

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 827**

51 Int. Cl.:

B32B 5/02	(2006.01)
E04C 5/07	(2006.01)
B28B 7/46	(2006.01)
B28B 23/00	(2006.01)
B32B 5/26	(2006.01)
B32B 27/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2012 PCT/US2012/062831**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013 WO13067034**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2012 E 12783816 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2773502**

54 Título: **Composite cementoso no tejido para hidratación in situ**

30 Prioridad:

01.11.2011 US 201161554377 P
20.09.2012 US 201261703618 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2016

73 Titular/es:

CORTEX COMPOSITES, LLC (100.0%)
P.O. Box 62
Pacific Palisades, California 90272, US

72 Inventor/es:

KRASNOFF, CURREN, E.;
MOBASHER, BARZIN;
BONAKDAR, ABOOZAR;
BERKE, NEAL, S.;
LEE, DAVID, S.;
LAU, JAN;
MORRIS, JONATHAN y
FEYH, MARC

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 594 827 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

Composite cementoso no tejido para hidratación in situ

Referencia cruzada a solicitudes de patente relacionadas

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE.UU. No. 61/554.377, presentada el 1 de noviembre de 2011, y de la solicitud de patente provisional de EE.UU. No. 61/703.618, presentada el 20 de septiembre de 2012, que se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

Antecedentes

10 La presente solicitud se refiere a materiales de composite, que incluyen composites cementosos reforzados con tela y con fibra. Específicamente, la presente solicitud se refiere a un composite cementoso reforzado con tela y fibra prefabricado flexible capaz de hidratación in situ (es decir, en el lugar, en la localización, o en un sitio de construcción, etc.). La hidratación in situ permite que un líquido se aplique tópicamente y reaccione con material cementoso mientras se coloca el composite sin alterar la naturaleza prefabricada del composite. Tal material de composite cementoso permite que el material cementoso fragüe y se endurezca dentro del composite sin requerir procedimientos de mezcla tradicional.

15 Los composites reforzados con tela tradicionales típicamente incluyen por lo menos una capa de una tela bidimensional y una capa de hormigón para formar un composite estratificado. Tales composites estratificados pueden exhibir excelentes propiedades en el plano pero pobres propiedades interlaminares debido a la falta de refuerzo en la dirección del grosor (es decir, una dirección ortogonal a la superficie plana del composite) o unión débil de las capas. Esta deficiencia expone el composite a daño o deslaminación cuando experimenta tensiones interlaminares. Aunque los composites tradicionales incluyen telas tejidas planas o capas múltiples de tela para mejorar el rendimiento, estos sistemas aún pueden fallar fácilmente bajo carga.

20 Otros compuestos cementosos incluyen telas tejidas o tricotadas tridimensionales configuradas para atrapar material cementoso entre dos capas. Tales telas tridimensionales tejidas o tricotadas no pueden funcionar independientemente para asegurar materiales de cemento para la hidratación in situ. Estas capas tejidas o tricotadas pueden necesitar ser formadas entre otras capas antes de que puedan atrapar materiales cementosos.

25 El documento EP 0 876 524 B1 se refiere a productos de hormigón reforzado. El documento describe un hilo que tiene un núcleo y multitud de fibras cortas. El núcleo preferentemente comprende por lo menos dos hebras retorcidas que forman una conexión mecánica con las fibras cortas que se hilan alrededor del núcleo. El hilo se puede introducir en un producto de hormigón para refuerzo.

30 Sumario

Una realización ejemplar de la presente descripción se refiere a un material de composite cementoso para la hidratación in situ que tiene una capa de malla que incluye un primer lado, un segundo lado, y una pluralidad de fibras discontinuas dispuestas en una configuración no tejida y acopladas entre sí; un material cementoso que tiene una pluralidad de partículas cementosas dispuestas dentro de la capa de malla; una capa de sellado dispuesta a lo largo del primer lado de la capa de malla y acoplada a la pluralidad de fibras no tejidas discontinuas y una capa de contención dispuesta a lo largo del segundo lado de la capa de malla y configurada para prevenir que la pluralidad de partículas cementosas migren fuera de la capa de malla.

40 Otra realización ejemplar de la presente descripción se refiere a un material de composite cementoso para la hidratación in situ que incluye una capa de malla que tiene un primer lado, un segundo lado, y una pluralidad de fibras discontinuas dispuestas en una configuración no tejida intermedia entre el primer lado y el segundo lado y acopladas entre sí; un material cementoso que tiene una pluralidad de partículas cementosas dispuestas dentro de la capa de malla; una capa de sellado dispuesta a lo largo del primer lado de la capa de malla y acoplada a la pluralidad de fibras no tejidas discontinuas; y un revestimiento dispuesto a lo largo del segundo lado de la capa de malla y configurado para prevenir que la pluralidad de partículas cementosas migren fuera de la capa de malla.

45 Otra realización ejemplar más de la presente descripción se refiere a un método para fabricar un material de composite cementoso. El método incluye proporcionar una capa de malla que tiene un primer lado, un segundo lado, y una pluralidad de fibras discontinuas dispuestas en una configuración no tejida y acopladas entre sí y dispuestas en por lo menos una de una lámina y un rollo, en el que el volumen dentro de la capa de malla y entre la pluralidad de fibras discontinuas no tejidas define un espacio abierto; proporcionar una membrana acoplada al primer lado de la capa de malla; disponer un material cementoso que comprende partículas cementosas dentro del espacio abierto de la capa de malla; y colocar una capa de contención a lo largo del segundo lado de la capa de malla.

