

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 016 746**

51 Int. Cl.:

B28B 1/00	(2006.01)
B28B 11/04	(2006.01)
E04G 21/04	(2006.01)
B33Y 10/00	(2015.01)
B33Y 80/00	(2015.01)
B28B 23/02	(2006.01)
C04B 28/02	(2006.01)
C04B 28/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2020 PCT/EP2020/078294**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2021 WO21069601**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2020 E 20788787 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025 EP 4041509**

54 Título: **Fabricación aditiva de elementos de construcción de hormigón**

30 Prioridad:

09.10.2019 FR 1911181

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2025

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN WEBER (50.00%)
2-4 rue Marco Polo
94370 Sucy-en-Brie, FR y
SAINT-GOBAIN ISOVER (50.00%)**

72 Inventor/es:

**BEAUMONT, JULIEN;
DUNAEVA, ELENA y
GILLES, JÉRÔME**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 016 746 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

Fabricación aditiva de elementos de construcción de hormigón

5 La invención se refiere al campo de la construcción. Se refiere más particularmente a la fabricación de elementos de construcción de hormigón utilizando una técnica de fabricación aditiva.

10 También conocida como “impresión 3D”, la fabricación aditiva es un método en el que un robot controlado por ordenador fabrica objetos tridimensionales depositando continuamente un material, capa por capa. Estas técnicas permiten, en particular, fabricar objetos que tienen formas complejas.

15 La fabricación aditiva de hormigón o mortero permite integrar los procesos de diseño, planificación y construcción y automatizarlos y racionalizarlos. Otras ventajas de esta tecnología son, en particular, la reducción de los costes laborales, la reducción de las pérdidas y el consumo de material, la eliminación de los formularios y la reducción de la duración de los proyectos e inversiones.

20 En este texto, tanto el hormigón como el mortero se refieren a un material que comprende un aglutinante hidráulico y agregados. En las tecnologías conocidas, un mortero húmedo, obtenido mezclando un mortero seco y mezclando agua, se bombea y se transporta a un cabezal de impresión fijado a un robot o un pórtico, cuyo movimiento está controlado por ordenador. Una capa de mortero húmedo se deposita sobre una capa de mortero previamente depositado, generalmente mientras se extruye a través de una boquilla. El cabezal de impresión se mueve continuamente según un plan predeterminado, con el fin de fabricar el objeto acabado.

25 Por ejemplo, la fabricación aditiva se ha empleado para fabricar paredes de hormigón imprimiendo superficies de pared planas que son opuestas y paralelas entre sí y, dentro de la cavidad formada por estas superficies de pared, una estructura en “zigzag”, es decir, una estructura que sigue una línea discontinua que forma ángulos salientes y rebajados alternativamente, conectando estas dos superficies de pared. La estructura delimita así una pluralidad de cavidades que están separadas entre sí por un espesor de hormigón. El documento de patente KR 10-1911404, que divulga especialmente un método para obtener un elemento de construcción de hormigón mediante fabricación aditiva según el preámbulo de la reivindicación 1, describe, por ejemplo, tales paredes que comprenden tres superficies de pared, cada una conectada a la superficie de pared opuesta mediante una estructura en zigzag. La solicitud de patente FR3029811 describe un dispositivo y un proceso para fabricar componentes industriales muy grandes, particularmente edificios, mediante impresión 3D.

35 La invención tiene como objetivo fabricar elementos de construcción en forma de pared, elemento de pared o elemento de suelo, que tengan una buena resistencia mecánica, especialmente en términos de compresión, flexión y cizallamiento, y un buen rendimiento en términos de aislamiento térmico.

40 Con este fin, el objeto de la invención es un método para obtener un elemento de construcción de hormigón mediante fabricación aditiva, en donde las capas de mortero superpuestas se depositan sucesivamente para formar dos superficies de pared, opuestas entre sí, para formar una cavidad, así como una pluralidad de elementos de refuerzo, extendiéndose cada uno de los cuales desde una de las superficies de pared hacia la cavidad, no estando cada elemento de refuerzo en contacto con la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, ni con un elemento de refuerzo que se extiende desde la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, siendo dicho elemento de construcción una pared, un elemento de pared o un elemento de suelo.

50 Otro objeto de la invención es un elemento de construcción de hormigón obtenido según el método de la invención, que comprende dos superficies de pared, opuestas entre sí, para formar una cavidad, así como una pluralidad de elementos de refuerzo, extendiéndose cada uno de los cuales desde una de las superficies de pared hacia la cavidad, no estando cada elemento de refuerzo en contacto con la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, ni con un elemento de refuerzo que se extiende desde la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, siendo dicho elemento de construcción una pared, un elemento de pared o un elemento de suelo.

55 El elemento de construcción es una pared, un elemento de pared, en particular para una pared externa o una pared de carga interior, o un elemento de suelo. En general, el elemento estará destinado a integrarse en la estructura de un edificio.

60 La deposición sucesiva de capas de mortero superpuestas se lleva a cabo para formar dos superficies de pared y una pluralidad de elementos de refuerzo. Los elementos de refuerzo, impresos con las superficies de pared y, por lo tanto, integrados en las mismas, permiten dar al elemento de construcción fabricado de esta manera una buena resistencia mecánica. El elemento de construcción consiste, preferiblemente, en dos superficies de pared opuestas y elementos de refuerzo y, opcionalmente, un material aislante que llena la cavidad.

65 En las paredes conocidas, la estructura en zigzag también permite reforzar la pared, pero parece que esta estructura crea puentes térmicos desventajosos entre las superficies de pared opuestas que conecta. En el documento de patente KR 10-1911404, por ejemplo, cada elemento de refuerzo en zigzag está en contacto con superficies de pared opuestas

entre sí en pares. Sorprendentemente, se ha demostrado que es posible reducir considerablemente estos puentes térmicos al tiempo que se conserva una resistencia mecánica aceptable de la pared. Como no están en contacto ni con la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extienden, ni con un elemento de refuerzo que se extiende desde dicha superficie de pared opuesta, los elementos de refuerzo no forman un puente térmico. Por “superficie de pared opuesta” se entiende la superficie de pared inmediatamente opuesta, es decir, la superficie de pared directamente enfrentada a aquella desde la que se extiende el elemento de refuerzo. En otras palabras, los elementos de refuerzo no están en contacto con la superficie de pared opuesta ni con los elementos de refuerzo que se extienden desde la superficie de pared opuesta, sea directamente o a través de una superficie de pared adicional o intermedia, ya que dicha superficie de pared formaría un puente térmico. En términos generales, no debería ser posible atravesar el grosor del elemento de construcción pasando únicamente a través del mortero, opcionalmente aparte de por los extremos laterales del elemento.

