

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 892 524**

51 Int. Cl.:

A01K 61/70 (2007.01)

E02B 3/04 (2006.01)

A01K 61/77 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2016** **E 16290163 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021** **EP 3289865**

54 Título: **Procedimiento para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.02.2022

73 Titular/es:

HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Zürcherstrasse 156
8645 Jona, CH

72 Inventor/es:

DUBOIS-BRUGGER, ISABELLE;
DUCHAND, SYLVAIN;
HORGNIÉS, MATTHIEU;
MORIN, VINCENT;
DELARRARD, FRANÇOIS y
LECOMTE, GILLES

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 892 524 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales.

En los documentos EP 0 134 855 A1 y JP 2006 081501 A, se describen procedimientos para producir estructuras de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales.

- 10 Cuando el hormigón se utiliza para infraestructuras marinas o fluviales, debe satisfacer requisitos específicos, como densidad, buena durabilidad en entornos agresivos y alta resistencia mecánica. Los diseños de mezclas de hormigón convencionales que se utilizan para cumplir con estos requisitos dan como resultado estructuras que presentan una microestructura densa, una superficie lisa y una porosidad baja.

- 15 En la actualidad, existe una fuerte tendencia a tener en cuenta los aspectos ecológicos en el desarrollo de una nueva infraestructura marina o fluvial. Este nuevo mercado relacionado con la "ecoingeniería" tiene como objetivo el desarrollo de infraestructuras técnicas que repercutan positivamente en el medio marino o fluvial. Este impacto positivo se refiere a la promoción de la biodiversidad y, por lo tanto, al crecimiento de la población de micro y macroalgas y peces. Una forma bien conocida de fomentar la biodiversidad marina es la construcción e instalación de arrecifes artificiales.

- 25 Las estructuras artificiales generalmente carecen de la heterogeneidad ambiental y la rugosidad de la superficie, que normalmente se encuentran en las costas rocosas naturales, que les permite soportar un mayor número de individuos y especies. Por lo tanto, la colonización rápida y duradera de estructuras marinas o fluviales con la vida acuática requiere que las estructuras de hormigón presenten suficiente rugosidad superficial. La colonización y el crecimiento de la vida acuática también se ve favorecida por niveles más altos de porosidad abierta en la superficie de las estructuras, así como y por el uso de composiciones de hormigón que no presenten un pH demasiado elevado ni un alto nivel de lixiviación de compuestos. Por lo tanto, resulta evidente que los elementos de hormigón convencionales utilizados en las infraestructuras tradicionales marinas o fluviales no son compatibles con el desarrollo de una fauna y flora acuáticas ricas y diversas.

- 35 Ya se ha sugerido el hecho de añadir agentes bioactivos orgánicos, tales como madera y nutrientes a la mezcla de hormigón, con el fin de mejorar el crecimiento de la vida acuática. Además, es conocido el uso de derivados marinos, en particular derivados marinos a base de piedra caliza o agregados (conchas, coral, etc.) como una adición a la mezcla de hormigón o como una aplicación a la superficie de la estructura de hormigón.

- 40 Sin embargo, el inconveniente de estas soluciones es que se debe agregar un componente extra al hormigón, lo que se traduce en mayores costes y esfuerzos logísticos debido a las dificultades para suministrar dichos componentes adicionales de manera regular y con composiciones similares y disponibilidad mundial. Además, dichos componentes adicionales podrían afectar negativamente a la durabilidad de la estructura de hormigón.

- 45 Por lo tanto, el propósito de la presente invención es proporcionar una estructura y composición de hormigón que satisfaga todos los requisitos estructurales en términos de durabilidad, resistencia y densidad en ambiente marino o fluvial, y que también mejore y facilite la colonización de la superficie del hormigón con vida acuática una vez que las estructuras estén parcial o totalmente sumergidas.