Breve descripción de los dibujos

La descripción se entenderá más completamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos en los que los números de referencia iguales se refieren a elementos iguales, en la que:

La figura 1 es una vista en perspectiva de operarios instalando un composite cementoso no tejido en una aplicación de revestimiento de canales.

La figura 2 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un composite cementoso no tejido flexible.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un composite cementoso no tejido enrollado.

5 La figura 4 es una vista esquemática de un corte transversal de un composite cementoso no tejido.

La figura 5 es una vista en alzado lateral de una máquina y método para fabricar un composite cementoso no tejido.

Las figuras 6-7 son vistas en perspectiva de sistemas de rodillo que pueden definir aberturas dentro de una superficie de un composite cementoso no tejido.

10 Las figuras. 8a-11e son vistas en alzado lateral de varios métodos de unión usados para acoplar las secciones adyacentes de composites cementosos no tejidos.

Las figuras 12a-12e son vistas en alzado lateral de un método para llenar un espacio entre las capas de estructurales de composites cementosos no tejidos adyacentes.

La figura 13 es una representación gráfica de los datos de la tensión experimental frente al desplazamiento para varias configuraciones de composites cementosos no tejidos.

15 Descripción detallada

Antes de volver a las figuras que ilustran las realizaciones ejemplares en detalle, se debe entender que la solicitud no puede estar limitada a los detalles o metodología expuestos en la descripción o ilustrados en las figuras. También se debe entender que la terminología puede ser para fines únicamente de descripción, y no se debe considerar limitante.

20 Capas de composite

Los materiales de composite cementosos no tejidos pueden proporcionar un rendimiento estructural mejorado en relación con el hormigón armado con materiales tradicionales (por ejemplo, fibras, barras de refuerzo, etc.), composites de hormigón armado con tela unidireccional tradicional, y composites de hormigón con tela tejida o tricostada tridimensional. Los composites cementosos no tejidos incluyen una mezcla cementosa seca incrustada en, o contenida por, una capa estructural que permite que el material cementoso experimente su proceso normal de fraguado y ganancia de resistencia después de la hidratación in situ para producir un composite rígido. Tal capa estructural no tejida se puede formar independientemente e incluye fibras entrelazadas que forman un material autónomo. Los composites cementosos no tejidos pueden proporcionar una solución que tiene rendimiento estructural mejorado por igual unidad de volumen, es de menor coste, reduce los costes de mano de obra, y requiere menos procesado que el hormigón tradicional o los composites de hormigón. Además, las fibras no tejidas mejoran las capacidades de soporte de carga distribuyendo la energía de una carga por las fibras. Las fibras no tejidas también conectan las caras de grietas en la fase cementosa para proporcionar resistencia al agrietamiento mejorada y localizar grietas para reducir la propagación de grietas.

La hidratación de composites cementosos no tejidos se puede iniciar in-situ (es decir, en un lugar, en un sitio de trabajo, etc.). Por lo tanto, el composite cementoso no tejido se puede transportar a un lugar (por ejemplo, canal, etc.) en forma de un material de composite flexible en una configuración pre-envasada (por ejemplo, láminas, rollos, etc.) y se hidrata en el sitio. Tales materiales de composite cementoso no tejido pueden proporcionar beneficios comerciales, de conservación de agua, y operacionales. A modo de ejemplo, los composites cementosos no tejidos se pueden aplicar para formar un revestimiento de canales, como se muestra en la FIG. 1. Otras aplicaciones de los composites cementosos no tejidos pueden incluir las siguientes: canales de bajo a alto flujo, canales de traspaso de agua a canales abiertos, zanjas de irrigación y drenaje, cunetas, alcantarillas, muelles, espigones, diques, embarcaderos, embalses, presas, zanjas interceptoras, desagües horizontales, restauración de arroyos y gestión de aguas pluviales, protección de rompeolas y mamparas de la erosión, extensión de capas y tapado de vertederos, extensión de capas y tapado de solares, refuerzo de pozos de minas, refuerzo estructural, construcción de aeródromos o helipuertos, rampas de botadura, refuerzo de columnas y vigas, reparación de tuberías, revestimiento de yacimientos petrolíferos, cuencas de retención, revestimiento de estanques, revestimiento de pozos, revestimiento de lagunas de aguas residuales, fortificación de pendientes, fortificación de cuencas de nieve, fortificación de amarras, revestimiento de terraplenes, restauración de playas y costas, como una superficie de carreteras, accesos, aceras y pasarelas peatonales, revestimiento de encofrados, impermeabilización de hormigón, material para viviendas u otras estructuras, paisajismo, revestimiento de cimientos, suelos, construcción de piscinas, construcción de patios, tejados, aislamiento e impermeabilización, como un reemplazo del estuco, para la atenuación del ruido, y para muros de contención y construcción de terraplenes, entre otras aplicaciones

