a un tratamiento de repelencia al agua, las características de la fibra permiten que la humedad penetre fácilmente en la sección transversal del mismo y similares y, como resultado, existen problemas de que se generan fisuras en las esteras que se superponen por encima con una pluralidad de capas y, de este modo, la conductividad térmica aumenta bruscamente y la durabilidad del producto se deteriora.

60 Además, el polvo de la fibra de vidrio generado durante la construcción es perjudicial para el cuerpo humano y, de este modo, se realizan también esfuerzos para evitar la generación de polvo en los lugares de trabajo.

65 Los aislantes térmicos basados en polvo se fabrican utilizando silicato de calcio, tierra de diatomeas, carbonato de magnesio básico y similares.

En particular, un aislante térmico de silicato de calcio, que se utiliza habitualmente entre ellos, es un producto curado sometiendo tierra de diatomeas y cal apagada a una reacción hidrotérmica en exceso de agua, moldeando por vía húmeda la mezcla en estado de suspensión y calentando la mezcla a presión elevada en un autoclave.

- 5 Las formas de tobermorita y xonotlita son ventajosas, por su excelente rigidez, de acuerdo con la estructura cristalina durante el curado, y su baja conductividad térmica, de acuerdo con las formas de cristal, pero el procedimiento de fabricación según el curado es complicado y, de este modo, la productividad es baja. En particular, en el caso de la tobermorita, existe el problema de que el rendimiento de repelencia al agua no puede ser mejorado.
- 10 Un aislante térmico basado en espuma es un aislante térmico que utiliza vermiculita expandida o perlita expandida, y normalmente se utiliza un aislante térmico de perlita expandida para utilización industrial.
- 15 El aislante térmico de perlita expandida es ventajoso en cuanto a que el aislante térmico tiene un procedimiento de fabricación simple, productividad elevada y costes bajos de material y, de este modo, se ha utilizado en todos los aislantes térmicos industriales.
- 20 Sin embargo, la perlita expandida como materia prima tiene una cantidad extremadamente pequeña de partículas pequeñas que llenan espacios entre las partículas, a la vez que la distribución de tamaños de partícula de las mismas está extremadamente sesgada hacia las partículas grandes, que tienen una forma de células abiertas con una estructura acicular.
- 25 Por esta razón, se aumentan los espacios entre las partículas y se forma porosidad global a niveles elevados y, de este modo, existe el problema de que las células de perlita expandida se destruyen por compresión durante el proceso de moldeo y, de este modo, se deteriora la eficiencia térmica.
- 30 Además, cuando se fabrica perlita expandida de células abiertas con una estructura acicular, se incrementa la cantidad de un ligante basado en silicato, porque la absorbividad del ligante basado en silicato como ligante inorgánico es elevada y el ligante basado en silicato por sí mismo tiene una forma amorfa y, de este modo, es desventajoso en cuanto a que los aislantes térmicos de perlita expandida tienen una conductividad térmica más elevada que los aislantes térmicos de hidrato basados en fibra de vidrio o basados en polvo, o una rigidez más baja que los aislantes térmicos de hidrato basados en polvo.
- 35 Se han realizado diversas investigaciones y desarrollos (I+D) para resolver los problemas, pero el enfoque de la I+D se ha centrado en procedimientos de fabricación en lugar de mejorar la perlita expandida por sí misma y, de este modo, existe una limitación para superar el deterioro de la conductividad térmica resultante del moldeo por compresión y, como se han sugerido procedimientos de sinterización, curado o similares en el proceso de secado para reforzar la rigidez, existen problemas en cuanto que el proceso de fabricación es complicado y se incrementan los costes de fabricación y similares.
- 40 Además, incluso en el caso de la perlita expandida por sí misma, se describen varias invenciones de la siguiente manera.
- 45 En la solicitud de patente japonesa No. 2007-320805 "Perlita espumada dura y su procedimiento de fabricación" ("Hard foamed perlite and its manufacturing method"), se da a conocer la fabricación de perlita espumada dura globular fina que tiene una rigidez elevada ajustando las condiciones de sinterización para cada resistencia a la compresión de perlita expandida.
- 50 En la patente de Estados Unidos No. 5.009.696 "Empacadora redonda" ("Round Baler") se describe la fabricación de perlita expandida globular utilizando un horno de sinterización expandido de tipo calor indirecto.
- 55 Sin embargo, las invenciones descritas anteriormente refuerzan la rigidez mediante la utilización de formas globulares y sólo permiten que se consiga la absorción de agua o aceite en un nivel bajo y, de este modo, tienen problemas en cuanto a que la gravedad específica de la perlita expandida es elevada porque sólo se buscan las propiedades de las partículas globulares no porosas, la pared entre las células internas se vuelve gruesa y como resultado, el refuerzo de la rigidez se consigue durante la fabricación de un aislante térmico, pero los efectos adversos se obtienen, sin embargo, de la conductividad térmica.
- 60 [Documentos de la técnica anterior]
- 65 Patente de Corea No. 10-0522568 "Tubería adiabática vaporizable en agua utilizando fibra de vidrio y su procedimiento de fabricación" ("Water-vaporable adibatiz pipe by using glass fiber and its manufacturing method")
- Patente de Corea No. 10-0760003 "MATERIAL AISLANTE DE FIBRA DE VIDRIO DE TIPO REDONDO PARA UN EQUIPO DE CONSERVACIÓN DEL CALOR Y SU PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN" ("GLASS FIBER

INSULATING MATERIAL OF ROUND TYPE FOR HEAT-RETAINING EQUIPMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD"

5 Solicitud de patente japonesa No. 2007-320805 "Perlita espumada dura y su procedimiento de fabricación" ("Hard foamed perlite and its manufacturing method")

10 La patente de Estados Unidos No. 5.002.696 "Empacadora redonda" ("Round Baler"), solicitud de patente europea No. EP0924341 da a conocer una composición adecuada para la fabricación de azulejos acústicos, paneles para techo y otras aplicaciones. Según un ejemplo específico, la composición Silibro 3S perlite® contiene: el 50,08% en peso de perlita expandida, incluyendo perlita seca y expandida, que tiene una superficie con una célula cerrada conformada como ingrediente activo; el 4,92% en peso de lana mineral que actúa como fibra; y el 20% en peso de yeso y el 7% de almidón que actúan como ligantes, en la que el ingrediente activo de la perlita expandida está comprendido en una cantidad del 50% en peso o más basado en el peso total de perlita expandida.

15 El documento WO 90/14319 se refiere a la preparación de piezas estructurales de hormigón para utilización en la industria de la construcción. Estas piezas de hormigón estructural se pueden utilizar como aislante térmico ya que son ligeras y contienen hasta el 20% en peso de perlita expandida con células cerradas. La composición de estas partes comprende, entre otros: el 65% en peso de cemento que actúa como un ligante inorgánico, que puede contener fibras de acero, vidrio o polipropileno; y el 20% en peso de perlita expandida, vesicular y de superficie lisa.

20 La perlita expandida vesicular de superficie lisa se compone de numerosas células poligonales tanto con la superficie interna como externa de las células, siendo cerrada en su mayor parte.

25 Finalmente, el documento US 5.114.617 da a conocer una composición de hormigón en mezcla húmeda de alta resistencia que comprende en peso, aproximadamente, del 8 al 65 por ciento de cemento, del 0,5 al 20 por ciento de perlita expandida, vesicular, de superficie lisa, del 5 al 30 por ciento de agua, del 0 al 12 por ciento de puzolana y agregado fino y agregado grueso.

[Descripción detallada de la invención]

30 [Problema técnico]

35 De este modo, la presente invención se ha hecho para resolver los problemas descritos anteriormente y un objetivo de la presente invención es minimizar la trituración de partículas y la destrucción de la estructura celular de la perlita expandida durante el moldeo por compresión mediante la fabricación de la mayor parte de la perlita expandida en forma de una célula cerrada hueca que no tiene estructura acicular en su superficie para aligerar de forma máxima una partícula unitaria y mejorar la rigidez de la perlita expandida y llenar el cuerpo de forma compacta de tal manera que los espacios entre las partículas se llenen al máximo controlando adecuadamente la distribución de tamaños de partícula de las partículas grandes, las partículas intermedias y las partículas pequeñas, con el fin de evitar que la perlita expandida sea triturada debido a los grandes espacios entre las partículas durante el moldeo por compresión.