- 50 Con el fin de resolver estos y otros objetivos, la invención prevé unos procedimientos para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas y fluviales tal como se define en las reivindicaciones 1 y 4, comprendiendo dicha estructura una primera capa, preferentemente exterior, de un hormigón altamente poroso y una segunda capa que, preferentemente, forma un núcleo interior, formada de una sola pieza con la primera capa o unida a la misma, estando dicha primera capa realizada en hormigón de baja porosidad o denso resistente al agua de mar o resistente a los ríos.

- 55 Al proporcionar una estructura de hormigón de dos capas, la primera capa se puede diseñar de manera que se proporcionen condiciones optimizadas para la colonización y el crecimiento de la vida acuática. Estas condiciones se logran utilizando un hormigón muy poroso para formar la primera capa de la estructura de hormigón. Por lo tanto, la estructura resultante presenta un alto grado de porosidad abierta, en la que el hormigón poroso de la primera capa presenta un contenido de huecos > 15 % en volumen, preferentemente, > 20 % en volumen, más preferentemente, > 25 % en volumen. La primera capa también presenta una gran rugosidad superficial. La segunda capa, por el contrario, se realiza en un hormigón poco poroso o denso que es resistente a un entorno marino y fluvial. Por lo tanto, la invención no afecta negativamente a la durabilidad y la resistencia de la estructura de hormigón, que se proporcionan principalmente mediante la segunda capa. El contenido de huecos del hormigón poco poroso o denso de la segunda capa es significativamente menor que el de la primera capa. De acuerdo con la invención, el contenido de huecos de la segunda capa es < 50 %, preferentemente < 25 %, más preferentemente < 10 %, que el contenido de huecos de la primera capa.

Con el fin de proporcionar la resistencia suficiente a la estructura de hormigón, el espesor de la primera capa corresponde preferentemente a $< 1/4$ del espesor de la segunda capa.

- 5 Las dos capas de la estructura de hormigón están formadas de una sola pieza o unidas entre sí, lo que significa que forman conjuntamente un bloque unitario de hormigón.

La invención no excluye la presencia de más capas en la estructura de hormigón. Sin embargo, en una forma de realización preferida, la estructura de hormigón está compuesta únicamente por dicha primera y dicha segunda capa.

Generalmente, el hormigón está realizado a partir de una mezcla que comprende cemento, agregados y agua, en la que la masa de cemento constituye el aglutinante que une los agregados una vez se ha curado el hormigón. Por lo general, se utilizan tanto agregados finos como agregados gruesos, formando dichos agregados finos, como la arena, junto con el cemento un mortero que llena los espacios entre las partículas de agregado grueso. Los agregados finos se definen como partículas agregadas que presentan un tamaño de partícula < 4 mm. Por el contrario, los agregados gruesos se definen como partículas de agregado que presentan un tamaño de partícula > 4 mm.

El hormigón poroso de la primera capa se fabrica preferentemente sin usar agregados gruesos, sino utilizando solo agregados finos, en particular agregados de arena, con una distribución de tamaño de partícula estrecha de 2-4 mm o de 1-3 mm, y sin utilizar ninguna partícula ultrafina que pueda rellenar la porosidad, excepto el cemento, con el fin de obtener un tamaño de poro fino que resulte adecuado para atrapar y proteger la vida acuática y favorecer así su crecimiento. La pasta de cemento recubre los agregados finos y deja huecos entre las partículas recubiertas individuales de los agregados finos. A este respecto, una forma de realización preferida de la invención prevé que el hormigón poroso de la primera capa comprenda agregados de arena que se unen entre sí mediante un aglutinante hidráulico, en particular un cemento Portland puro o mezclado.

Con respecto a la segunda capa, en una primera forma de realización, los componentes son idénticos a los de la primera capa, pero con una mayor cantidad de pasta de cemento que llenará la porosidad entre los agregados de arena. En una segunda forma de realización, la segunda capa está realizada a partir de un hormigón elaborado con agregados gruesos que pueden presentar una distribución de tamaño de partícula más amplia, comprendiendo en particular un tamaño de partículas entre 1 mm y 25 mm y agregados de arena y cemento. Con el fin de soportar las condiciones ambientales presentes en el agua de mar, preferentemente se utiliza un hormigón adecuado, correspondiendo el hormigón preferentemente a la clase de exposición XS según se define en la norma europea EN 206-1.