Según la realización ejemplar mostrada en la FIG. 2, un composite, mostrado como composite 10 cementoso no tejido, incluye una pluralidad de capas. Como se muestra en la FIG. 2, tales capas incluyen una capa de contención,

mostrada como capa 20 permeable, una capa cementosa, mostrada como capa 30 cementosa, una capa de volumen tridimensional (es decir, malla), mostrada como capa 40 estructural, y una capa impermeable (por ejemplo, sellado), mostrada como capa 50 impermeable. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable, la capa 30 cementosa, capa 40 estructural, y capa 50 impermeable pueden estar dispuestas adyacentes entre sí y ensambladas en forma de lámina para formar composite 10 cementoso no tejido. Como se muestra en la FIG. 2, la capa 40 estructural se puede intercalar entre la capa 20 permeable y la capa 50 impermeable. Según una realización ejemplar, el composite 10 cementoso no tejido puede tener un grosor de entre 0,5 y 4,0 centímetros antes de la hidratación. Sin embargo, el grosor del composite 10 cementoso no tejido puede exceder de 5,0 cm (2,0 pulgadas) después de la hidratación in situ cuando, a modo de ejemplo, se incluyen aditivos en la capa 30 cementosa (por ejemplo, cemento expansivo, etc.). Según una realización ejemplar, que no pertenece al alcance de la protección pero es de ayuda para entender la invención, el composite 10 cementoso no tejido no incluye una capa 20 permeable o una capa 50 impermeable pero incluye una capa 40 estructural que contiene la capa 30 cementosa. Como se discute con más detalle a continuación, se ha confirmado experimentalmente que la capa 30 cementosa es capaz de endurecerse dentro de la capa 40 estructural sin el uso de una capa de contención, tal como la capa 20 permeable. Tal composite puede incluir una capa 40 estructural diseñada para controlar el flujo de agua dentro y fuera del composite. Según una realización ejemplar, el control del agua dentro del composite 10 cementoso no tejido se puede realizar acoplando otras capas a la capa 40 estructural.

Según una realización ejemplar, el composite 10 cementoso no tejido incluye capas que están acopladas juntas. Tal acoplamiento puede reducir el movimiento relativo entre las capas antes de la hidratación (por ejemplo, durante el procedimiento de fabricación, durante el transporte, durante la instalación, etc.). A modo de ejemplo, la capa 50 impermeable se puede acoplar (por ejemplo, fundida, formada integralmente, soldada, asegurada adhesivamente, fundida, etc.) con la capa 40 estructural. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable se acopla con la capa 40 estructural. Tal acoplamiento puede mejorar las características estructurales del composite 10 cementoso no tejido, facilitando la transferencia de carga entre la capa 20 permeable y la capa 40 estructural. Según una realización ejemplar, acoplar la capa 40 estructural con la capa 20 permeable o capa 50 impermeable puede mejorar las características estructurales del composite 10 cementoso no tejido facilitando la transferencia de carga entre las capas.

Según una realización alternativa, el composite cementoso no tejido se calienta después de que la capa 30 cementosa se dispone dentro de la capa 40 estructural para fundir (por ejemplo, envolver contrayendo, comprimir, etc.) la capa 40 estructural. A modo de ejemplo, la capa 40 estructural no tejida puede comenzar como 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor que tiene 1,2 cm (0,5 pulgadas) de capa 30 cementosa dispuestas dentro de ella. Después del calentamiento, la capa 40 estructural se puede contraer a 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor. Según una realización ejemplar, que no pertenece al alcance de protección pero es de ayuda para entender la invención, una porción de la capa 40 estructural (por ejemplo, la porción fundida) puede reemplazar a la capa 20 permeable, la capa 50 impermeable, o tanto la capa 20 permeable como la capa 50 impermeable.

Haciendo referencia a continuación a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 3, el composite 10 cementoso no tejido se pueden disponer en forma de lámina flexible. Como se muestra en la FIG. 3, la capa 20 permeable, la capa 40 estructural, y la capa 50 impermeable son cada una flexibles y están dispuestas adyacentes unas de otras. Según una realización ejemplar, tal combinación de capas flexibles, permite que el composite 10 cementoso no tejido se enrolle para facilitar el transporte y reducir la cantidad de material cementoso que migra a través de la capa 20 permeable. Según una realización alternativa, el compuesto cementoso no tejido 10 se puede disponer en otra configuración (por ejemplo, varias láminas que se pueden apilar, una lámina que tiene una forma preformada, etc.).

Según una realización alternativa, el composite cementoso no tejido puede incluir una pluralidad de diferentes capas. A modo de ejemplo, el composite cementoso no tejido puede incluir una capa impermeable, una capa estructural, y una capa cementosa que incluye una mezcla de materiales cementosos. Tal composite puede utilizar la capa estructural para retener el material cementoso, puede incluir una capa extraíble para retener el material cementoso durante el transporte y en la aplicación del composite 10, o puede incluir otro sistema diseñado para retener el material cementoso. Según varias realizaciones alternativas, el composite 10 cementoso no tejido puede incluir la capa 20 permeable y la capa 50 impermeable, solo la capa 50 impermeable, solo la capa 20 permeable, o ni la capa 20 permeable ni la capa 50 impermeable.