40 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un aislante térmico que utilice perlita expandida, que puede reducir la conductividad térmica por radiación y conducción y permite que se obtenga una rigidez y dureza mejoradas debido a que puede fabricarse un aislante térmico con una densidad mucho menor disminuyendo la cantidad de un ligante basado en silicato para penetrar en la perlita expandida, mientras que la superficie de la perlita expandida se convierte en una forma de célula cerrada y disminuyendo el área superficial específica que se va a recubrir debido a la eliminación de la estructura acicular sobre su superficie para utilizar solamente la cantidad del ligante que confiere adhesión sobre su superficie.

45 [Solución técnica]

50 Con el fin de conseguir los objetivos descritos anteriormente, en el presente documento se da a conocer un aislante térmico que contiene perlita expandida de células cerradas que comprende del 10 al 84% en peso de perlita expandida, que incluye partículas de mineral de perlita seca y expandida, que tiene una superficie con una forma de células cerradas, del 15 al 85% en peso de un ligante líquido; y del 0,25 al 5% en peso de una fibra de refuerzo, en el que el 50% en peso o más de la cantidad total de perlita expandida está compuesta de perlita expandida de células cerradas, y en el que la perlita expandida tiene una densidad aparente en un intervalo desde 20 a 40 g/l.

55 En el presente documento también se da a conocer un procedimiento para fabricar un aislante térmico, según la presente invención, que comprende: una primera etapa de secado del mineral de perlita, para controlar el % en peso de agua cristalina y, a continuación, la expansión del mineral de perlita, de tal modo que el 50% en peso o más de la cantidad total de perlita expandida está compuesta de perlita expandida de células cerradas; una segunda etapa de preparación de un material mezclado añadiendo un ligante líquido y una fibra de refuerzo a la perlita expandida fabricada en la primera etapa y mezclado de la mezcla resultante; una tercera etapa de fabricación de un cuerpo moldeado mediante la compresión del material mezclado preparado en la segunda etapa; y una cuarta etapa de

secado del cuerpo moldeado fabricado en la tercera etapa, en el que la perlita expandida tiene una densidad aparente en un intervalo desde 20 a 40 g/l.

5 Durante la fabricación del cuerpo moldeado en la tercera etapa, el material mezclado en la segunda etapa se somete adicionalmente a un procedimiento de llenado compacto del cuerpo que imparte vibración o choque y, a continuación, se comprime para fabricar el cuerpo moldeado.

10 Además, en el procedimiento de secado en la cuarta etapa, el secado puede realizarse utilizando aire caliente directo o indirecto, o microondas.

10 [Efectos ventajosos]

15 Mediante los medios de solución descritos anteriormente, el aislante térmico de la presente invención se puede utilizar en procedimientos de temperatura elevada o baja, tales como en plantas industriales y similares, como aislante térmico, que puede minimizar espacios entre las partículas de perlita expandida llenando de manera compacta el cuerpo de forma máxima utilizando perlita expandida de células cerradas huecas para mejorar la capacidad de construcción debido a la baja densidad y puede reducir los costes de material y energía y reducir el área requerida para la instalación del equipo reduciendo el espesor del aislante térmico.

20 [Descripción breve de los dibujos]

La figura 1 es una vista que ilustra la perlita expandida para un aislante térmico de la técnica relacionada.

- 25 (A): Más de 800 μm (30 aumentos) (B): de 500 a 800 μm (32 aumentos)
 (C): de 500 a 400 μm (32 aumentos) (D): de 250 a 400 μm (48 aumentos)
 (E): de 250 a 160 μm (84 aumentos) (F): de 63 a 160 μm (100 aumentos)
 (G): 63 μm (100 aumentos)

30 La figura 2 es una vista que ilustra la perlita expandida de la presente invención.

- 30 (A): Más de 400 μm (32 aumentos) (B): de 250 a 400 μm (48 aumentos)
 (C): de 160 a 250 μm (84 aumentos) (D): de 63 a 160 μm (100 aumentos)
 (E): 63 μm (100 aumentos)

35 [Realizaciones]

En lo sucesivo, las realizaciones preferentes de la presente invención se describirán en detalle, a continuación, con referencia a los dibujos adjuntos.

40 En primer lugar, un procedimiento para fabricar un aislante térmico que utiliza perlita expandida en la técnica relacionada incluye: un procedimiento de expansión para permitir que la perlita de fase mineral tenga perlita expandida de células abiertas, en el que el procedimiento de expansión incluye un procedimiento de mezclado para mezclar perlita de fase mineral con un ligante inorgánico, un procedimiento de moldeo para permitir que la mezcla tenga una forma objetivo y un proceso de secado para eliminar físicamente la humedad del ligante inorgánico líquido.

45 Si se describe con más detalle el procedimiento de expansión descrito anteriormente, la perlita se clasifica habitualmente en minerales naturales, tales como piedra perlada, cantalita, obsidiana y similares, e incluye también piedra pómex que tiene otras prestaciones similares (en lo sucesivo, denominadas colectivamente como el mineral).

50 El mineral puede tener diferentes contenidos de agua según su tipo, pero contiene humedad que se llama agua cristalina en el interior del mismo y cuando el mineral se pasa a través de una llama a temperatura elevada en el proceso de sinterización, su superficie está hialinizada y se evapora la humedad en su interior para expandir el mineral.

55 Generalmente, un aislante térmico de perlita expandida se ve muy afectado por la conducción y la radiación.

60 En el caso del mismo material, la conducción se ve afectada principalmente por la densidad del material, y cuando el material es ligero, la conducción es baja, mientras que cuanto más pesado es el material, la conducción tiende a ser mayor.

65 Los efectos de la radiación sobre la transferencia de calor aumentan a medida que la radiación va de una región de temperatura baja a una región de temperatura elevada. En otras palabras, la radiación se ve afectada por la forma y el tamaño de las células que tienen las partículas de perlita expandida, y cuanto menor es el tamaño y mayor el

número de células con una forma de célula cerrada, menor es la transferencia de calor por radiación y cuanto mayor es el tamaño y menor es el número de células con una forma de célula abierta, mayor es la transferencia de calor.

5 Sin embargo, cuando se fabrica un aislante térmico que tiene una baja densidad para mejorar la transferencia de calor de la perlita expandida, se produce una rigidez insuficiente de la perlita expandida por sí misma y, de este modo, los criterios de la misma comúnmente utilizados actualmente casi alcanzan su límite. Cuando la perlita está ligeramente expandida de manera que el peso específico de la partícula unitaria de la perlita expandida como material utilizado es mayor que su límite, el tamaño de las células internas se incrementa por la sobreexpansión y la membrana de separación de la célula se vuelve delgada y, como resultado, la superficie de las partículas se abre bruscamente y, de este modo, la perlita expandida se convierte en una forma de célula abierta con una estructura acicular y su peso específico se vuelve bastante pesado debido a las piezas peladas.

10 Por consiguiente, a medida que la forma de célula abierta sobre la superficie de la misma se vuelve severa, también aumenta la célula interna, aumenta la transferencia de calor por radiación y disminuye la rigidez de las partículas, disminuyendo así la rigidez del aislante térmico. Si se aumenta la rigidez del aislante térmico, la cantidad de perlita expandida utilizada durante el moldeo se incrementa bastante para incrementar su densidad, aumentando de este modo la transferencia de calor por conducción, lo cual ha sido considerado como un problema.

15 20 Con el fin de resolver los problemas, se describirá, en primer lugar, la tecnología central de la presente invención para maximizar el rendimiento de un aislante térmico de perlita expandida y, a continuación, se describirán adicionalmente las ventajas y características del mismo, de la siguiente manera.