En cuanto al cemento utilizado para la segunda capa y/o la primera capa, también se pueden utilizar, en casos específicos, algunos otros cementos, como el cemento de alúmina, el cemento de sulfoaluminato de calcio y el cemento de belita sulfoaluminato de calcio, con la ventaja de proporcionar una superficie de hormigón con un pH bajo.

La estructura de hormigón de la invención se puede obtener mediante diferentes procedimientos. De acuerdo con un primer procedimiento de la invención, el procedimiento para producir la estructura de hormigón comprende:

- a) preparar una mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, agregados de arena y agua,
- b) verter la mezcla de hormigón fresco dentro de un molde,
- c) dejar que una parte de la pasta de cemento se segregue de una región superior a una región inferior del molde, formando así la primera capa en la parte superior (capa porosa) y la segunda capa en la parte inferior (capa densa),
- d) dejar que el hormigón fragüe y cure y
- e) desmoldear la estructura de hormigón.

De este modo, se pueden obtener las dos capas de la estructura de hormigón en un solo paso. El hormigón fresco utilizado en este procedimiento es del tipo adecuado para obtener un hormigón poroso y, por lo tanto, comprende una distribución de tamaño de partícula específica y estrecha de arena entre 1,6 y 3 mm o entre 2 y un máximo de 4 mm sin partículas ultrafinas que puedan llenar la porosidad, excepto cemento. Preferentemente, se prepara una mezcla de hormigón fresco, que prevé una cantidad menor de pasta de cemento que la necesaria para llenar la porosidad total y que se deja segregar tal como se ha descrito anteriormente para formar una capa porosa superior y una capa densa inferior.

Preferentemente, dicha etapa de segregación se lleva a cabo por gravedad, asistida opcionalmente mediante vibración de la mezcla de hormigón en el molde.

De acuerdo con un segundo procedimiento de la invención, el procedimiento para producir la estructura de hormigón comprende:

- a) preparar una primera mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, agregados de arena y agua,
- b) verter la primera mezcla de hormigón fresco en un encofrado,
- c) dejar fraguar y curar el hormigón para obtener dicha primera capa de hormigón poroso,
- d) reubicar una pared del encofrado de manera que se agrande la misma,
- d) preparar una segunda mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, arena y agregados gruesos y agua,
- e) verter la segunda mezcla de hormigón fresco en el encofrado agrandado entre la primera capa y la pared reubicada de dicho encofrado,
- f) dejar fraguar y curar el hormigón para obtener dicha segunda capa de hormigón no poroso.

De este modo, se obtienen las dos capas de la estructura de hormigón en dos etapas consecutivas separadas.

La estructura de hormigón descrita anteriormente se puede utilizar para aplicaciones marinas en contacto con agua de mar o para aplicaciones fluviales.

La estructura de hormigón se utiliza preferentemente para la construcción de infraestructuras portuarias, arrecifes artificiales, cimientos de molinos de viento en alta mar, espigones, bloques prefabricados de espigones (acrópodos), muelles, embarcaderos, tuberías submarinas, rompeolas o estabilización de riberas.

A continuación, se describirá la invención con más detalle haciendo referencia a los ejemplos siguientes.