Según otra realización alternativa más, el composite cementoso no tejido puede incluir huecos recortados que se extienden por todo el composite cementoso no tejido. A modo de ejemplo, los huecos recortados pueden permitir que se drene un fluido a través del composite después del endurecimiento. Un composite cementoso no tejido que tiene huecos recortados se puede producir formando huecos en la capa estructural u otras capas antes o después de la fabricación del composite. Según una realización ejemplar, los huecos recortados se pueden formar de cualquier forma (por ejemplo, triángulo, círculo, óvalo, rombo, cuadrado, rectángulo, octágono, etc.). El volumen del composite retirado para formar los huecos recortados puede definir entre el uno y el noventa por ciento del volumen total de composite.

Capa estructural

- Según una realización ejemplar mostrada en las Figs. 2-4, la capa 40 estructural comprende un material tridimensional que tiene características específicas diseñadas para facilitar el funcionamiento del composite 10 cementoso no tejido. A modo de ejemplo, tales características de la capa 40 estructural pueden incluir baja densidad, alto espacio vacío, y discontinuidades, entre otras características. Estas características mejoran la resistencia y transportabilidad, entre otras características, del composite 10 cementoso no tejido. Se ha observado que una capa 40 estructural que tiene hebras dispuestas en una configuración no tejida también reduce la prevalencia y severidad del agrietamiento por contracción dentro de la capa 30 cementosa. Tal reducción se puede producir debido a que las fibras no tejidas limitan la propagación de grietas conectando las caras de las grietas dentro de la fase cementosa.
- Con referencia a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 4, la capa 40 estructural incluye una pluralidad de fibras discontinuas, mostradas como hebras 42. Como se muestra en la FIG. 4, las hebras 42 están dispuestas en una configuración no tejida (por ejemplo, distribuidas al azar, dispuestas de forma sistemática, dispuestas con un patrón especificado, distribuidas no uniformemente, etc.). Tal capa 40 estructural puede comprender un material estructuralmente independiente. Las hebras 42 se pueden acoplar donde se cruzan, se superponen, o de otra manera interactuar entre sí. Según una realización ejemplar, la capa 40 estructural comprende un material de esterilla abierto elevado (por ejemplo, un estropajo fabricado a partir de carburo de silicio, óxido de aluminio, nylon, etc.). Tales materiales de estera abierta se discuten en las patentes de EE.UU. Nos. 2.958.593; 3.537.121; y 4.437.271, en su totalidad. Según una realización ejemplar, las distancias entre hebras 42 que no se solapan son entre aproximadamente medio micrómetro y varios milímetros.
- Como se muestra en la FIG. 4, la capa 40 estructural incluye un volumen intersticial (por ejemplo, volumen abierto, volumen de huecos, etc.), mostrado como el hueco 44 formado dentro de la capa 40 estructural y definido por el volumen intersticial entre hebras 42. Según una realización ejemplar, el hueco 44 representa entre 80 y 99,8 por ciento en volumen de la capa 40 estructural. Según una realización alternativa, el hueco 44 representa entre 95 y 99,8 por ciento en volumen de la capa 40 estructural. El volumen de la capa 40 estructural que comprende el hueco 44 afecta a la densidad, peso, y otras características de la capa 40 estructural y composite 10 cementoso no tejido.
- Haciendo referencia aún a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 4, la capa 30 cementosa está dispuesta dentro del hueco 44 de la capa 40 estructural. Como se muestra en la FIG. 4, la capa 30 cementosa incluye una pluralidad de componentes, mostrados en forma de partículas 32. Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa se puede situar dentro del hueco 44 usando vibración física, compactación, o tanto vibración como compresión, u otro procedimiento. Adicionalmente, la medida en la que la capa 30 cementosa se compacta puede afectar a la capacidad del agua para fluir a través de la capa 30 cementosa, al tiempo requerido para la hidratación, al fraguado y endurecimiento de la capa 30 cementosa, a la resistencia del composite 10 cementoso no tejido, y a la probabilidad de que material cementoso migre a través de la capa 20 permeable. Se ha confirmado experimentalmente que una capa 40 estructural más densa puede reducir la pérdida de capa 30 cementosa durante el transporte y la manipulación del composite cementoso no tejido.
- Según una realización ejemplar, la capa 40 estructural soporta (es decir, mantiene, contiene, refuerza, etc.) la capa 30 cementosa. A modo de ejemplo, las hebras 42 de la capa 40 estructural pueden soportar físicamente la capa 30 cementosa dentro del hueco 44. La modificación del tamaño, la forma o la orientación de las hebras 42 que soportan la capa 30 cementosa puede mejorar las propiedades estructurales o características de hidratación del composite 10 cementoso no tejido. A modo de ejemplo, un espacio ligeramente menos abierto (por ejemplo, en el que el hueco 44 está entre 80 y 95 por ciento en volumen de la capa 40 estructural) con hebras 42 más densamente dispuestas puede mejorar la resistencia de la capa 40 estructural, pero hacerla más difícil de llenar, lo que puede reducir la eficiencia de la fabricación del composite 10 cementoso no tejido.
- Según una realización alternativa, la densidad de la capa 40 estructural sufre una transición (es decir, cambia) en por lo menos una de las direcciones lateral, longitudinal y del grosor. En una realización, la capa 40 estructural incluye un volumen intersticial más abierto (por ejemplo, entre 95 y 99,8 por ciento de la capa 40 estructural) formado en una porción interior de la capa 40 estructural y volumen intersticial menos abierto (por ejemplo, entre 80 y 95 por ciento de la capa 40 estructural) formado hacia las porciones exteriores de la capa 40 estructural (es decir, una porción más densa de material estructural a lo largo de los exteriores de la capa 40 estructural). En cualquier realización que tiene una densidad cambiante, la transición puede ser uniforme o no uniforme. Según una realización ejemplar, una porción de la capa 40 estructural (por ejemplo, las porciones más densas) puede complementar o reemplazar la capa 20 permeable, la capa 50 impermeable, o tanto la capa 20 permeable como la capa 50 impermeable.
- Según una realización alternativa, la capa 40 estructural puede incluir patrones de hueco (por ejemplo, formas cortadas a través de la capa 40 estructural, huecos tridimensionales formados dentro de la capa 40 estructural, etc.). Tales patrones de hueco se pueden formar en la capa 40 estructural por medio de corte, conformado, u otro procedimiento. Los patrones de hueco se pueden formar durante la fabricación primaria de la capa 40 estructural o subsecuentemente, como procedimiento de fabricación secundario. Según una realización ejemplar, los patrones de hueco se distribuyen al azar o se forman en secuencia (por ejemplo, un panal de miel, etc.). Los patrones de hueco pueden disminuir el tiempo necesario para disponer la capa 30 cementosa en la capa 40 estructural, mejorar las