Cada elemento de refuerzo está preferiblemente solamente en contacto con la superficie de la pared desde la que se extiende. Sin embargo, como se explica en el resto del texto, no se excluye que los elementos de refuerzo estén en contacto con un material aislante opcional que llene la cavidad. Un elemento de refuerzo también puede estar en contacto con otro elemento de refuerzo que se extendería desde la misma superficie de pared que él. En este texto, por contacto se entiende el contacto directo.

A diferencia de las paredes conocidas, en las que la estructura en zigzag delimita una pluralidad de cavidades separadas, los elementos de refuerzo del elemento de construcción según la invención son generalmente tales que el elemento de construcción comprende una sola cavidad. Como se muestra en el resto del texto, esta cavidad se puede rellenar con un material aislante. La presencia de una sola cavidad, además de la ventaja que ofrece en términos de aislamiento térmico, permite facilitar el proceso de llenado.

La cavidad debe ser tal que sea posible trazar una línea en ella, que atravesase todo el elemento de construcción en un plano horizontal (con el elemento colocado tal como se imprimió) y en la dirección general de las superficies de pared, sin pasar a través de una capa de mortero.

Las superficies de pared son preferiblemente planas y paralelas entre sí. Alternativamente, las superficies de pared pueden tener otras formas, tales como formas curvas o líneas discontinuas.

Las superficies de pared tienen, preferiblemente, una forma rectangular; como resultado, tienen un ancho y un largo. Sin embargo, son posibles otras formas.

En general, debido al uso de la técnica de fabricación aditiva que requiere la deposición de capas superpuestas, al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, se extiende linealmente en el plano de la superficie de pared y a lo largo de una dimensión de la superficie de pared. Comúnmente, cada elemento de refuerzo tiene un perfil que se extiende sustancialmente a lo largo del eje normal al plano de las capas de mortero. En el caso de superficies de pared rectangulares, al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, puede extenderse en el plano de la superficie de pared a lo largo de la anchura o a lo largo de las superficies de pared. En el uso final del mismo, el elemento de pared puede colocarse de tal modo que la anchura del mismo o la longitud del mismo estén dispuestas verticalmente, de tal modo que los elementos de refuerzo puedan extenderse vertical u horizontalmente.

La forma y la distribución de los elementos de refuerzo influyen en la resistencia mecánica y en las propiedades de aislamiento térmico del elemento de construcción obtenido.

Preferiblemente, cada elemento de refuerzo tiene una forma idéntica. Alternativamente, el elemento de construcción puede comprender elementos de refuerzo que tienen diferentes formas.

Los elementos de refuerzo pueden o no disponerse periódicamente.

Según una realización ventajosa, al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, comprende una primera parte que se extiende linealmente desde una de las superficies de pared y transversalmente a dichas superficies de pared. El ángulo α formado por esta primera parte y por la superficie de la pared está preferiblemente entre 75 y 105°, especialmente entre 80 y 100°, o incluso entre 85 y 95°. Este ángulo es ventajosamente un ángulo recto. Cuando la superficie de la pared no es plana, el ángulo se puede medir teniendo en cuenta el plano tangente a la superficie de la pared en el área desde la que se extiende el elemento.

En la dirección de extensión de la primera parte (transversalmente a las superficies de pared), la relación entre la longitud de esta primera parte y la distancia entre las superficies de pared es preferiblemente de entre 0,2 y 0,8, especialmente entre 0,3 y 0,7.

Según esta realización, al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, puede formar una aleta que sobresale con respecto a la superficie de pared desde la que se extiende. La aleta puede tener especialmente un perfil rectangular.

- Al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, puede comprender además una segunda parte lineal que se extiende desde la primera parte y transversalmente a la misma. El elemento de refuerzo puede tener, por ejemplo, un perfil en forma de T o en forma de L. La relación entre la longitud de esta segunda parte y la distancia entre las superficies de pared es preferiblemente de entre 0,1 y 0,7, especialmente entre 0,2 y 0,6. “Transversalmente” no significa necesariamente que el ángulo entre la primera y la segunda parte sea un ángulo recto. El ángulo β entre la primera parte y la segunda parte está preferiblemente entre 70 y 110°, especialmente entre 80 y 100°. Puede ser un ángulo recto, como en el caso de elementos que tienen un perfil en forma de L o en forma de T.
- Según otra realización, al menos un elemento de refuerzo, especialmente cada uno, forma una curva que está cerrada, especialmente sobre sí misma, en una de las superficies de pared, delimitando al menos una celda. En este caso, el elemento de pared comprende varias cavidades: la cavidad única delimitada por las superficies de pared y las celdas ubicadas dentro de los elementos de refuerzo.
- Preferiblemente, para optimizar la resistencia mecánica del elemento de construcción, e independientemente de la forma de los elementos de refuerzo, dos elementos de refuerzo consecutivos se extienden desde dos superficies de pared diferentes. El elemento de construcción comprende entonces una pluralidad de elementos de refuerzo que se extienden alternativamente desde cada una de las superficies de pared.
- En el plano de una de las superficies de pared, la relación entre la distancia entre dos elementos de refuerzo consecutivos que se extienden desde la superficie de pared en cuestión y la distancia entre las superficies de pared es preferiblemente de entre 0,5 y 10, especialmente entre 2 y 8.
- Para garantizar un buen compromiso entre lo térmico y lo mecánico, el número de elementos de refuerzo por metro lineal de elemento de construcción está preferiblemente entre 1 y 5, especialmente entre 1 y 4, o incluso entre 2 y 3 (valores límite incluidos).
- Según otra realización, el elemento de construcción comprende dos elementos de refuerzo, cada uno dispuesto a lo largo de una de las superficies de pared, y preferiblemente en toda la longitud de dichas superficies de pared, y formando un patrón regular, por ejemplo, líneas sinusoidales o discontinuas, delimitando así una pluralidad de celdas.
- En sección en un plano transversal a las superficies de pared, en otras palabras, en el plano de las capas de mortero, el grosor de las superficies de pared es preferiblemente de entre 10 y 200 mm, especialmente entre 40 y 120 mm. El grosor de los elementos estructurales está preferiblemente entre 20 y 100 cm, especialmente entre 30 y 80 cm.
- Las dimensiones laterales del elemento de construcción están preferiblemente entre 1 y 4 m, especialmente entre 1 y 3 m.
- El mortero comprende, preferiblemente, un aglutinante hidráulico y agregados.
- El mortero húmedo, de consistencia pastosa, se forma mezclando un mortero seco con agua. Se entiende por mortero seco una mezcla pulverulenta. Después del fraguado y endurecimiento, el mortero final se denomina mortero endurecido o “hormigón”.
- El aglutinante hidráulico se selecciona, preferiblemente, entre cementos Portland, cementos aluminosos, cementos de sulfoaluminato, cal hidratada, escoria granulada molida de alto horno, cenizas volantes y mezclas de los mismos. El aglutinante hidráulico comprende, preferiblemente, un cemento Portland. Consiste ventajosamente en cemento Portland.
- Los agregados se seleccionan preferiblemente de agregados silíceos, calizos, dolomíticos y mezclas de los mismos. El tamaño máximo de los agregados es preferiblemente de como máximo 3 mm, especialmente como máximo de 2 mm e incluso como máximo de 1 mm, dada la sección reducida del dispositivo de bombeo y de la boquilla del cabezal de impresión.
- El mortero seco comprende, preferiblemente, al menos un aditivo, especialmente seleccionado entre superplastificantes, espesantes, aceleradores y retardadores. El mortero seco comprende ventajosamente espesantes inorgánicos, por ejemplo, arcillas hinchables, capaces de aumentar el límite elástico en reposo del mortero húmedo. Los aceleradores y retardadores permiten ajustar el tiempo necesario para el fraguado y endurecimiento del aglutinante hidráulico.
- La composición del mortero seco se ajusta, preferiblemente, de tal modo que el mortero húmedo muestre un comportamiento tixotrópico. Preferiblemente, la viscosidad del mortero húmedo aumenta en un factor de al menos 50 solamente un segundo después de que el mortero húmedo haya salido de la boquilla de impresión. El mortero húmedo tiene entonces una viscosidad baja para altas velocidades de cizallamiento, de tal modo que puede bombearse y transportarse fácilmente, pero presenta un aumento inmediato de su estabilidad estructural tan pronto como sale de la boquilla del cabezal de impresión, lo que permite soportar las capas suprayacentes antes de fraguar y endurecerse. Esta deposición sobre una capa de mortero aún húmeda permite mejorar la adhesión entre las capas sucesivas y, por lo tanto, la resistencia mecánica final del elemento de pared. Por el contrario, los métodos habituales utilizan