Ejemplo 1

Se mezcló una masa de mortero fresca que contenía los componentes siguientes:

	Kg
Arena 2 mm/4 mm	1649,7
CEM I 52,5 N CE CP2 NF (Lafarge, Planta Saint Pierre La cour)	430,0
Superplastificante ADVA Flow 450 (W.R. Grace & Co.)	4,30
Agua	185,0

El hormigón fresco según la formulación anterior se ha obtenido mediante una mezcladora tipo ZYCLOS. La totalidad del trabajo operación se ha llevado a cabo a 20 °C. El procedimiento de preparación comprende las etapas siguientes:

- en T = 0 segundos: cargar el cemento y la arena en la cuba mezcladora y mezclar durante 7 minutos (15 rpm);
- en T = 7 minutos: agregar agua y la mitad del peso del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- en T = 8 minutos: añadir el resto del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- en T = 9 minutos: mezclar durante 8 minutos (50 rpm); y
- en T = 17 minutos: mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- en T = 18 minutos: verter el hormigón de manera uniforme en un molde.

La mezcla de hormigón fresco se vertió en un molde cilíndrico. Posteriormente se sometió el molde a vibraciones de modo que se produjera la segregación, de manera que se segregó una parte de la pasta de cemento de una región superior a una región inferior del molde, formando de este modo la primera capa en la parte superior y la segunda capa en la parte inferior. El proceso de segregación se muestra esquemáticamente en las figuras 1 y 2. La figura 1 muestra el molde 1 que contiene el hormigón fresco, que comprende una arena 2 que está recubierta

por la pasta de cemento 3. Después de la segregación, se movió una parte de la pasta de cemento 3 a la parte inferior del molde 1 y se llenaron los huecos 4 que había entre las partículas individuales de la arena 2, formando así un hormigón denso y no poroso en la parte inferior del molde.

- 5 Después de haber endurecido, el bloque cilíndrico de hormigón 5 se desmoldó tal como se muestra en la figura 3, de modo que se formó una primera capa 6 de hormigón poroso y una segunda capa 7 de hormigón denso y poco poroso.

Ejemplo 2

10

El ejemplo 2 se corresponde con el ejemplo 1, excepto en que se utilizó una mezcla de hormigón diferente. Se mezcló una masa de hormigón fresco que contenía los componentes siguientes:

	Kg
Arena 1,6 mm/3 mm	1490
CEM I 52,5 N CE CP2 NF (Lafarge, Planta Saint Pierre La cour)	390
Superplastificante ADVA Flow 450 (W.R. Grace & Co.)	4,50
Agua	162,0

- 15 El hormigón fresco según la formulación anterior se obtuvo mediante una mezcladora tipo ZYCLOS. La totalidad de la operación se ha realizado a 20 °C. El procedimiento de preparación comprende las etapas siguientes:

en T = 0 segundos: cargar el cemento y la arena en la cuba mezcladora y mezclar durante 7 minutos (15 rpm);

- 20 en T = 7 minutos: agregar agua y la mitad del peso del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 8 minutos: añadir el resto del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 9 minutos: mezclar durante 8 minutos (50 rpm); y

25

en T = 17 minutos: mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 18 minutos: verter el hormigón de manera uniforme en un molde.

- 30 La mezcla de hormigón fresco se volvió a verter en un molde cilíndrico. Posteriormente se sometió el molde a vibraciones de modo que se produjera la segregación, con los efectos que se muestran en las figuras 1 y 2.

Después de haber endurecido, el bloque de hormigón cilíndrico 5 se desmoldó tal como se muestra en la figura 4, de modo que se formó una primera capa 6 de hormigón poroso y una segunda capa 7 de hormigón denso y poco poroso.

35

Ejemplo 3

Se mezcló una primera masa de hormigón fresco que contenía los componentes siguientes:

40

	Kg
Arena 1,6 mm/3 mm	1649,7
CEM I 52,5 N CE CP2 NF (Lafarge, Planta Saint Pierre La cour)	260,0
Superplastificante ADVA Flow 450 (W.R. Grace & Co.)	2,60
Agua	112,0

Se mezcló una segunda masa de hormigón fresco que contenía los componentes siguientes:

	Procedencia	Kg por m ³
Cemento	Val d'Aergues – CEM I 52,5 N CE PM-ES CP2 NF	350,0
Arena	Carrière de Cassis – 0/1,6 molida	591,0
Grava	Carrière de Cassis 1,6/3 molida	266,0
Grava	Carrière de Cassis 3/6 molida	56,0
Grava	Carrière de Cassis 6/11 molida	454,0
Grava	Carrière de Cassis 11/22 molida	526,0
Superplastificante	Chryso – CHRYSOFluid Optima 206	3,85
Agua		168,0

- 45 En la tabla anterior, "Carrière de Cassis" significa que la grava procede de una cantera explotada por la empresa Lafarge situada en Cassis, un municipio situado al este de Marsella en el departamento de Bocas del Ródano en

la región de Provenza-Alpes-Costa Azul, en el sur de Francia. Los números "11/22" significan que la parte respectiva de agregados consiste en partículas que presentan un tamaño de partícula de entre 11 y 22 mm.

La mezcla fresca de acuerdo con la formulación anterior se obtuvo mediante una mezcladora tipo ZYCLOS. La totalidad de la operación se ha realizado a 20 °C. El procedimiento de preparación comprende las etapas siguientes:

en T = 0 segundos: cargar el cemento, la arena y las gravas en la cuba mezcladora y mezclar durante 7 minutos (15 rpm);

en T = 7 minutos: añadir agua y la mitad del peso del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 8 minutos: añadir el resto del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 9 minutos: mezclar durante 8 minutos (50 rpm); y

en T = 17 minutos: mezclar durante 1 minuto (15 rpm);

en T = 18 minutos: verter el hormigón de manera uniforme en un molde.

Se utilizó un encofrado 8, tal como se muestra en la figura 5, que comprende una pared de encofrado izquierdo 9 y una pared de encofrado derecho 10. La primera masa de hormigón fresco se vertió en el encofrado para producir una primera capa de hormigón 11 realizada en hormigón poroso. A continuación, se reubicó la pared de encofrado derecho 10 para agrandar el espacio del interior del encofrado (figura 6). La segunda masa de hormigón fresco se vertió en el encofrado agrandado 8 entre la primera capa 11 y la pared reubicada 10 de dicho encofrado, con el fin de producir una segunda capa de hormigón 12 realizada en hormigón denso y poco poroso (figura 7). El bloque de hormigón de dos capas 13 resultante después del desmoldeo se muestra en la figura 8.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales, comprendiendo dicha estructura de hormigón una primera capa, preferentemente exterior, de hormigón altamente poroso y una segunda capa, que preferentemente forma un núcleo interior, formada de una sola pieza con la primera capa o unida a la misma, estando dicha segunda capa realizada en hormigón poco poroso o denso resistente al agua de mar o río, comprendiendo el procedimiento:
 - a) preparar una mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, agregados de arena y agua,
 - b) verter la mezcla de hormigón fresco dentro de un molde (1),
 - c) dejar que una parte de la pasta de cemento (3) se segregue de una región superior a una región inferior del molde (1), formando de este modo la primera capa (6) en la parte superior y la segunda capa (7) en la parte inferior,
 - d) dejar que el hormigón fragüe y cure y
 - e) desmoldear la estructura de hormigón,en el que el hormigón poroso de la primera capa presenta un contenido de huecos de > 15 % en volumen, preferentemente > 20 % en volumen, más preferentemente > 25% en volumen y el contenido de huecos de la segunda capa es < 50 %, preferentemente < 25 %, más preferentemente < 10 %, del contenido de huecos de la primera capa.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de segregación se lleva a cabo por gravedad, asistida opcionalmente por la vibración de la mezcla de hormigón en el molde (1).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la estructura de hormigón, después de la etapa e), se sumerge parcial o completamente en agua de mar o río.
4. Procedimiento para producir una estructura de hormigón para aplicaciones marinas o fluviales, comprendiendo dicha estructura de hormigón una primera capa, preferentemente exterior, de hormigón altamente poroso y una segunda capa, que preferentemente forma un núcleo interior, formada de una sola pieza con la primera capa o unida a la misma, estando dicha segunda capa realizada en hormigón poco poroso o denso resistente al agua de mar o río, comprendiendo dicho procedimiento:
 - a) preparar una primera mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, agregados de arena y agua,
 - b) verter la primera mezcla de hormigón fresco dentro de un encofrado (8),
 - c) dejar fraguar y curar el hormigón de manera que se obtenga dicha primera capa (11) de hormigón poroso,
 - d) reubicar una pared (10) del encofrado (8) de manera que se agrande la misma,
 - e) preparar una segunda mezcla de hormigón fresco, comprendiendo dicha mezcla de hormigón cemento, agregados y agua,
 - f) verter la segunda mezcla de hormigón fresco en el encofrado agrandado (8) entre la primera capa (11) y la pared reubicada (10) del encofrado (8),
 - g) dejar fraguar y curar el hormigón de manera que se obtenga dicha segunda capa (12) de hormigón no poroso, en la que el hormigón poroso de la primera capa presenta un contenido de huecos > 15 % en volumen, preferentemente > 20 % en volumen, más preferentemente > 25 % en volumen y el contenido de huecos de la segunda capa es < 50 %, preferentemente < 25 %, más preferentemente < 10 %, del contenido de huecos de la primera capa.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el hormigón poroso de la primera capa comprende agregados finos, como agregados de arena, que presentan una distribución de tamaño de partícula estrecha de 2 a 4 mm o de 1 a 3 mm, sin presencia de agregados gruesos ni de partículas ultrafinas.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que los agregados finos presentan un tamaño máximo de partícula de 4 mm.