propiedades físicas del composite 10 después de la hidratación in situ, o proporcionar otras ventajas.

Según una realización ejemplar, la capa 40 estructural puede tener propiedades mecánicas independientes aparte de las de las otras capas de composite 10 cementoso no tejido. A modo de ejemplo, tales propiedades mecánicas pueden incluir resistencia a la tracción, alargamiento en la rotura, y resistencia al desgarro, entre otras propiedades conocidas. Estas propiedades mecánicas pueden variar, por ejemplo, en base al espesor, la longitud, o el acoplamiento entre las hebras 42. Según una realización ejemplar, la capa 40 estructural tiene un grosor de entre 0,6 cm (0,25 pulgadas) y 7,6 cm (tres pulgadas). Tal capa 40 estructural también puede tener un peso de entre 14,1 y 283,5 g (0,5 y 10 onzas) por 0,09 m² (pie cuadrado).

Las propiedades mecánicas de la capa 40 estructural también pueden verse afectadas por la composición de las hebras 42, que se pueden fabricar de varios materiales conocidos. Según una realización ejemplar, las hebras 42 son de polipropileno. Según una realización alternativa, las hebras 42 son de otro material (por ejemplo, carburo de silicio, óxido de aluminio, nylon, polipropileno, fibra de coco, fibra de celulosa, otros materiales sintéticos, otros materiales naturales, etc.). El módulo de elasticidad y la geometría de la capa 40 estructural pueden afectar a la flexibilidad del composite 10 cementoso no tejido. Tal capa 40 estructural que tiene uno de un menor módulo de elasticidad o geometría más abierta puede incrementar la flexibilidad (por ejemplo, menor radio de curvatura) del composite 10 cementoso no tejido (por ejemplo, para el transporte, para contener material cementoso, etc.).

Según una realización alternativa, se puede disponer un revestimiento alrededor de por lo menos una porción de las fibras. A modo de ejemplo, el revestimiento se puede configurar para mejorar varias propiedades (por ejemplo, resistencia, durabilidad, etc.) de la capa 40 estructural. Como un ejemplo adicional más, el revestimiento puede mejorar la resistencia de unión de las fibras dentro de la capa 40 estructural, de la capa 40 estructural a la capa 20 permeable y a la capa 50 impermeable, y de la capa 40 estructural a la capa 30 cementosa después de la hidratación in situ. A modo de ejemplo, el revestimiento puede incluir un revestimiento abrasivo (por ejemplo, similar a un estropajo de alta resistencia Scotch-Brite®), un revestimiento para proporcionar resistencia a la luz ultravioleta, un revestimiento para proteger las hebras 42 de los materiales cementosos (por ejemplo, resistencia alcalina mejorada), u otro revestimiento conocido más.

Según una realización alternativa, el composite 10 cementoso no tejido incluye un forro de malla (por ejemplo, material de refuerzo, geotextil, geomalla, otro material no tejido, un material tejido, etc.) acoplado (por ejemplo, fundido, formado integralmente, unido, etc.) a la capa 40 estructural. Un forro de se puede acoplar a una o más superficies de la capa 40 estructural o disponer dentro de la capa 40 estructural. Un forro de malla hecho de un material similar a la capa 20 permeable puede mejorar la unión de la capa 20 permeable a la capa 40 estructural (por ejemplo, cuando la malla se dispone a lo largo de la interfase de unión). El forro de malla puede mejorar la resistencia a la tracción de la capa 40 estructural y del composite 10 cementoso no tejido, tanto antes como después de la hidratación in situ. A modo de ejemplo, una capa 40 estructural holgadamente ensamblada puede tener una tendencia a separarse, y un revestimiento de malla puede reforzar la capa 40 estructural para prevenir tal separación.