25 En primer lugar, la presente invención produce una forma de una célula cerrada hueca que no tiene estructura acicular sobre la superficie de la mayor parte de la perlita expandida y es fuerte en términos de rigidez de las partículas al minimizar la generación de células abiertas, mientras que aligera de forma máxima el peso específico de la perlita expandida con el fin de disminuir la conductividad térmica.

30 35 En primer lugar, con el fin de producir una perlita expandida de células cerradas huecas sin estructura acicular en su superficie, la perlita expandida se puede preparar de manera que una forma de la perlita expandida se convierte en una forma de célula cerrada hueca sin una estructura acicular en su superficie cuando se suprime la sobreexpansión controlando la cantidad de agua cristalina interna mediante el secado.

40 45 Por el contrario, cuando la cantidad de agua cristalina es demasiado pequeña, la perlita no se expande o la capacidad de expansión se deteriora y el peso específico de las partículas aumenta. De este modo, se necesita controlar el % en peso de agua cristalina basado en el peso total de perlita para expandir la perlita.

50 Además, el grado de control del agua cristalina es diferente según la cantidad y las características del agua cristalina en el mineral de perlita y, de este modo, puede no determinarse de forma uniforme, pero el grado puede confirmarse mediante experimentos directos según el tipo de mineral.

40 45 Sin embargo, aunque el % en peso de agua cristalina se controla constantemente, en general, cuanto mayor es el tamaño de partícula de perlita, mayor es la cantidad absoluta de agua cristalina cuando el tamaño de partícula de la perlita es superior a 400 μm y, cuando el agua se vaporiza para expandir la perlita, aumenta la presión y se destruye la superficie, generando así una gran cantidad de células abiertas.

50 55 Por consiguiente, cuanto más amplia sea la distribución de tamaños de partícula de la piedra normal perlita (en el presente documento define la perlita cristalizada) en el procedimiento de preparación de la misma, más difícil será la fabricación de las partículas más grandes en células cerradas.

55 60 Además, las partículas con un tamaño inferior a 65 μm causan fácilmente la no expansión. De este modo, la perlita necesita ser expandida utilizando un procedimiento para eliminar las partículas con un tamaño inferior a 65 μm por adelantado de la piedra perlita normal de tal modo que esas partículas no se generen en el proceso de sinterización, reduciendo el número de partículas grandes en la distribución de tamaños de partícula total, y diseñando adecuadamente de forma más restringida la distribución de tamaños de partícula.

60 La mayoría de las partículas preparadas de este modo con un tamaño inferior a 63 μm tienen una forma hueca diferente a la perlita de la técnica relacionada y, de este modo, son definitivamente diferentes en conductividad térmica o rigidez de partículas y las partículas finas con el rendimiento de aislamiento asegurado son significativamente útiles para llenar huecos entre las partículas desempeñando, de este modo, un papel preferente.

En este momento, los ejemplos de un procedimiento de expansión generalmente utilizados incluyen un procedimiento de llama directa (un procedimiento de permitir que la llama toque directamente una materia prima), un procedimiento de llama indirecta (un procedimiento de no permitir que la llama toque una materia prima) y similares,

y también incluyen un procedimiento de expandir perlita que cae dentro de un intervalo de distribución de tamaños de partícula objetivo de una vez y un procedimiento de expandir perlita con cada tamaño de partícula y mezclar la perlita individual para caer dentro de un intervalo de distribución de tamaños de partícula objetivo.

- 5 Para la mayor parte de la perlita expandida fabricada mediante estos procedimientos, se forman pequeñas partículas en forma de varias células en el interior de la perlita expandida, y a medida que aumenta el tamaño de las partículas de perlita, un gran número de agregados celulares conforman una forma de célula cerrada hueca con una elevada rigidez de partícula, de manera que la perlita puede ser expandida para tener un peso específico más ligero.
- 10 Sin embargo, aunque pueden utilizarse estos procedimientos, toda la perlita expandida puede no ser fabricada en una forma de célula cerrada completamente hueca. Debido a las características de los hornos de expansión vertical y horizontal que se utilizan generalmente, aproximadamente del 10 al 30% de las partículas también tienen una forma de una célula abierta según el intervalo de tamaños de partícula y también para la perlita expandida fabricada en una forma de célula cerrada, parte de su superficie se convierte a veces en una célula abierta debido a la colisión durante el procedimiento de expansión o la transferencia en el aire y, de este modo, alrededor del 70 al 80% de las partículas se convierten comúnmente en una célula cerrada.

15 Sin embargo, no siempre se requiere que el intervalo de la célula cerrada en la presente invención se aplique a los valores numéricos limitados para ser utilizados, tal como se ha descrito anteriormente. Esto se debe al hecho de que existe una diferencia según el tipo de mineral y las condiciones del equipo y los efectos se mejoran significativamente incluso cuando la célula cerrada representa aproximadamente el 50%, en comparación con la perlita expandida de la técnica relacionada.

20 Las características de la presente invención, que se han descrito anteriormente, se describirán en detalle, a continuación, a través de las figuras 1 y 2.

25 Es decir, la figura 1 es una vista que ilustra fotos de microscopio electrónico de barrido de perlita expandida para un aislante térmico de la técnica relacionada, y la figura 2 es una vista que ilustra fotos de microscopio electrónico de barrido de perlita expandida de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la figura 1, se puede confirmar que la mayoría de las partículas en la perlita expandida para un aislante térmico de la técnica relacionada muestran únicamente una forma de célula abierta y se forman muchas partículas aciculares en su superficie, (E) las piezas rotas por sobreexpansión se incluyen en las partículas que tienen un tamaño de 250 μm o menos, (F) la cantidad de piezas trituradas incluidas en las partículas que tienen un tamaño de 160 μm o menos se incrementa en una mitad o más, y (G) la mayor parte de las partículas que tienen un tamaño de menos de 63 μm , que incluso no tienen células, son polvo triturado y se incluye una cantidad sustancial de partículas no expandidas.

35 Por el contrario, la figura 2 ilustra la perlita expandida de la presente invención en la que algunas células abiertas se muestran parcialmente por partículas grandes que tienen un tamaño de aproximadamente 400 μm , pero esto es en realidad una forma limitada solamente en su superficie y las células internas tienen células individuales independientes y el polvo triturado por la sobreexpansión apenas se incluye. En particular, la mayoría de las partículas que tienen un tamaño inferior a 63 μm son huecas.

40 Por lo tanto, en la perlita expandida para un aislante térmico de la técnica relacionada, están presentes una gran cantidad de partículas con un tamaño de 400 μm a 800 μm y está presente una cantidad sustancial de partículas con un tamaño de incluso 800 μm o más. De este modo, el tamaño entero de la célula interna de la perlita expandida se incrementa y el número de células en el mismo volumen es demasiado pequeño en comparación con el número de células en la perlita expandida de la presente invención y la transferencia de calor solo se deteriora aún más debido a una cantidad excesiva de polvo triturado (perlita expandida rota y polvo triturado casi sin células).

45 Sin embargo, en la presente invención, la conductividad térmica que afecta más a la transferencia de calor se puede reducir minimizando la generación de células abiertas para fabricar la mayor parte de la perlita expandida en una forma de célula cerrada hueca que tiene una elevada rigidez de partícula para aligerar el peso específico de la perlita expandida lo máximo posible.

50 En segundo lugar, con el fin de evitar que la perlita expandida se aplaste debido a grandes espacios entre las partículas durante el proceso de moldeo por compresión, el cuerpo se llena de manera compacta de tal manera que los espacios entre las partículas pueden llenarse lo máximo posible controlando adecuadamente la distribución de tamaños de partícula de partículas grandes, partículas intermedias, partículas pequeñas y partículas finas.

55 Cuando se describen las características de la presente invención descritas anteriormente comparando un procedimiento general para fabricar un aislante térmico de perlita expandida, el procedimiento de moldeo se realiza como moldeo por compresión por prensado.