aceleradores que permiten acelerar en gran medida el fraguado y el endurecimiento del mortero, para depositarlo sobre capas de un mortero que ya se han endurecido o fraguado, lo que permite garantizar la estabilidad dimensional durante la impresión, pero en detrimento de la adhesión entre capas sucesivas.

- 5 El método comprende la deposición sucesiva de capas de mortero superpuestas. Como se ha indicado anteriormente, las capas se depositan preferiblemente sobre una capa subyacente que aún no ha fraguado o que aún no se ha endurecido.

10 El método comprende preferiblemente una etapa de mezclar una composición de mortero seco con agua, para obtener un mortero húmedo de consistencia pastosa. El mortero húmedo se bombea y se transporta, preferiblemente, de modo general, en una tubería, al cabezal de impresión de una impresora. El cabezal de impresión comprende especialmente una boquilla a través de la cual se extruye el mortero húmedo. La impresora es, por ejemplo, un robot industrial o un pórtico que lleva el cabezal de impresión y cuyo movimiento es controlado por un ordenador. El ordenador comprende especialmente un medio de grabación en el que se almacena un conjunto de datos o un modelo 3D, así como instrucciones que, cuando son ejecutadas por el ordenador, hacen que este último controle el movimiento (trayectoria, velocidad, etc.) del cabezal de impresión.

15 La velocidad de impresión es normalmente de 30 a 1000 mm/s, especialmente de 50 a 300 mm/s. El espesor (o altura, dado que esta es la dimensión en la dirección vertical) de las capas de mortero húmedo está preferiblemente entre 5 y 40 mm, especialmente entre 10 y 20 mm. La anchura de las capas de mortero está preferiblemente entre 10 y 200 mm, especialmente entre 20 y 60 mm.

20 Como se explica con mayor detalle en el resto del texto, para cada capa la impresora puede depositar primero una tira de mortero, denominada tira exterior, que forma la envoltura exterior del elemento de pared, y luego una tira interior adyacente a la tira exterior y en contacto con la misma, que comprende partes paralelas a la tira exterior, que forman, con dicha tira exterior, las superficies de pared y porciones que se extienden hacia la cavidad, formando los elementos de refuerzo.

25 Preferiblemente, el método comprende además una etapa de llenar la cavidad (o al menos parte de la cavidad) con un material aislante. En el caso de que los elementos de refuerzo delimiten las celdas, dichas celdas también pueden rellenarse con el material aislante, durante la misma etapa o una etapa posterior.

30 El material aislante puede ser, por ejemplo, mineral u orgánico.

35 El material aislante se selecciona ventajosamente entre espumas minerales, espumas orgánicas, lanas minerales, morteros que comprenden un aglutinante mineral y agregados ligeros y aislantes a base de materiales naturales, especialmente a base de fibras naturales (fibras vegetales o animales).

40 El método de llenado se adapta en función del material seleccionado y puede llevarse a cabo, según el caso, vertiendo, inyectando o rociando un material pastoso o granular, o rociando compuestos precursores del material, que se forman *in situ* dentro de la cavidad. El método de llenado puede llevarse a cabo mediante un robot, cuando proceda, mediante el mismo robot que lleva a cabo la impresión 3D.

45 Las espumas minerales son especialmente espumas de sílice o espumas a base de aglutinante hidráulico, por ejemplo, espumas de cemento, mortero u hormigón. Estos pueden obtenerse especialmente mezclando hormigón o mortero húmedo con una espuma acuosa. En tal caso, la etapa de llenado se lleva a cabo preferiblemente vertiendo la espuma mineral en estado pastoso en la cavidad. La espuma puede endurecerse posteriormente dentro de la cavidad. La etapa de llenado se puede llevar a cabo antes del endurecimiento del elemento de pared, especialmente de forma simultánea a la fabricación del elemento de pared, o después del endurecimiento del elemento de pared. Después del endurecimiento, la espuma mineral tiene, preferiblemente, una densidad inferior a 200 kg/m³, especialmente inferior a 150 kg/m³, o aún inferior a 100 kg/m³. La espuma de hormigón puede ser especialmente la espuma vendida con la referencia Airium por LafargeHolcim.