Según una realización alternativa, la capa estructural puede incluir una pluralidad de porciones no tejidas acopladas conjuntamente. La pluralidad de porciones no tejidas pueden ser diferentes materiales, tener diferentes densidades, o tener otras características distintas. Según una realización ejemplar, una primera porción no tejida puede interconectar con una o más porciones no tejidas que tienen propiedades diferentes que la primera porción no tejida. En algunas realizaciones, la primera porción no tejida se entrelaza con otra porción no tejida. En otras realizaciones, la primera porción no tejida se apila con otra porción no tejida. Según una realización ejemplar, las diversas porciones se pueden acoplar (por ejemplo, fundir, formar integralmente, unir, etc.) entre sí. Una capa estructural que incluye diferentes porciones no tejidas puede proporcionar propiedades mecánicas y estructurales únicas en por lo menos una de las direcciones lateral, longitudinal y del grosor del composite cementoso no tejido (es decir, una dirección ortogonal a una superficie plana del composite) antes y después de la hidratación in situ. A modo de ejemplo, una primera porción no tejida que tiene hebras cortas configuradas para proporcionar una resistencia localizada dispuestas dentro (es decir entrelazadas) de una segunda porción no tejida que tiene hebras más largas configuradas para proporcionar durabilidad y prevenir la separación de la capa estructural. En conjunto, la primera y segunda porción no tejida pueden proporcionar tanto resistencia localizada como durabilidad al composite cementoso no tejido.

Capa cementosa

Haciendo referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en las Figs. 2-4, la capa 30 cementosa comprende materiales que fraguan y se endurecen una vez expuestos a un fluido (por ejemplo, agua) por un procedimiento de hidratación. Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa se dispone dentro de la capa 40 estructural y se somete a su procedimiento normal de fraguado y endurecimiento después de la hidratación in situ.

El proceso de fraguado puede comenzar una vez que la capa 30 cementosa interacciona con un fluido (por ejemplo, agua). Tales procesos de hidratación y fraguado cambian la capa 30 cementosa de un polvo de un material sólido. Mientras que el fraguado produce un material endurecido, el curado puede mejorar la resistencia del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa tiene una resistencia a la compresión

de entre 907 y 2.267 kg (dos y cinco mil libras) por 6,4 cm² (pulgada cuadrada). Según una realización alternativa, la capa 30 cementosa se modifica con ingredientes y aditivos cementosos de alto rendimiento para conseguir valores de resistencia de más de 2.267 kg (cinco mil libras) por 6,4 cm² (pulgada cuadrada).

5 Según una realización ejemplar, se añade agua a la capa 30 cementosa para iniciar los procesos de hidratación. Un operario puede tópicamente aplicar agua a la superficie del composite 10 cementoso no tejido in situ para fraguar y endurecer la capa 30 cementosa. En algunas realizaciones, se puede producir hidratación in situ en la que el composite 10 cementoso no tejido está horizontal, colocado en un ángulo, o colocado sobre una superficie curva sin debilitar la resistencia del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, el composite 10 cementoso no tejido se puede hidratar incluso si se coloca en hasta un ángulo de 90 grados con respecto al piso. Se ha confirmado experimentalmente que una porción del composite 10 cementoso no tejido colocada a un ángulo más pronunciado (por ejemplo, a un ángulo plano más pronunciado, una porción más pronunciada de una superficie curvada, etc.) puede requerir una mayor cantidad de agua para hidratar. Tal agua adicional puede ser ventajosa porque una porción del agua aplicada fluye sobre, sin ser absorbida por, el composite 10 cementoso no tejido. En estas u otras realizaciones, la capa 30 cementosa puede fraguar sin segregación y derrame.

15 Las características del composite 10 cementoso hidratado no tejido se pueden ver afectadas por el tamaño de partícula de los elementos constitutivos de la capa 30 cementosa. A modo de ejemplo, el tamaño de partícula y la densidad pueden afectar a la homogeneidad de la capa 30 cementosa afectando por ello a varias propiedades (por ejemplo, resistencia, flexibilidad, etc.) del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, las partículas constituyentes de la capa 30 cementosa tienen un tamaño de partícula aproximadamente igual (por ejemplo, en 150 micras). Según una realización alternativa, las partículas constituyentes de la capa 30 cementosa pueden tener diferentes tamaños (es decir, una variación de más de 150 micrómetros) que varían entre 0,5 y 450 micrómetros. Una capa 30 cementosa que tiene partículas de tamaños diferentes puede mejorar el embalaje y minimizar el espacio abierto dentro de la capa 30 cementosa.

25 Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa comprende un solo material (por ejemplo, cemento Portland, etc.). Según una realización alternativa, la capa 30 cementosa incluye una mezcla de materiales tales como cemento, materiales cementosos complementarios (por ejemplo, cenizas volantes, sílice pirógena, escoria, metacaolín, etc.), agregados (por ejemplo, agregados finos, agregados gruesos, arena, etc.), y aditivos (por ejemplo, fibras, plastificantes, acelerantes, retardantes, polímeros superabsorbentes, etc.). Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa comprende aproximadamente el veinticinco por ciento de cemento Portland, el veinticinco por ciento de cemento de alto contenido de alúmina (por ejemplo, Quix), cuarenta y ocho por ciento de agregados finos, y dos por ciento del acelerante no cloruro. Como se discute a continuación, se ha confirmado experimentalmente que esta relación de mezcla es particularmente apropiada para su uso dentro de composite 10 cementoso no tejido.