En este momento, la perlita expandida en estado en masa y un material mezclado se introducen en una prensa, habitualmente en un volumen de aproximadamente 3,5 veces o más el volumen de un cuerpo moldeado que se va a fabricar.

5 En este momento, si la perlita expandida tiene una forma de estructura acicular de célula abierta, el tamaño de los espacios entre las partículas es tan grande y la rigidez de las partículas es tan débil que las partículas y las células son a menudo trituradas durante el proceso de moldeo por compresión. Por el contrario, si la compresión no se realiza suficientemente, el estado moldeado de un producto se deteriora, disminuyendo así la rigidez y la dureza del producto, lo cual es problemático.

10 Además, con el fin de minimizar los espacios entre partículas, se ha aplicado un procedimiento para introducir mecánicamente perlita expandida en un estado en masa, realizando el relleno compacto del cuerpo por vibración o choque y, a continuación, realizando el moldeo por compresión. En el procedimiento, cuando la perlita expandida tiene por sí misma una estructura acicular en forma de célula abierta, sus efectos no son significativos y la distribución de tamaños de partícula por sí misma no es adecuada. De este modo, hay una limitación en la reducción final de los espacios.

15 Por lo tanto, un aislante térmico de perlita expandida de la técnica relacionada tiene problemas en cuanto a que la perlita expandida por sí misma tiene una estructura acicular en forma de célula abierta, las partículas por sí mismas tienen una rigidez débil y los espacios entre las partículas son grandes debido a una distribución de tamaños de partícula inadecuada y, por consiguiente, los efectos causados por la radiación y la conducción se incrementan debido al aplastamiento de las partículas de perlita expandida y la destrucción de células generada durante el proceso de moldeo por compresión y, de este modo, la conductividad térmica se incrementa.

20 25 De este modo, la presente invención refuerza la rigidez de las partículas y las células por sí mismas mediante la utilización de una perlita expandida de células cerradas huecas que no tiene estructura acicular y minimiza los espacios entre las partículas controlando adecuadamente la distribución de tamaños de partícula de partículas grandes, partículas intermedias, partículas pequeñas y finas, de manera que los espacios entre las partículas son muy pequeños y la compacidad se mejora cuando la perlita expandida se introduce en un molde de moldeo, permitiendo de este modo que el moldeo se consiga en un volumen inferior al volumen de la perlita expandida de la técnica relacionada. Además, la presente invención puede minimizar el aplastamiento de partículas y células de perlita expandida debido a la presurización permitiendo que la perlita expandida del aislante térmico tenga una rigidez incluso a una baja proporción de compresión.

30 35 40 45 Es decir, considerando la proporción de la distribución de tamaños de partícula que se produce naturalmente durante el procedimiento de trituración y basándose en la premisa de que se fabrica una perlita expandida de células cerradas huecas que no tiene estructura acicular, es más razonable que el aislante térmico de la presente invención tenga una densidad aparente de 20 a 40 kg/m³, las partículas contenidas en la perlita expandida de células cerradas tienen una distribución de tamaños de partícula de la siguiente manera: el 15±10% en peso de partículas con un tamaño de más de 400 µm, el 40±15% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 400 µm, el 20±10% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 30±15% en peso de partículas con un tamaño inferior a 160 µm están presentes en base al peso de perlita expandida y los espacios entre las partículas pueden minimizarse por el relleno compacto del cuerpo lo máximo posible.

50 55 A partir del tamaño de partícula de aproximadamente 400 µm en la presente invención, comienza a generarse una cantidad sustancial de células abiertas aunque la expansión de la perlita esté suficientemente controlada. La razón por la que se incrementa la cantidad de partículas con un tamaño de partícula de 400 µm es que incluso aunque los espacios entre las partículas se minimicen a través de una distribución de tamaños de partícula adecuada, algunas partículas necesitan ser trituradas durante el moldeo por compresión y los espacios vacíos necesitan llenarse, y una perlita expandida con un tamaño de 400 µm o más tiene una rigidez más débil que las partículas con un tamaño de 400 µm o menos y, de este modo, puede desempeñar dicho papel.

60 Además, cuando el tamaño de partícula es demasiado pequeño, existe el problema de que la perlita expandida se agrega durante el procedimiento de mezcla con un ligante líquido. Además, dado que el interior del aislante térmico se vuelve demasiado compacto debido al moldeo por compresión, se generan grietas en el procedimiento de secado y similares.

65 Sin embargo, no siempre se requiere que la distribución de tamaños de partícula en la presente invención se aplique a los valores numéricos limitados que se van a utilizar.

70 En la presente invención, a partir de un tamaño de partícula de aproximadamente 400 µm, se generan parcialmente células abiertas aunque la expansión de perlita esté suficientemente controlada y puede ser mejor controlar la expansión de la perlita en base a 500 µm de acuerdo con el agua cristalina y el grado de precalentamiento.

- Más específicamente, la perlita es uno de los recursos naturales y, de este modo, el agua cristalina y la dureza de la roca cruda son diferentes de acuerdo con el procedimiento de producción del mineral, y es difícil decidir los criterios uniformemente porque los resultados, tales como la rigidez y el tamaño de partícula de la perlita expandida, la proporción de generación de células abiertas y similares pueden ser diferentes, de acuerdo con la piedra normal fabricada, el grado de calentamiento y el tipo de horno de expansión.
- Además, debido a que el polvo fino con un tamaño de 0,074 mm (malla de 200) o inferior se genera frecuentemente en una cantidad mayor a medida que disminuye el tamaño de partícula durante el procedimiento de trituración de la roca cruda, es prácticamente imposible mantener constante la proporción de la distribución de tamaños de partícula o controlar constantemente el tamaño de partícula triturada y deshacerse de los restos y, de este modo, puede ser preferente que el tamaño de las partículas esté más bien aumentado dentro de un intervalo tanto como sea posible.
- Además, la preparación puede conseguirse mediante uno o más procedimientos seleccionados de un procedimiento para realizar la expansión en una vez de acuerdo con un intervalo de distribución de tamaños de partícula objetivo y un procedimiento para producir partículas con cada tamaño de partícula y mezclar las partículas respectivas para obtener partículas dentro de un intervalo de distribución de tamaños de partícula objetivo.
- En tercer lugar, se reduce la cantidad de un ligante inorgánico líquido utilizado como material ligante para reducir los efectos de la transferencia de calor.
- En general, el silicato como ligante inorgánico utilizado en el aislante térmico de perlita expandida es un compuesto que se representa como $M_2OnSiO_2xH_2O$ en el que M representa un metal alcalino que pertenece al grupo 1A de la Tabla Periódica, y n y x son un número entero.
- Entre los ejemplos específicos del metal alcalino que pertenece al grupo 1A se incluyen litio, sodio, potasio y similares.
- Los ligantes inorgánicos líquidos en forma de silicato pueden ser diferentes según el tipo de los mismos, pero la mayoría de ellos contienen H_2O en una cantidad del 50% o más.
- Estos ligantes inorgánicos se utilizan como un material de unión del aislante térmico de perlita expandida y se mezclan con la perlita expandida y fibras inorgánicas y se someten a un procedimiento de mezclado antes del moldeo por compresión.
- En este momento, la perlita expandida de la técnica relacionada tiene un área superficial específica grande debido a un fenómeno en el que los sitios de las células abiertas y las partículas trituradas durante la expansión absorben un ligante líquido, triturando y una estructura acicular y, por tanto, tiene que ser utilizada una cantidad excesiva de un ligante inorgánico líquido.
- Sin embargo, la perlita expandida de células cerradas de la presente invención tiene la superficie la mayor parte de la cual está cerrada y una pequeña cantidad de una estructura acicular y, de este modo, es ventajosa en cuanto a que se asegura la rigidez incluso cuando se utiliza un ligante inorgánico líquido en una cantidad del 80% o menos en comparación con una cantidad de perlita expandida utilizada en el mismo volumen. En la presente invención, la perlita expandida se utiliza en una cantidad menor que el aislante térmico de la técnica relacionada y, por lo tanto, la cantidad de ligante inorgánico utilizada se reduce realmente de forma significativa.
- El silicato por sí mismo es un cristal amorfó y, de este modo, la conductividad térmica es elevada y debido a la reducción en la cantidad del silicato utilizada, se fabrica el aislante térmico con una densidad baja y, como resultado, se obtiene un efecto de que se disminuye la influencia de la conducción.
- Además, la humedad afecta negativamente a la conductividad térmica y el aislante térmico de la presente invención es ventajoso en cuanto a que el aislante térmico de la presente invención, que se utiliza en una cantidad menor con respecto al mismo en las mismas condiciones de secado, tiene un contenido más bajo de humedad que permanece en el aislante térmico mediante un ligante inorgánico.
- Además, por consiguiente, el aislante térmico de la presente invención es también ventajoso en cuanto a que se pueden ahorrar costes de energía y tiempo de secado.
- Además, el ligante líquido en la presente invención puede utilizar, adicionalmente, un ligante orgánico, o se puede utilizar con un ligante inorgánico.
- Si un ligante líquido puede servir como un material ligante, el ligante líquido se puede utilizar para el aislante térmico. Sin embargo, en este momento, deben considerarse las condiciones de utilización en las que se aplica el aislante térmico.