50 Las espumas orgánicas son, por ejemplo, espumas de poliuretano o poliisocianurato. Dichas espumas se pueden formar *in situ* dentro de la cavidad, llevándose a cabo entonces la etapa de llenado mediante la pulverización simultánea de una composición de isocianato y un alcohol en la cavidad.

55 Las lanas minerales son especialmente lanas de vidrio, lanas de roca o lanas de escoria. Pueden ser especialmente lanas sopladas (o lanas sueltas), es decir, estar en forma de escamas. En este caso, la etapa de llenado se lleva a cabo pulverizando dichas escamas en la cavidad. Las lanas minerales se pueden combinar con un aglutinante hidráulico, especialmente un aglutinante cementoso.

60 Los morteros que comprenden un aglutinante mineral y agregados ligeros también permiten conferir propiedades aislantes. El aglutinante mineral es preferiblemente un aglutinante hidráulico, por ejemplo, un cemento Portland. Los agregados ligeros tienen, preferiblemente, una densidad máxima de 200 kg/m³. Los agregados ligeros se seleccionan preferiblemente entre perlas de poliestireno expandido, aerogeles, perlita, perlas de vidrio expandido, vermiculita, arcillas expandidas, corcho y cenosferas.

Los aislantes a base de materiales naturales se basan especialmente en materiales celulósicos (corcho, fibras de madera, fibras de celulosa, etc.) o a base de lanas animales (lana de oveja, etc.).

5 Independientemente del método empleado, la presencia de una sola cavidad puede simplificar la etapa de llenado, haciendo posible, por ejemplo, usar una sola boquilla de llenado, opcionalmente estacionaria, en lugar de tener que usar una boquilla por cavidad o una boquilla móvil que debe moverse para llenar sucesivamente las cavidades.

10 Cuando se adhiere al mortero que constituye las superficies de pared y los elementos de refuerzo, el material aislante puede tener una función estructural y, por lo tanto, mejorar las propiedades mecánicas del elemento de construcción. Este es el caso, por ejemplo, cuando el material aislante comprende un aglutinante mineral, especialmente un aglutinante mineral hidráulico. El método según la invención puede comprender entonces una etapa de cortar los extremos laterales del elemento. Entonces es posible eliminar los bordes de hormigón formados durante la impresión y mejorar el rendimiento térmico del elemento de pared.

15 El elemento de construcción también puede comprender piezas de refuerzo que no forman parte integral de las superficies de pared y que pueden extenderse entre estas superficies de pared. Estas piezas pueden, especialmente, unirse mecánicamente a las superficies de la pared después o durante la fabricación del elemento de construcción. Se fabricarán, preferiblemente, de material polimérico para limitar los puentes térmicos.

20 Los elementos de construcción pueden ser elementos prefabricados, destinados a ensamblarse en el lugar de construcción, por ejemplo, mediante un mortero, para formar las paredes externas o internas (por ejemplo, paredes de carga interiores) de un edificio. Los elementos también pueden fabricarse directamente en el lugar de construcción y formar la pared completa del edificio.

25 La invención y sus ventajas se entenderán mejor usando la siguiente descripción, con referencia a las figuras 1 a 10 adjuntas, de ejemplos no limitativos de elementos de construcción. En este caso, se trata de elementos de pared.

30 Los elementos de pared ejemplificados aquí son elementos paralelepípedicos rectangulares que comprenden dos superficies de pared planas que son paralelas entre sí y se extienden a lo largo de un plano XZ, también denominado "plano de las superficies de pared". En este texto, el "plano de las superficies de la pared" se define como cualquier plano paralelo al plano XZ. El eje Y es el eje ortogonal al plano de las superficies de pared. El eje Z es el eje ortogonal al plano de las capas (plano XY).

35 Las figuras 1 a 10 representan parte de estos elementos en sección a lo largo del plano XY para ilustrar diferentes ejemplos de elementos de refuerzo. Los extremos de los elementos no se muestran: durante la impresión, los extremos forman, por ejemplo, un retorno a lo largo del eje Y que conecta las dos paredes. Como se indicó anteriormente, estos extremos pueden cortarse en algunos casos y, por lo tanto, dejar de estar presentes en el elemento de pared final.

40 En todos los casos mostrados, los elementos de refuerzo se extienden linealmente, en el plano de las superficies de pared, a lo largo del eje Z (normal al plano de las capas). En otras palabras, los elementos de refuerzo son cilindros con la generatriz Z. La posición y la forma de un elemento de refuerzo a lo largo del eje X no dependen de la altura a lo largo del eje Z. Sin embargo, la técnica de fabricación aditiva permite diseños ligeramente diferentes: los elementos de refuerzo pueden, por ejemplo, extenderse solo sobre una parte de la altura de las superficies de pared (a lo largo del eje Z) y/o la posición de los elementos de refuerzo a lo largo del eje X o la forma de los elementos de refuerzo puede depender de la altura a lo largo del eje Z.

45 En todos los casos mostrados, los elementos de refuerzo están dispuestos regularmente. Sin embargo, es posible proceder de manera diferente, ya que el método de fabricación aditiva puede producir geometrías muy variadas y muy complejas.

50 La anchura del elemento de pared completo, a lo largo del eje X, es, por ejemplo, de entre 1 y 3 m. La altura del elemento de pared, a lo largo del eje Z, es, por ejemplo, de entre 1 y 3 m. El grosor del elemento de pared, a lo largo del eje Y, es, por ejemplo, de entre 20 y 100 cm, especialmente entre 30 y 80 cm.

55 La [Figura 1] ilustra una parte de un elemento de pared 100 según la técnica anterior, que comprende un único elemento de refuerzo 110 a lo largo de una línea discontinua que forma ángulos salientes y rebajados alternativamente y conecta las dos paredes 120 y 130. Este tipo de elemento de pared se fabrica generalmente imprimiendo, para una capa dada, primero las superficies 120 y 130 de pared (y también los bordes laterales, no mostrados), luego el elemento 110 de refuerzo, y repitiendo esta etapa. El documento de patente KR 10-1911404 describe una variante de este tipo de pared, en la que la estructura se duplica; la pared comprende entonces tres superficies de pared y dos elementos de refuerzo en zigzag, cada uno de los cuales conecta dos superficies de pared opuestas.