30 Según otra realización ejemplar, la capa 30 cementosa incluye un aditivo. Tal aditivo se puede usar para mejorar las propiedades mecánicas (por ejemplo, resistencia, tiempo de fraguado, requisitos de curado, coeficiente de expansión térmica, etc.) o durabilidad, entre otras características, del cemento o se puede usar como un sustituto de una porción de los materiales cementosos. Según una realización ejemplar, el aditivo incluye un material puzolánico (por ejemplo, cenizas volantes, cenizas de fondo de horno, sílice pirógena, escoria, metacaolín, etc.) añadido con una relación de mezcla especificada.

40 Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa se cura usando un procedimiento de curado externo. A modo de ejemplo, tal procedimiento de curado externo puede incluir encharcamiento con agua. Según varias realizaciones alternativas, el procedimiento de curado externo incluye pulverización de agua, arpillera húmeda, estratificación, compuestos de curado, arenas absorbentes, y curado acelerado, entre otros métodos conocidos. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable formada de un material hidrófilo (por ejemplo, papel, materiales basados en celulosa, etc.) puede mejorar el curado reteniendo agua para prolongar la exposición de la capa 30 cementosa a un fluido. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable formada de un material de revestimiento que tiene un menor número de aberturas puede mejorar el curado mediante la reducción de la evaporación del agua de la capa 30 cementosa.

50 Según otra realización alternativa más, la capa 30 cementosa se cura usando un procedimiento de curado interno. Según una realización ejemplar, la capa 30 cementosa se cura usando curado con agua interna en el que la capa 30 cementosa incluye un componente que sirve como agente de curado para la mezcla cementosa. Tal componente puede incluir un agregado o un nuevo componente (por ejemplo, un aditivo, polímero superabsorbente, agregado especial, etc.) introducido en la capa 30 cementosa durante el procedimiento de fabricación. Adicionalmente, los aditivos hidrófilos (por ejemplo, polímeros superabsorbentes, etc.) pueden mejorar el curado, facilitando la entrada de agua dentro de la capa 30 cementosa. Según una realización ejemplar, la capa 40 estructural puede mantener (por ejemplo, asegurar, atrapar, etc.) agua dentro del espacio abierto para mejorar el curado de la capa 30 cementosa. Según una realización alternativa, la capa 40 estructural es hidrófila (por ejemplo, absorbente, etc.) y facilita la absorción de agua en la capa 30 cementosa.

Capa permeable

Con referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 4, la capa 20 permeable facilita la dispersión

de un fluido (por ejemplo, agua, etc.) en composite 10 cementoso no tejido reteniendo la capa 30 cementosa. La capa 20 permeable puede incluir características especificadas que gestionan el flujo de fluido a través de la capa 20 permeable. Según una realización ejemplar, las características especificadas permiten la hidratación de la capa 30 cementosa sin permitir que el material cementoso migre de la capa 40 estructural (por ejemplo, durante la manipulación antes de la hidratación in situ, durante la hidratación in situ, etc.). En otras realizaciones, las características especificadas también pueden mantener la relación de mezcla de la capa 30 cementosa durante los procesos de hidratación y endurecimiento. Adicionalmente, la capa 20 permeable puede mantener el nivel de compactación de la capa cementosa 30 mediante la aplicación de una presión consistente al material cementoso. Según una realización ejemplar, menos de 10 por ciento en peso de la capa 30 cementosa migra a través de la capa 20 permeable antes de la hidratación in situ. En algunas realizaciones, hasta 10 por ciento en peso de la capa 30 cementosa puede migrar a través de la capa 20 permeable sin comprometer el rendimiento estructural del composite 10 cementoso no tejido después de la hidratación in situ.

Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable comprende una poliolefina tejida o no tejida de la misma familia que la capa 40 estructural (por ejemplo, polipropileno). La fabricación de ambas capas de materiales similares facilita el acoplamiento de la capa 20 permeable a la capa 40 estructural (por ejemplo, por fusión, soldadura ultrasónica, adhesivo, etc.) y mejora la resistencia de la unión. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable y la capa 40 estructural comprenden diferentes materiales, pero todavía se pueden acoplar entre sí (por ejemplo, con un adhesivo, etc.). A modo de ejemplo, la capa 20 permeable puede comprender una tela tratada con chorro de arena que tiene una resistencia a la luz ultravioleta (por ejemplo, tela tratada con chorro de arena FR/UV 27600 blanca fabricada por TenCate, tela de polipropileno NW6 fabricada por Colbond, etc.). Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable tiene un peso de aproximadamente 170,1 g (seis onzas) por 0,8 m² (yarda cuadrada). Según una realización alternativa, la capa 20 permeable comprende Airtex de grado 354 fabricada por Georgia-Pacific, que tiene un peso de entre 4,5 y 9 g (0,16 y 0,32 onzas) por 0,09 m² (pie cuadrado).

Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable incluye una pluralidad de aberturas, entre otras características, que tienen una especificada forma, área, frecuencia, o espaciado. A modo de ejemplo, las aberturas pueden tener una forma especificada (por ejemplo, circular, ovalada, rectangular, etc.), dependiendo de la aplicación particular del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, el tamaño de las aberturas puede estar también especificado. A modo de ejemplo, las aberturas sobredimensionadas pueden permitir el tamizado de la capa 30 cementosa antes de la hidratación in situ. Por el contrario, las aberturas de tamaño insuficiente pueden proporcionar hidratación demasiado lenta o incompleta de la capa 30 cementosa. Según una realización ejemplar, las aberturas están diseñados para evitar que las partículas de menos de quince micrómetros migren del composite 10 cementoso no tejido y tienen un área de entre 0,001 y 3 milímetros cuadrados.