En general, en la utilización del aislante térmico de perlita expandida, se utiliza un repelente de agua basado en silicio para evitar la absorción de humedad que afecta a la conductividad térmica.

- 5 También en la presente invención se puede utilizar un repelente de agua basado en silicio de la técnica relacionada, pero adicionalmente se puede recubrir con una serie de monómeros de silano a efectos de mejorar la repelencia al agua, reducir la capacidad de absorción y mejorar la fluidez (la fluidez expresada en el presente documento se refiere a la facilidad en el cambio de posición debido a los efectos bajos de fricción entre partículas y un ángulo de reposo) y similares.
- 10 En el aislante térmico de perlita expandida, se utiliza un repelente de agua basado en silicio para eliminar los efectos de la humedad, y cuando se aplica un recubrimiento monomérico basado en silano, cada partícula muestra un comportamiento repelente al agua y se pueden ejercer efectos ventajosos para el relleno compacto antes del moldeo por compresión.
- 15 El repelente de agua basado en silicio no tiene reactividad en la superficie de la perlita, pero tiene una forma en la que el silicio en forma de un oligómero de siloxano se adhiere simplemente, sirve sólo como repelente al agua y falla en la mejora de la fluidez.
- 20 Sin embargo, el monómero basado en silano tiene un grupo alcoxi que induce un enlace químico con la perlita en su extremo terminal y tiene un grupo alquilo que muestra características de repelencia al agua en su cola y, de este modo, el monómero se extiende hacia fuera como ramas de árbol o ramificaciones desde toda la superficie de la perlita para formar una capa, reduciendo, de este modo, la resistencia de fricción sobre la superficie. Como resultado, se mejora la fluidez y, de este modo, el relleno compacto del cuerpo se realiza fácilmente cuando el monómero se introduce en el procedimiento de moldeo por compresión y se obtienen efectos de tener permanentemente características de repelencia al agua a diferencia de los monómeros basados en silicio de la técnica relacionada.
- 25 En la presente invención, como un repelente de agua que utiliza un recubrimiento superficial que tiene un objetivo de mostrar un comportamiento repelente al agua, pueden utilizarse no sólo un silano orgánico, sino también repelentes de agua basados en titanato y zirconato que pueden reforzar la resistencia y, más específicamente, entre los ejemplos de los mismos se incluyen agentes de acoplamiento orgánicos basados en silano, que incluyen isoociltrimetoxisilano, metiltrimetoxisilano, octiltrietoxisilano, 3-aminopropiltrietoxisilano, 3-glicidiloxipropiltrimetoxisilano, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano, viniltrietoxisilano, viniltrimetoxyisilano, viniltri(2-metoxi-ethoxy)silano y similares, agentes de acoplamiento basados en titanato que incluyen titanato de neopentil(dialil)oxi, trineodecanoilo, titanato de neopentil(dialil)oxi, tri(dodecil)benceno-sulfonilo, titanato de neopentil(dialil)oxi, tri(dioctil)fosfato, titanato de neopentil(dialil)oxi, tri(dioctil)pirofosfato, titanato de neopentil(dialil)oxi, tri(N-etilendiamino)etilo, titanato de neopentil(dialil)oxi, tri(m-amino)fenilo y similares, agentes de acoplamiento basados en zirconato que incluyen zirconato de neopentil(dialil)oxi, trinodecanonio, zirconato de neopentil(dialil)oxi, tri(dodecil)bencenosulfonilo, zirconato de neopentil(dialil)oxi, tri(dioctil)fosfato, zirconato de neopentil(dialil)oxi, tri(dioctil)pirofosfato, zirconato de neopentil(dialil)oxi, tri (N-etilendiamino)etilo, zirconato de neopentil(dialil)oxi, tri(m-amino)fenilo y similares.
- 30 Con el fin de reforzar la capacidad de moldeado, resistencia a la flexión, capacidad de construcción y similares del aislante térmico de perlita expandida de la presente invención, se incluyen fibras de refuerzo con una longitud de 5 a 30 mm. La fibra de refuerzo utiliza una fibra basada en un material inorgánico y una fibra basada en un material orgánico, o utiliza una mezcla de las mismas.
- 35 Además, se puede utilizar un agente de refuerzo a efectos de reducir adicionalmente la resistencia o la conductividad térmica.
- 40 Con el fin de reforzar la resistencia, se utiliza humo de sílice de un tamaño de menos de 50 µm o carbono blanco, y aunque los espacios entre las partículas de perlita expandida se llenan antes de la compresión y se reduce la proporción de compresión del moldeo, se obtiene el estado de moldeo compacto, mejorando de este modo la fuerza.
- 45 Con el fin de reducir la conductividad térmica, se puede utilizar un agente de bloqueo térmico radiante.
- 50 Cuando la perlita expandida se convierte de una forma de célula abierta a una forma de célula cerrada, los efectos de la radiación y la conducción pueden reducirse, pero a medida que la temperatura aumenta, los efectos de la radiación aumentan y hay una limitación en el bloqueo de los efectos por la radiación. De este modo, la conductividad térmica puede reducirse adicionalmente añadiendo un material que bloquee adicionalmente la radiación.
- 55 En particular, se muestran efectos más significativos en la región de elevada temperatura.
- 60

Para una descripción más detallada basada en lo que se ha mencionado anteriormente, la presente invención se describirá en detalle, a continuación, con referencia a ejemplos y ejemplos experimentales, pero el alcance de la presente invención no está limitado a los mismos.

5 <Ejemplo 1> Fabricación del aislante térmico 1 utilizando perlita expandida de células cerradas de la presente invención

10 Se utilizó piedra perlita normal y se fabricó perlita expandida, teniendo la perlita expandida una densidad de 30 kg/m³, una distribución de tamaños de partícula en la que el 15% en peso de las partículas con un tamaño de más de 400 µm, el 40% en peso de las partículas con un tamaño de 250 a 400 µm, el 20% en peso de las partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 30% en peso de las partículas con un tamaño inferior a 160 µm están presentes en base al peso total de la perlita expandida y una proporción de células cerradas del 70% en peso de acuerdo con el intervalo de tamaño de partícula.

15 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basado en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células cerradas fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

20 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be¹ y mezclando la mezcla.

25 Se mezclaron 450 g de la mezcla preparada tal como se ha descrito anteriormente y 413 g del ligante inorgánico líquido preparado, tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,2 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l). (En este caso, la proporción de compresión no se ajusta artificialmente, sino que se refiere a una proporción de compresión generada durante la fabricación de 4,5 l de un cuerpo moldeado basado en el volumen del estado en masa cuando la cantidad de la mezcla se introduce en un molde de moldeo. Lo mismo se aplica también a los ejemplos y ejemplos comparativos).

30 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 1 de perlita expandida de células cerradas con una densidad de 130±5 kg/m³.