60 La [Figura 2] muestra una parte de un elemento 1 de pared según una realización de la invención.

65

- 5 Este elemento comprende una primera superficie 2 de pared y una segunda superficie 4 de pared, que alojan una cavidad 3. En el ejemplo mostrado, la sección de cada superficie de pared en un plano de sección XY está formada por dos tiras de mortero adyacentes: una tira exterior 5 y una tira interior 6. Para una capa dada (un nivel dado a lo largo del eje Z), la impresora se mueve en el plano XY y puede, por ejemplo, imprimir primero la tira exterior 5 (incluidos los extremos, no mostrados), que forma el contorno exterior del elemento de pared, y luego, dentro del área definida por la tira exterior 5, la tira interior 6. Esta tira interior 6 comprende partes que se extienden a lo largo del eje X, que juntas forman parte de la superficie de la pared, y partes que se extienden desde las superficies de la pared en la dirección Y, en otras palabras, los elementos de refuerzo.
- 10 El elemento de pared comprende una pluralidad de elementos 21, 41 de refuerzo, cada uno con un perfil en forma de T y que se extiende desde una de las superficies 2, 4 de pared, hacia la cavidad 3. Cada elemento de refuerzo comprende una primera parte lineal 21a, 41a que se extiende desde una superficie 2, 4 de pared en el plano YZ (ortogonal al plano de las superficies de pared) y también una segunda parte lineal 21b, 41b que se extiende desde la primera parte 21a, 41a en el plano XZ, por lo tanto, en un plano paralelo al plano de las superficies de pared.
- 15 La pluralidad de elementos de refuerzo comprende una primera pluralidad de elementos 21 de refuerzo que se extienden desde la primera superficie 2 de pared y una segunda pluralidad de elementos 41 de refuerzo que se extienden desde la segunda pared 4. Los elementos de refuerzo están dispuestos alternativamente, cada elemento de refuerzo de una de la primera y la segunda pluralidad está rodeado directamente por dos elementos de refuerzo de la otra pluralidad.
- 20 En el ejemplo representado, los brazos transversales de la T (segundas partes 21b y 41b) están todos en el mismo plano, en este caso el plano medio entre las dos superficies de pared, representado esquemáticamente mediante una línea discontinua.
- 25 Los elementos de refuerzo solo están en contacto con la superficie de la pared desde la que se extienden. Como se muestra en la figura, no están en contacto ni con la otra superficie de la pared ni con ningún otro elemento de refuerzo.
- 30 La [Figura 3] representa una variante en la que los brazos transversales de la T están en dos planos diferentes, paralelos a los planos de las superficies de pared. Más específicamente, los brazos transversales de los elementos 21b, 41b de refuerzo, respectivamente, de la primera (21) o segunda (41) pluralidad de elementos de refuerzo, están en un primer plano, o en un segundo plano, respectivamente, paralelo al plano de las superficies de pared.
- 35 La [Figura 4] representa otra variante más en la que los brazos transversales (21b y 41b) de la T están alargados, de tal modo que los brazos transversales 21b del primer elemento 21 de refuerzo están parcialmente orientados hacia los brazos 41b de los segundos elementos 41 de refuerzo adyacentes.
- 40 La [Figura 5] representa otra variante, en la que los elementos 21 y 41 de refuerzo tienen un perfil en forma de L. Por lo tanto, cada elemento de refuerzo comprende una primera parte (21a, 41a) y una segunda parte (21b, 41b), formando la segunda parte un retorno de la primera parte.
- 45 La [Figura 6] representa una variante en la que los elementos 21 y 41 de refuerzo forman aletas lineales que sobresalen de las superficies de pared. Cada elemento de refuerzo comprende aquí solo una primera parte lineal (21a, 41a), en otras palabras, tiene un perfil en forma de I.
- 50 La [Figura 7] representa una variante en la que cada elemento 22 y 42 de refuerzo forma una curva que se cierra sobre sí misma en la superficie de pared desde la que se extiende, delimitando así una celda.
- En las diversas variantes presentadas, los elementos de refuerzo están dispuestos alternativamente, cada elemento de refuerzo de una de la primera y la segunda pluralidad está rodeado directamente por dos elementos de refuerzo de la otra pluralidad.
- 55 La [Figura 8] muestra otra realización en la que el elemento de pared solo comprende dos elementos de refuerzo, un primer elemento de refuerzo 22 dispuesto a lo largo de la primera superficie de pared 2 y un segundo elemento de refuerzo 42 dispuesto a lo largo de la segunda pared 4. El primer elemento 22 de refuerzo forma un patrón regular, en este caso sinusoidal, orientado hacia el segundo 42 elemento de refuerzo.
- 60 La [Figura 9] muestra una variante de la realización de la figura 8, en la que los dos patrones regulares están compensados durante medio período.
- En la realización de las figuras 8 y 9, la impresora puede, por ejemplo, en el plano XY, imprimir primero las superficies 2 y 4 de pared que forman el contorno exterior del elemento de pared y, a continuación, dentro del área definida por estas superficies de pared, los elementos 22 y 42 de refuerzo.
- 65 La [Figura 10] muestra una variante en la que los elementos 21 y 41 de refuerzo consisten en una sucesión de líneas discontinuas.

ES 3 016 746 T3

5 Las simulaciones digitales permitieron comparar la conductividad térmica equivalente de los elementos de pared según la invención (geometría del tipo representado en la figura 2) con la de un elemento de pared según la técnica anterior (geometría en zigzag del tipo representado en la figura 1). Dependiendo del caso, las cavidades se rellenaron con una espuma de poliuretano (conductividad térmica de $22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) o con lana de vidrio (conductividad térmica de $35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). El mortero endurecido tiene una conductividad térmica de $750 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

10 En el caso de la pared según la técnica anterior, la conductividad térmica equivalente era de $200 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ con relleno de espuma de poliuretano, y $220 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ con relleno de lana de vidrio.