7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, en el que los agregados finos presentan un tamaño de partícula mínimo de 1 mm.
- 5 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el grosor de la primera capa corresponde a $< 1/4$ del grosor de la segunda capa.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la segunda capa comprende agregados gruesos que presentan un tamaño de partícula comprendido entre 4 mm y 25 mm y agregados de arena que presentan un tamaño de partícula inferior a 4 mm.
- 10 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el hormigón de la segunda capa y/o el hormigón de la primera capa está realizado a partir de cementos CEM I, II, III o V de la clase PM o PM- ES o PM- ES-CP2 según se define en la norma europea (francesa) NF P 15-317.

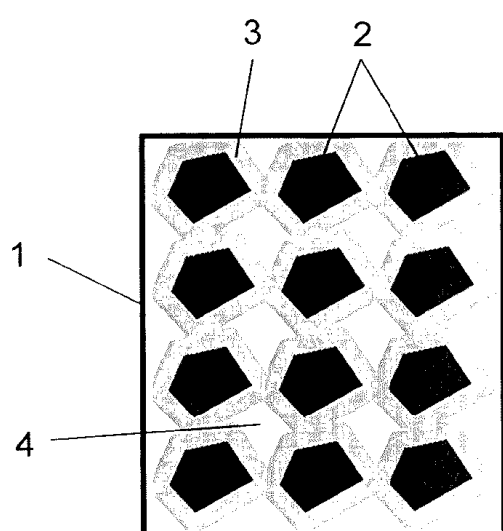


Fig. 1

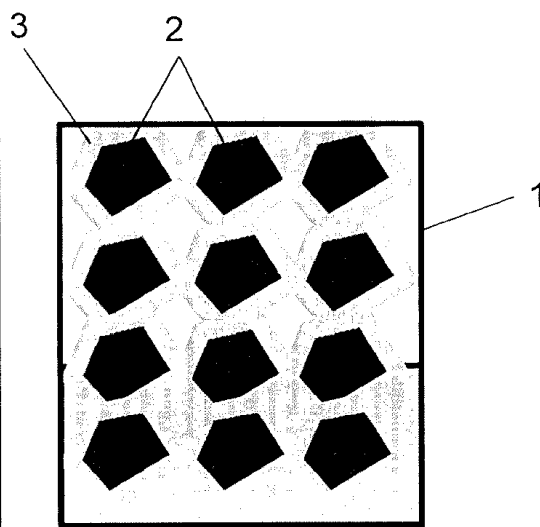


Fig. 2

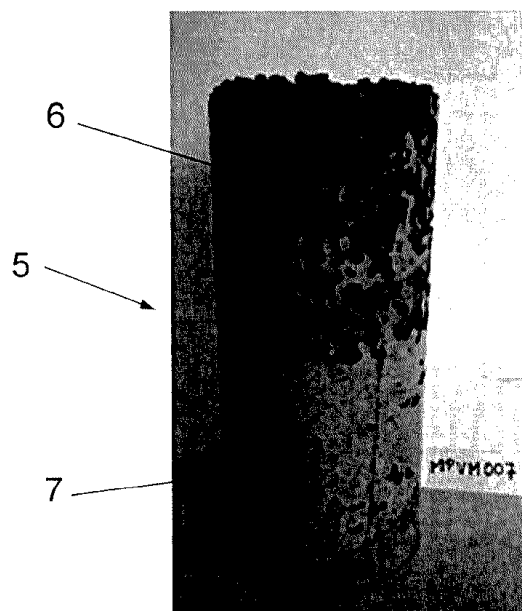


Fig. 3

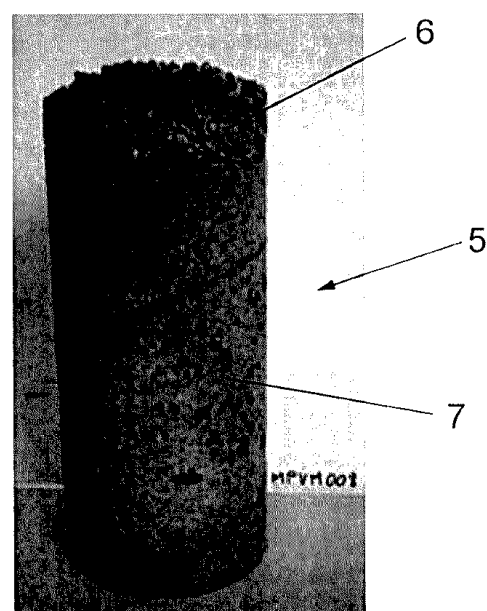


Fig. 4

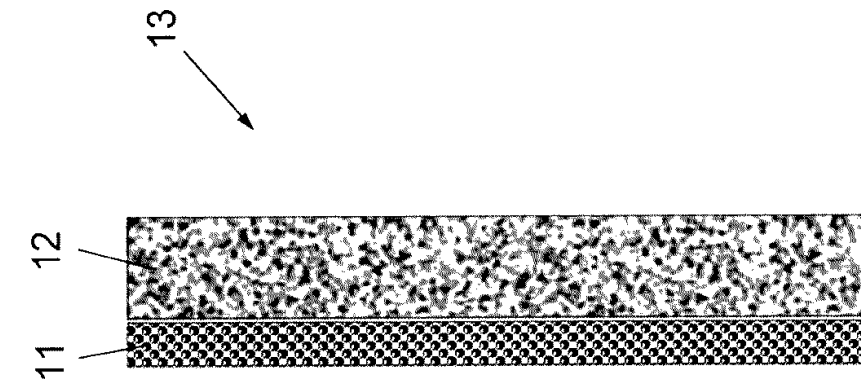


Fig. 8

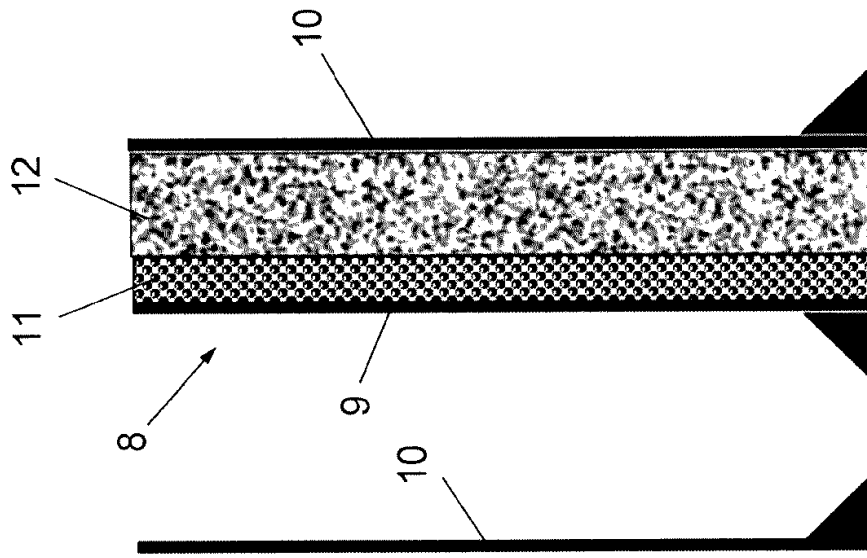


Fig. 7

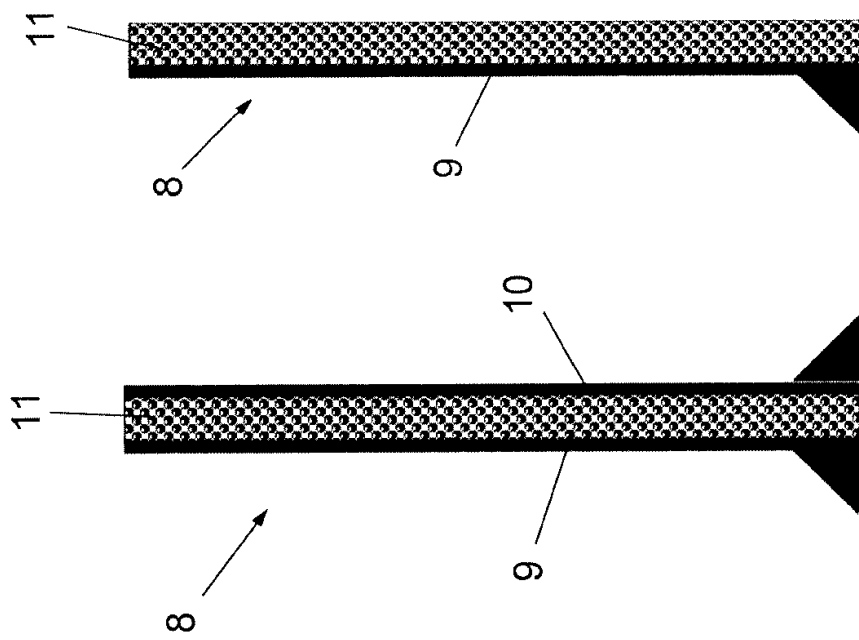


Fig. 6

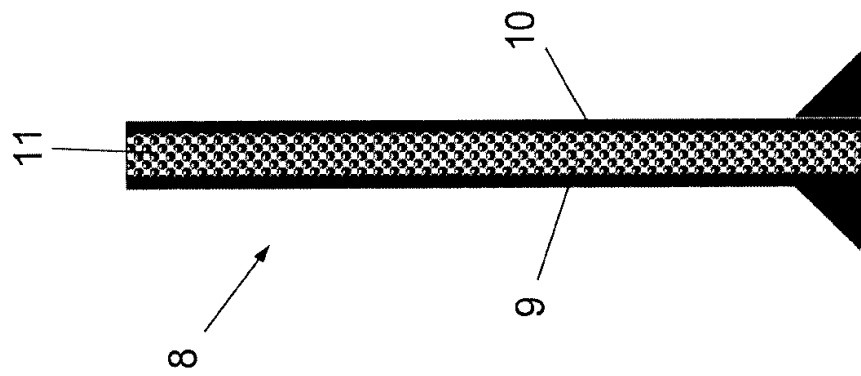


Fig. 5