35 <Ejemplo 2> Fabricación del aislante térmico 2 utilizando perlita expandida de células cerradas de la presente invención

35 Se preparó la perlita expandida de células cerradas con una densidad de 30 kg/m³ fabricada en el ejemplo 1.

40 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basado en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células cerradas fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

45 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso de silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be¹ y mezclando la mezcla.

50 Se mezclaron 405 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y se mezclaron 365 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, se comprimió la mezcla resultante aproximadamente 2,8 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).

55 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 2 de perlita expandida de células cerradas que tiene una densidad de 115±5 kg/m³.

55 <Ejemplo 3> Fabricación del aislante térmico 3 utilizando perlita expandida de células cerradas de la presente invención

55 Se preparó la perlita expandida de células cerradas con una densidad de 30 kg/m³ fabricada en el ejemplo 1.

60 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basado en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células cerradas fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

65 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be¹ y mezclando la mezcla.

Se mezclaron 352 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 317 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 2,5 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).

5 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 3 de perlita expandida de células cerradas con una densidad de 100±5 kg/m³.

10 <Ejemplo 4> Fabricación del aislante térmico 4 utilizando perlita expandida de células cerradas de la presente invención

15 Se recubrió el 0,5% en peso de metiltrimetoxisilano en base al peso de la perlita expandida sobre la perlita expandida de células cerradas con una densidad de 30 kg/m³ fabricada en el ejemplo 1 para fabricar una perlita expandida de células cerradas.

15 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica a 1.000 g de la perlita expandida de células cerradas recubierta en base al peso de la perlita expandida y mezclando la mezcla.

20 Se prepararon solos 1.000 g de silicato de sodio 33Be' en forma de un ligante inorgánico líquido.

20 Se mezclaron 459 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 413 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,1 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).

25 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 4 de perlita expandida de células cerradas que tiene una densidad de 130±5 kg/m³.

30 <Ejemplo 5> Fabricación del aislante térmico 5 utilizando perlita expandida de células cerradas de la presente invención

35 Se preparó la perlita expandida de células cerradas con una densidad de 30 kg/m³ fabricada en el ejemplo 1.

35 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células cerradas fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

40 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.

45 Se mezclaron 352 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 317 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se trató con el 3% en peso de humo de sílice en base al peso del material mezclado y se mezcló de nuevo y, a continuación, se comprimió aproximadamente 2,5 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).

50 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 5 de perlita expandida de células cerradas con una densidad de 100±5 kg/m³.

50 <Ejemplo comparativo 1> Fabricación del aislante térmico 1 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada

55 Se utilizó piedra de perlita normal, y se fabricó perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada, teniendo la perlita expandida una densidad de 40 kg/m³ y una distribución de tamaños de partícula en la que el 10% en peso de partículas con un tamaño de más de 800 µm, el 35% en peso de partículas con un tamaño de 500 a 800 µm, el 25% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 500 µm, el 15% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 15% un tamaño inferior a 160 µm están presente en base al peso total de la perlita expandida.

60 Se preparó un material mezclado añadiendo 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

65 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.

- 5 Se mezclaron 635 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 571 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,5 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).
- 10 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 1 de perlita expandida de células abiertas con una densidad de 180±5 kg/m³.
- 15 10 <Ejemplo comparativo 2> Fabricación del aislante térmico 2 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada
- 15 Se preparó la perlita expandida de células abiertas con una densidad de 40 kg/m³ fabricada en el ejemplo comparativo 1.
- 20 15 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.
- 25 20 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.
- 25 25 Se mezclaron 459 g del material mezclado preparado y 413 g del ligante inorgánico líquido y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,2 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).
- 30 30 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 2 de perlita expandida de células abiertas con una densidad de 130±5 kg/m³.
- 35 35 <Ejemplo comparativo 3> Fabricación del aislante térmico 3 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada
- 35 Con el fin de comparar la perlita expandida de células cerradas de la presente invención con la perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada a la misma densidad, cuando la perlita expandida de la técnica relacionada se expandió con la misma densidad que la perlita expandida en el ejemplo 1 de la presente invención, pero la densidad se hace caer a 35 kg/m³ o menos, la perlita expandida que estaba más bien sobreexpandida se debilitó y, de este modo, se expandió pero se produjo aplastamiento posteriormente, aumentando de este modo de nuevo la densidad.
- 40 40 De este modo, se analizaron partículas que tenían una densidad de 35 kg/m³ y, como resultado, el tamaño de partícula de la perlita expandida fue aumentado completamente y, de este modo, se fabricó una perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada, la perlita expandida que tiene una densidad de 35 kg/m³ y una distribución del tamaño de partícula en la que el 15% en peso de partículas con un tamaño superior a 800 µm, el 40% en peso de partículas con un tamaño de 500 a 800 µm, el 20% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 500 µm, el 10% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 15% en peso de partículas con un tamaño inferior a 160 µm están presentes en base al peso total de la perlita expandida.
- 45 50 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.
- 50 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.
- 55 55 Se mezclaron 635 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 571 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,8 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).
- 60 60 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 3 de perlita expandida de células abiertas que tenía una densidad de 180±5 kg/m³.

<Ejemplo comparativo 4> Fabricación del aislante térmico 4 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada

- 5 Se preparó la perlita expandida de células abiertas con una densidad de 35 kg/m³ fabricada en el ejemplo comparativo 3.
- 10 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.
- 15 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente al agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.
- 20 Se mezclaron 459 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 413 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente y, a continuación, la mezcla resultante se comprimió aproximadamente 3,3 veces el volumen inicial para fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).
- 25 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 4 de perlita expandida con una densidad de 130±5 kg/m³.

<Ejemplo comparativo 5> Fabricación del aislante térmico 5 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada

- 30 Con el fin de comparar la perlita expandida de células cerradas de la presente invención con la perlita expandida de la técnica relacionada en el mismo tamaño de partícula, se intentó fabricar la perlita expandida de la técnica relacionada en el mismo tamaño de partícula que la perlita expandida en ejemplo 1 de la presente invención, pero la perlita expandida con una densidad de 51 kg/m³ se fabricó con el mismo tamaño de partícula o similar.
- 35 Cuando se redujo la densidad para comparar los aislantes térmicos de perlita expandida en una densidad similar, el tamaño de partícula fue aumentando de nuevo y, de este modo, el tamaño de partícula era cercano al tamaño de partícula de la perlita expandida utilizada en el ejemplo comparativo 1.
- 40 Por consiguiente, durante la expansión con una densidad inferior a 51 kg/m³, no se pudo obtener un tamaño de partícula objetivo y, de este modo, se fabricó una perlita expandida, teniendo la perlita expandida una densidad de 51 kg/m³ y una distribución de tamaños de partícula en la que el 15% en peso de partículas con un tamaño de más de 400 µm, el 40% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 400 µm, el 20% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 30% en peso de las partículas con un tamaño inferior a 160 µm están presentes en base al peso total de la perlita expandida.
- 45 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.
- 50 Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente al agua basado en silicio basado en el peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.
- 55 Con el fin de fabricar un aislante térmico de perlita expandida que tiene una densidad de 130±5 kg/m³ tal como en el ejemplo 1, se mezclaron 459 g del material mezclado preparado tal como se ha descrito anteriormente y 413 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente.
- 60 En este momento, dado que la densidad de perlita expandida por sí misma era tan elevada como 51 kg/m³, el volumen antes de la compresión era bajo y la proporción de compresión aumentó aproximadamente 2 veces y, de este modo, se fabricó un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300*50 mm³ (volumen 4,5 l).
- 65 El cuerpo moldeado fabricado se secó a 200°C en un horno de secado por convección durante 4 horas para fabricar un aislante térmico 5 de perlita expandida de células abiertas con una densidad de 130±5 kg/m³.
- <Ejemplo comparativo 6> Fabricación del aislante térmico 6 utilizando perlita expandida de células abiertas de la técnica relacionada
- 60 Se preparó perlita expandida con una densidad de 51 kg/m³ fabricada en el ejemplo comparativo 5.
- 65 Se preparó un material mezclado añadiendo el 1,5% en peso de una fibra inorgánica basada en el peso de la perlita expandida a 1.000 g de la perlita expandida fabricada tal como se ha descrito anteriormente y mezclando la mezcla.