En el caso de la pared según la invención, la conductividad térmica equivalente era de $100 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ y $140 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, respectivamente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para obtener un elemento (1) de construcción de hormigón mediante fabricación aditiva, en donde las capas de mortero superpuestas se depositan sucesivamente para formar dos superficies (2, 4) de pared, opuestas entre sí, para formar una cavidad (3), así como una pluralidad de elementos (21, 41, 22, 42) de refuerzo, cada uno de los cuales se extiende desde una de las superficies (2, 4) de pared hacia la cavidad (3), siendo dicho elemento de construcción una pared, un elemento de pared o un elemento de suelo, caracterizado porque cada elemento de refuerzo no está en contacto con la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, ni con un elemento de refuerzo que se extiende desde la superficie de pared opuesta a aquella desde la que se extiende.
2. El método según la reivindicación 1, en donde al menos un elemento (21, 41) de refuerzo comprende una primera parte (21a, 41a) que se extiende linealmente desde una de las superficies de pared y transversalmente a dichas superficies (2, 4) de pared.
3. El método según la reivindicación anterior, en donde al menos un elemento (21, 41) de refuerzo comprende además una segunda parte lineal (21b, 41b) que se extiende desde la primera parte (21a, 41a) y transversalmente a la misma.
4. El método según la reivindicación anterior, en donde al menos un elemento (21, 41) de refuerzo tiene un perfil en forma de T o en forma de L.
5. El método según la reivindicación 1, en donde cada elemento (21, 41) de refuerzo forma una curva cerrada en una de las superficies de pared, delimitando al menos una celda.
6. El método según la reivindicación anterior, en donde la curva está cerrada sobre sí misma.
7. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dos elementos (21, 41) de refuerzo consecutivos se extienden desde dos superficies (2, 4) de pared diferentes.
8. El método según la reivindicación anterior, tal que, en el plano de una superficie (21, 41) de pared, la relación entre la distancia entre dos elementos (21, 41) de refuerzo consecutivos que se extienden desde esta superficie de pared y la distancia entre las superficies (2, 4) de pared es preferiblemente de entre 0,5 y 10, especialmente entre 2 y 8.
9. El método según una de las reivindicaciones 7 u 8, de tal modo que el número de elementos de refuerzo por metro lineal de elemento de construcción está comprendido entre 1 y 5, especialmente entre 1 y 4.
10. El método según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de llenar la cavidad con un material aislante.
11. El método según la reivindicación anterior, en donde el material aislante se selecciona entre espumas minerales, espumas orgánicas, lanas minerales, morteros que comprenden un aglutinante mineral y agregados y aislantes ligeros basados en materiales naturales.
12. El método según una de las reivindicaciones anteriores, de tal modo que cada elemento (21, 41, 22, 42) de refuerzo solo está en contacto con la superficie (2, 4) de pared desde la que se extiende y, en su caso, con un material aislante que llena la cavidad (3).
13. El método según una de las reivindicaciones anteriores, de tal modo que el elemento (1) de construcción solo comprende una única cavidad (3).
14. El método según una de las reivindicaciones 1, 10 u 11, de tal modo que el elemento (1) de construcción comprende dos elementos (22, 42) de refuerzo, cada uno dispuesto a lo largo de una de las superficies (2, 4) de pared y que forman un patrón regular, por ejemplo, líneas sinusoidales o discontinuas, delimitando así una pluralidad de celdas.
15. Un elemento (1) de construcción de hormigón obtenido según el método de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende dos superficies (2, 4) de pared, opuestas entre sí, para formar una cavidad (3), así como una pluralidad de elementos (21, 41, 22, 42) de refuerzo producidos integralmente con dichas superficies (2, 4) de pared y cada uno de los cuales se extiende desde una de las superficies (2, 4) de pared hacia la cavidad (3), no estando cada elemento (21, 41, 22, 42) de refuerzo en contacto con la superficie (2, 4) de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, ni con un elemento (21, 41, 22, 42) de refuerzo que se extiende desde la superficie (2, 4) de pared opuesta a aquella desde la que se extiende, siendo dicho elemento de construcción una pared, un elemento de pared o un elemento de suelo.
16. El elemento (1) de construcción de hormigón según la reivindicación anterior, cuya cavidad (3) está llena de un material aislante.

Figura 1

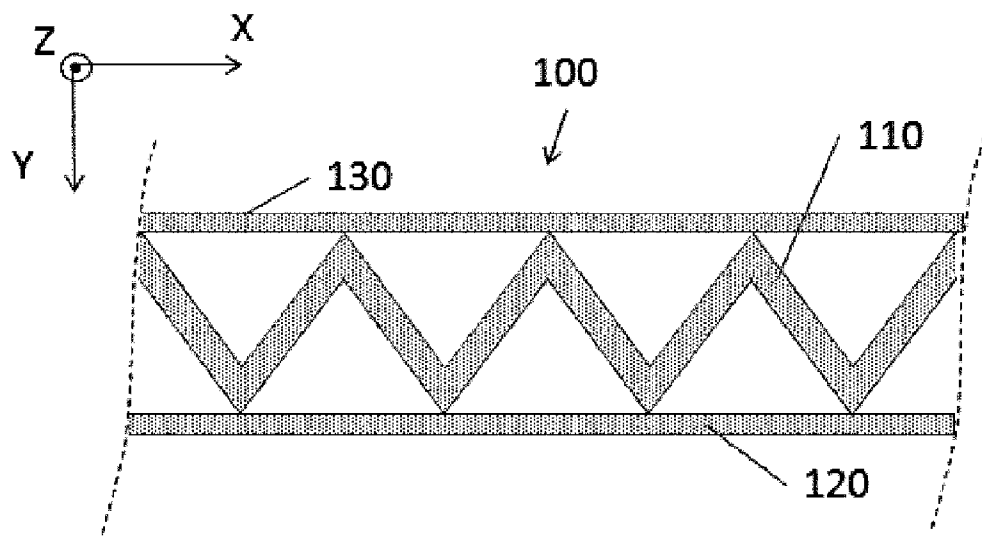


Figura 2

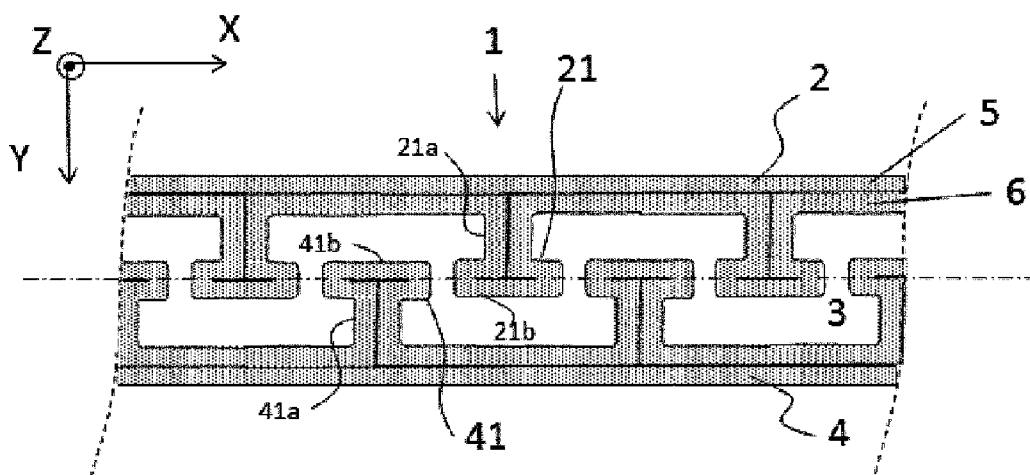


Figura 3

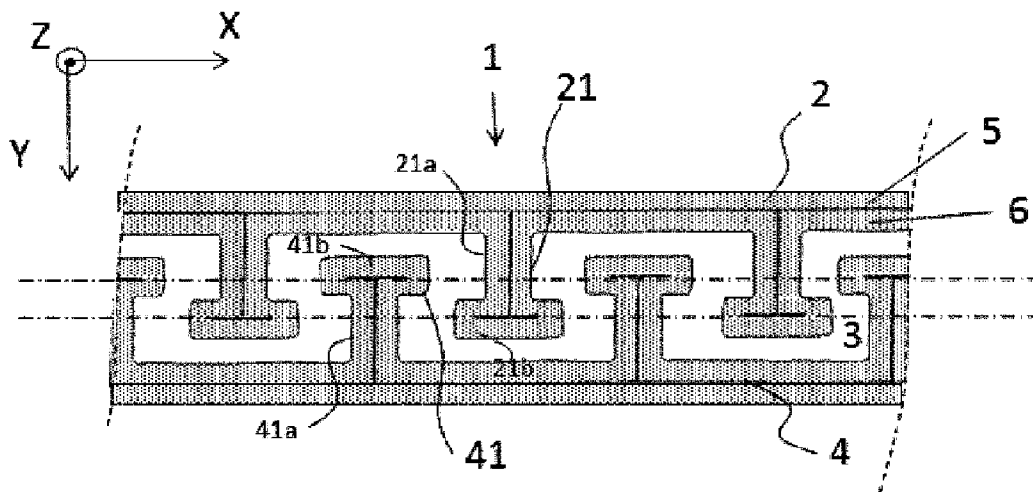


Figura 4

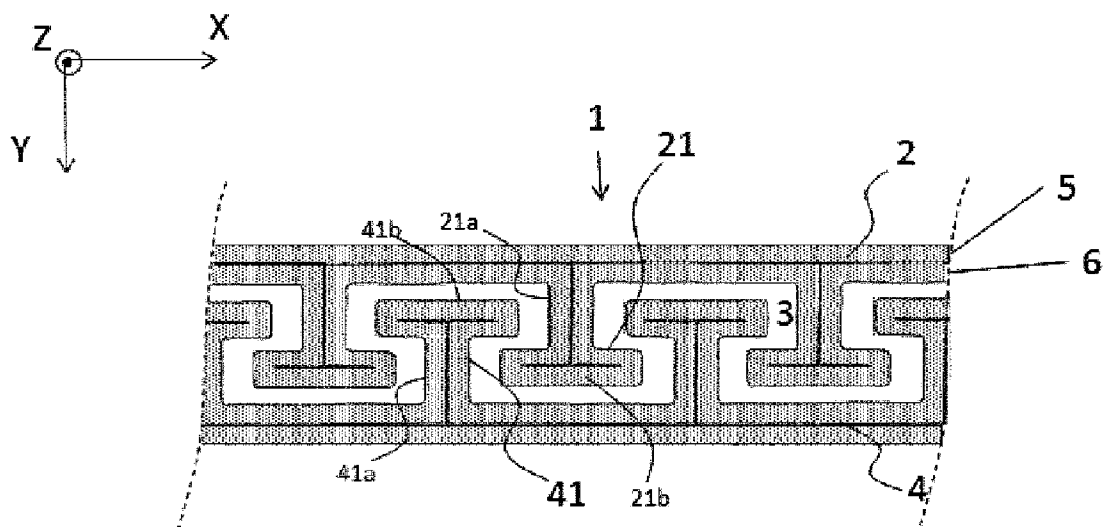


Figura 5

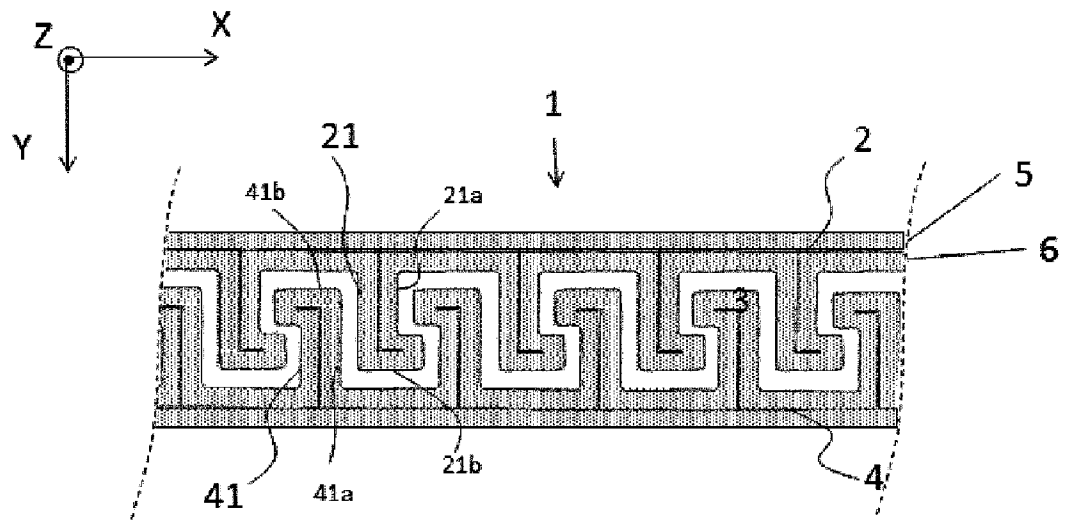