Se preparó un ligante inorgánico líquido añadiendo el 0,5% en peso de un repelente de agua basado en silicio en base al peso del silicato de sodio a 1.000 g de silicato de sodio 33Be' y mezclando la mezcla.

5 Con el fin de fabricar un aislante térmico de perlita expandida que tiene una densidad de 115 ± 5 kg/m³ tal como en el ejemplo 2, se mezclaron 405 g del material mezclado tal como se ha descrito anteriormente y 365 g del ligante inorgánico líquido preparado tal como se ha descrito anteriormente.

10 Con el fin de fabricar un cuerpo moldeado con un tamaño de 300*300 50 mm³ (volumen 4,5 l), la proporción de compresión durante el moldeo por compresión aumentó sólo 1,7 veces en comparación con el volumen y la resistencia al moldeado del producto era casi tan baja como cero y el cuerpo moldeado se trituró cuando se liberó de la matriz de moldeo y, por tanto, no se pudo fabricar el cuerpo moldeado.

<Ejemplo experimental 1> Análisis de las características del aislante térmico de perlita expandida

15 La conductividad térmica, la resistencia a la flexión, la contracción lineal y la repelencia del agua de los aislantes térmicos de perlita expandida de los ejemplos y ejemplos comparativos se midieron y analizaron de acuerdo con KS F 4714 y los resultados se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1

20

Clasificación	Proporción de compresión del moldeo	Contracción lineal	Conductividad térmica (W/mK, en base a 70°C)	Resistencia a la flexión (N/cm ²)	Repelencia al agua (%)
Ejemplo 1	3,2	Dentro del 2%	0,051	26,4	99,5 % o más
Ejemplo 2	2,8		0,050	25,8	
Ejemplo 3	2,5		0,048	25,1	
Ejemplo 4	3,1		0,051	26,3	
Ejemplo 5	2,5		0,048	26,1	
Ejemplo comparativo 1	4	Dentro del 2%	0,061	25,3	
Ejemplo comparativo 2	3,2	4,1 %	0,055	17,5	
Ejemplo comparativo 3	4,3	Dentro del 2%	0,064	24,5	
Ejemplo comparativo 4	3,3	3,4 %	0,057	17,2	
Ejemplo comparativo 5	2	3,7 %	0,065	19,8	
Ejemplo comparativo 6	1,7		Imposible de ser moldeado		

25 Además, con el fin de comparar adicionalmente los efectos según el tratamiento repelente al agua, se hizo una comparación entre el ejemplo 1 y el ejemplo 4 utilizando un procedimiento para medir la absorción de acuerdo con KS M 3809.

30 Se realizó un ensayo retirando la piel superior, cortando en tres muestras de ensayo con un tamaño de 100 mm x 100 mm x 25 mm, sumergiendo las muestras 50 mm por debajo de la superficie de agua limpia a $23\pm3^\circ\text{C}$, sacando las muestras de ensayo 10 segundos más tarde, permitiendo que las muestras de ensayo se pusieran sobre una red de hierro con un tamaño de malla de 3 mm, que se inclinó a 30° de la línea vertical durante 30 segundos, midiendo, a continuación, el peso con la precisión de 0,01 g para utilizar el peso como peso de referencia, sumergiendo de

nuevos las muestras de ensayo en agua limpia y permitiendo que las muestras absorbieran humedad durante 24 horas, midiendo el peso mediante un procedimiento de medición del peso de referencia y dividiendo la diferencia entre el peso y el peso de referencia por el área superficial y, a continuación, los resultados se muestran en la siguiente tabla 2.

5

Tabla 2

Clasificación	Cantidad de humedad absorbida (g/cm ²)
Ejemplo 1	8,2
Ejemplo 4	3,1

- 10 Tal como se muestra en la tabla 1 y la tabla 2, los aislantes térmicos de los ejemplos 1, 2 y 3 de la presente invención tienen conductividades térmicas mucho menores y densidades menores que las del aislante térmico de la técnica relacionada en el ejemplo comparativo 1, pero las resistencias a la flexión fueron completamente superiores a las del aislante térmico de la técnica relacionada en el ejemplo comparativo 1.
- 15 Además, la densidad del ejemplo comparativo 2 fue la misma que en el ejemplo 1 de la presente invención introduciendo la misma cantidad que la cantidad en el ejemplo 1, pero la conductividad térmica en el ejemplo comparativo 2 fue menor que la del ejemplo comparativo 1 y superior a la del ejemplo 1, y la resistencia en el ejemplo comparativo 2 se deterioró bastante y, por lo tanto, el valor como producto se depreció.
- 20 Se pretendía que la comparación se hiciera con un producto moldeado de perlita expandida de la presente invención mediante la fabricación de una perlita expandida que tuviera la misma densidad y estructura de tamaño de partícula que las de la presente invención, pero fue imposible fabricar el producto tal como se introduce en los ejemplos comparativos descritos anteriormente.
- 25 En los ejemplos comparativos 3 y 4 en los que se pretendía reducir la densidad a 30 kg/m³ bajo las condiciones de la perlita expandida en la técnica relacionada, la cantidad de perlita expandida de células abiertas se incrementó debido a la sobreexpansión de la perlita expandida y, de este modo, se redujo la resistencia de las partículas por sí mismas, con lo cual se deterioró bastante la conductividad térmica y la resistencia a la flexión en comparación con los ejemplos comparativos 1 y 2.
- 30 La influencia ejercida según si la superficie de la perlita expandida de la presente invención es una forma de célula cerrada o una forma de concha abierta, puede confirmarse claramente.
- 35 En los ejemplos comparativos 5 y 6 en los que se pretendía cambiar el tamaño de partícula bajo las condiciones de perlita expandida de la técnica relacionada para tener la estructura de distribución de tamaños de partícula de la presente invención, fue imposible conseguir el propósito con productos con una densidad baja y fue posible alcanzar el propósito cuando la densidad era de 51 kg/m³.
- 40 Sin embargo, este resultado se ve similar en apariencia al resultado en la perlita expandida de la presente invención simplemente teniendo en cuenta la distribución de tamaños de partícula, pero la conductividad térmica se vuelve bastante elevada debido a la pared gruesa entre las células internas de las partículas y la elevada densidad y la proporción de compresión del moldeo se vuelve muy baja debido al pequeño volumen, provocando de este modo también un moldeo defectuoso.
- 45 Además, con referencia al ejemplo 1 y los ejemplos comparativos 2 y 4, las densidades fueron 30 kg/m³, 40 kg/m³ y 35 kg/m³ en el ejemplo 1, el ejemplo comparativo 2 y el ejemplo comparativo 4, respectivamente. Aunque el volumen en el ejemplo 1 es el más elevado para el mismo peso introducido, una proporción de compresión fue menor que la de los ejemplos comparativos o similar a la misma.
- 50 Tal como se ha mencionado anteriormente, puede ser conocido que el tamaño de partícula adecuado y la superficie lisa permitieron que la perlita expandida de células cerradas de la presente invención se introdujera de forma compacta en el molde de moldeo.
- 55 La repelencia al agua era totalmente buena y, de este modo, no se comparó la diferencia entre el repelente de agua basado en silicio y el repelente de agua basado en monómero de silano en el ejemplo 4. Sin embargo, con referencia a la comparación de las absorbividades en la tabla 2, puede saberse que la absorbividad fue baja cuando cada partícula fue recubierta con el repelente de agua basado en monómero de silano.

Se puede saber que la utilización de humo de sílice mejoró la resistencia en el ejemplo 5 en comparación con el ejemplo 3.

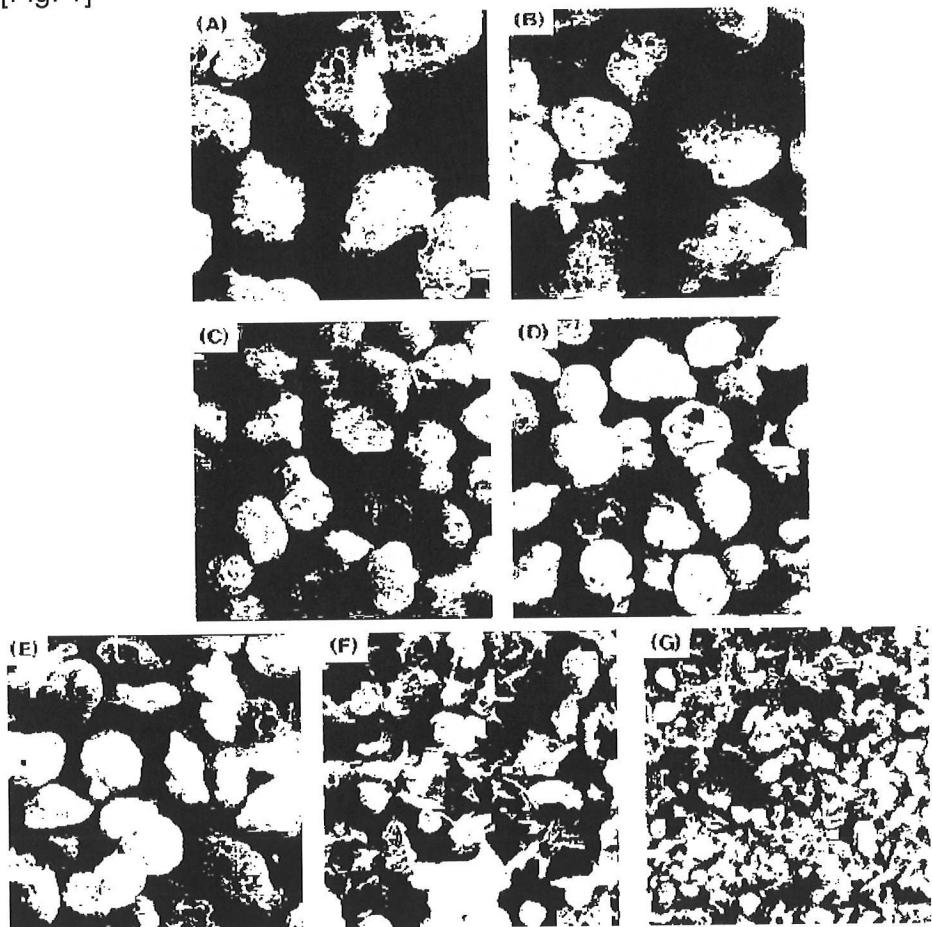
5 A través de los ejemplos, puede saberse que el aislante térmico que utiliza la perlita expandida de células cerradas de la presente invención tiene excelente resistencia y conductividad térmica disminuida en una baja densidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aislante térmico que contiene perlita expandida de células cerradas que comprende: del 10 al 84% en peso de perlita expandida, que incluye partículas de mineral de perlita seca y expandida, que tiene una superficie con una forma de células cerradas, del 15 al 85% en peso de un ligante líquido; y del 0,25 al 5% en peso de una fibra de refuerzo,
10 en el que el 50% o más de la cantidad total de perlita expandida está compuesta de perlita expandida de células cerradas, y en el que la perlita expandida tiene una densidad aparente en un intervalo de 20 a 40 g/l.
- 10 2. Aislante térmico, según la reivindicación 1, en el que el 50% o más de la cantidad total de perlita expandida que comprende perlita expandida de células cerradas tiene una distribución de tamaños de partícula de la siguiente manera: el 15±10% en peso de partículas con un tamaño de más de 400 µm, el 40±15% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 400 µm, el 20±10% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 30±15% en peso de partículas con un tamaño inferior a 160 µm.
- 15 3. Aislante térmico, según la reivindicación 1, en el que el mineral de la perlita expandida es uno seleccionado entre piedra perlada, obsidiana, cantalita y piedra pómez.
- 20 4. Aislante térmico, según la reivindicación 1, en el que el ligante líquido es uno o dos seleccionados entre ligantes inorgánicos o ligantes orgánicos.
- 25 5. Aislante térmico, según la reivindicación 1, en el que la fibra de refuerzo es una o dos seleccionadas entre fibras inorgánicas o fibras orgánicas.
- 30 6. Aislante térmico, según la reivindicación 5, en el que la fibra inorgánica es una seleccionada entre fibras de vidrio, fibras basada en sílice alúmina, fibras de zirconia y fibras de carbono.
- 35 7. Aislante térmico, según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un repelente de agua basado en silicio, en el que el repelente de agua comprende adicionalmente una película de recubrimiento seleccionada entre agentes de acoplamiento basados en vidrio silano, agentes de acoplamiento basados en titanato y agentes de acoplamiento basados en zirconato sobre una superficie de la perlita expandida.
- 40 8. Procedimiento para la fabricación de un aislante térmico, según la reivindicación 1, que comprende:
una primera etapa de secado del mineral de perlita para controlar el % en peso de agua cristalina y, a continuación, la expansión del mineral de perlita, de tal modo que el 50% en peso o más de la cantidad total de perlita expandida está compuesta de perlita expandida de células cerradas;
una segunda etapa de preparación de un material mezclado añadiendo un ligante líquido y una fibra de refuerzo a la perlita expandida fabricada en la primera etapa y mezclado de la mezcla resultante;
una tercera etapa de fabricación de un cuerpo moldeado mediante la compresión del material mezclado preparado en la segunda etapa; y
una cuarta etapa de secado del cuerpo moldeado fabricado en la tercera etapa,
- 45 45 en el que la perlita expandida tiene una densidad aparente en un intervalo de 20 a 40 g/l.
- 50 9. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que durante la primera etapa la perlita expandida se fabrica expandiendo perlita de una vez dentro de un intervalo de distribución de tamaños de partícula o expandiendo cada tamaño de partícula y mezclando las partículas respectivas para obtener partículas dentro de un intervalo de distribución de tamaños objetivo, en el que los intervalos de distribución de tamaños de partícula objetivo son de la siguiente manera: el 15±10% en peso de partículas con un tamaño de más de 400 µm, el 40±15% en peso de partículas con un tamaño de 250 a 400 µm, el 20±10% en peso de partículas con un tamaño de 160 a 250 µm y el 30±15% en peso de partículas con un tamaño inferior a 160 µm.
- 55 10. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que en la fabricación de la perlita expandida en la primera etapa, la perlita se expande mediante un procedimiento de llama directa o mediante un procedimiento de llama indirecta.
- 60 11. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que durante la tercera etapa, el cuerpo moldeado se fabrica sometiendo adicionalmente el material mezclado en la segunda etapa a un procedimiento de relleno compacto del cuerpo que aporta vibración o choque y, a continuación, comprimiendo el material mezclado.
12. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que en la segunda etapa el ligante líquido se selecciona entre uno o dos del grupo que comprende ligantes inorgánicos o ligantes orgánicos.

13. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que en la segunda etapa, la fibra se selecciona entre una o dos del grupo que comprende fibras inorgánicas o fibras orgánicas.
- 5 14. Procedimiento, según la reivindicación 13, en el que la fibra inorgánica es una seleccionada entre fibras de vidrio, fibras basada en sílice alúmina, fibras de zirconia y fibras de carbono.
- 10 15. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que en la preparación del material mezclado en la segunda etapa, el material mezclado se prepara añadiendo adicionalmente al mismo un repelente de agua basado en silicio y/o un agente de refuerzo.
- 10 16. Procedimiento, según la reivindicación 15, en el que la superficie del repelente de agua basado en silicio se recubre con uno seleccionado entre agentes de acoplamiento basados en silano, agentes de acoplamiento basados en titanato y agentes de acoplamiento basados en zirconato orgánicos.
- 15 17. Procedimiento, según la reivindicación 15, en el que el agente de refuerzo es uno seleccionado entre humo de sílice y carbono blanco.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