Figura 6

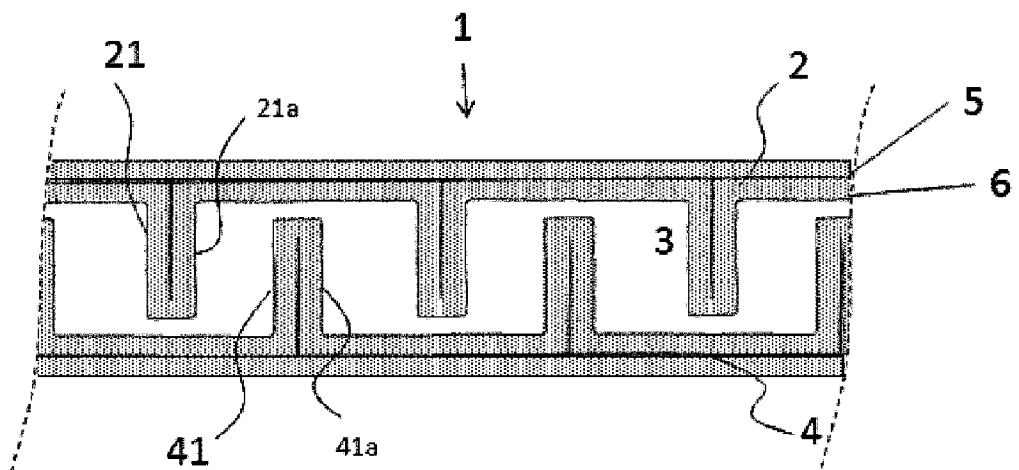


Figura 7

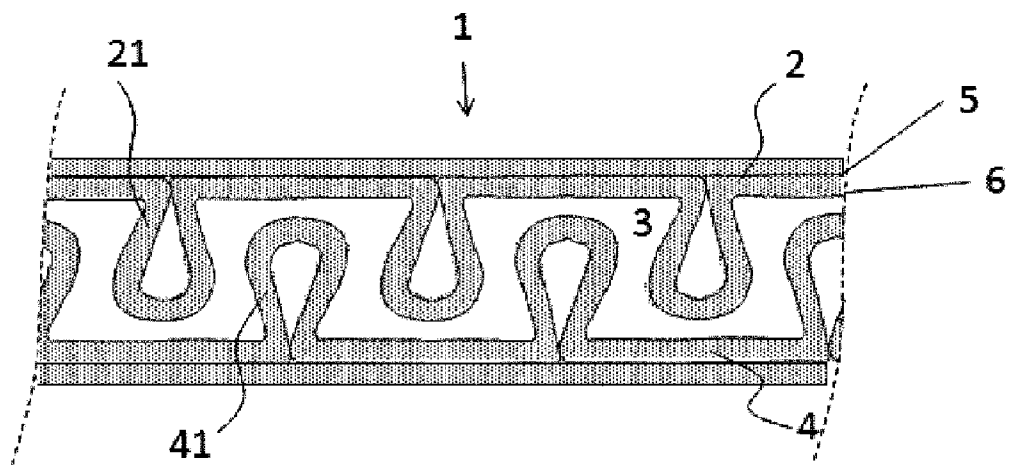


Figura 8

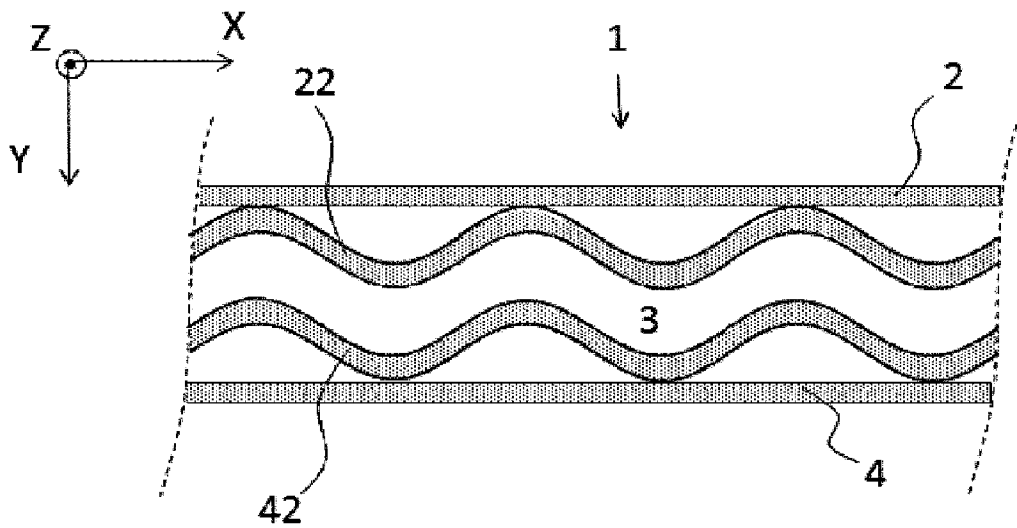


Figura 9

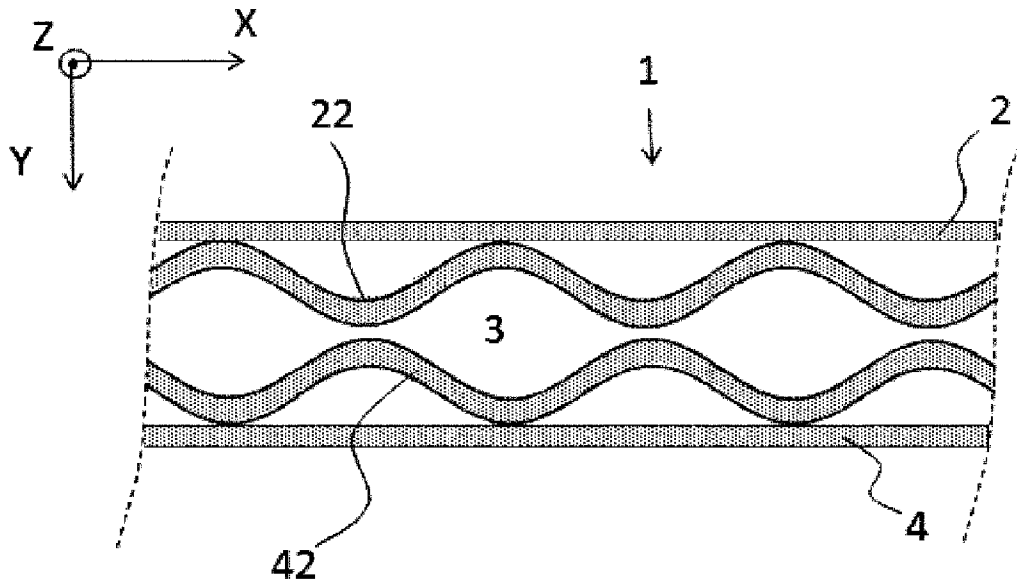


Figura 10