Según una realización ejemplar, la frecuencia de las aberturas se puede especificar para facilitar la transferencia de agua dentro de la capa 30 cementosa. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable incluye entre una y doce mil aberturas por 6,4 cm² (pulgada cuadrada). Según una realización alternativa, la capa 20 permeable es un material permeable que no incluye aberturas (por ejemplo, un material fibroso, papel, etc.).

Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable se acopla a la capa 40 estructural durante el procedimiento de fabricación. Tal capa 20 permeable se puede diseñar como un producto retirable que no permanece unido a la capa 40 estructural a lo largo de la vida del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable comprende una lámina de contención (por ejemplo, papel biodegradable, plástico soluble en agua, etc.) que asegura la capa 30 cementosa durante el transporte de composite 10 cementoso no tejido. En algunas realizaciones, la lámina de contención se puede retirar antes o después de que el composite 10 cementoso no tejido esté en su lugar en el campo. Tal retirada de la lámina de contención puede ocurrir antes o después de la hidratación in situ. En cualquier realización, la capa 20 permeable puede incluir canales de flujo (por ejemplo, perforaciones) diseñados para facilitar el flujo de agua dentro la capa 30 cementosa. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable no se retira y se erosiona en el campo por la intemperie sin comprometer el rendimiento estructural del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable se trata con un revestimiento (por ejemplo, para la resistencia al ultravioleta, etc.) para extender la vida de servicio en el campo.

Según otra realización alternativa más, la capa 20 permeable puede comprender un revestimiento (por ejemplo, revestimientos elastoméricos, revestimientos acrílicos, revestimientos de caucho butílico, revestimientos de hypalon®, revestimientos de neoprene®, revestimientos de silicona, revestimientos de asfalto modificado, revestimientos de laca acrílica, revestimientos de uretano, revestimientos de poliuretano, revestimientos de poliurea, uno de los distintos revestimientos aprobados para agua potable, cualquier combinación de dos o más materiales de revestimiento, etc.). Tal revestimiento se puede aplicar por medio de varias técnicas conocidas (por ejemplo, pulverización, etc.) en una de una forma de un solo y varios componente de tal manera que el material se seca (es decir, fragua, cura, etc.) en forma de un revestimiento permeable e impermeable. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable es AquaVers 405 fabricada por Versaflex y tiene un espesor de entre 0,07 y 2,0 milímetros. Según una realización alternativa, el revestimiento es otro material que tiene un bajo módulo de elasticidad y un porcentaje de alargamiento de entre 5 y 1,000 por ciento. Según una realización alternativa, se puede aplicar una imprimación a un lado de la capa 40 estructural antes de que la capa 20 permeable se pulverice sobre ella para

mejorar la resistencia de unión (por ejemplo, imprimaciones de epoxi, imprimaciones acrílicas, etc.). Según una realización alternativa, los revestimientos de tratamiento adicionales se pueden aplicar a la capa 20 permeable (por ejemplo, para cambiar la textura, color, etc. de la capa 20 permeable). En algunas realizaciones, el revestimiento de tratamiento adicional se puede aplicar después de aplicar un revestimiento inicial. En otras realizaciones más, el revestimiento de tratamiento adicional se aplica sobre varios otros materiales discutidos anteriormente para la capa 20 permeable (por ejemplo, poliolefina tejida o no tejida, etc.).

Según una realización ejemplar, los materiales de revestimiento usados para la capa 20 permeable incluyen huecos tridimensionales. Tal hueco tridimensional puede comprender una pared lateral configurada para asegurar la capa 30 cementosa dentro del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización ejemplar, el hueco tridimensional es de forma de cono. Tal hueco tridimensional en forma de cono incluye un área de sección transversal más grande a lo largo de una superficie exterior de la capa 20 permeable para atraer agua hacia el interior y un área de sección transversal más pequeña próxima a la capa cementosa 30 para prevenir que el material cementoso migre fuera del composite 10 cementoso no tejido. Según una realización alternativa, el hueco tridimensional puede tener otra forma (por ejemplo, tetraédrica, etc.). También se pueden formar en el revestimiento aberturas que tienen diversas formas (por ejemplo, triángulo, círculo, óvalo, rombo, cuadrado, rectángulo, octágono, etc.).

Cuando la capa 20 permeable comprende un revestimiento, los huecos o aberturas tridimensionales (por ejemplo, en forma tetraédrica, en forma romboédrica, etc.) se pueden cerrar parcialmente cuando se enrolla el composite 10 cementoso no tejido. Cerrar parcialmente las aberturas puede asegurar mejor el material cementoso (por ejemplo, durante el transporte, etc.). Ciertas formas (por ejemplo, tetraédrica, romboédrica, etc.) se pueden cerrar de forma más segura que otras formas. A medida que el radio de curvatura aumenta al enrollar, se incrementa la tensión en la capa 20 permeable y se deforma el revestimiento en la dirección de la curva. Tal deformación reduce el tamaño (por ejemplo, diámetro, etc.) de los huecos o aberturas tridimensionales en la dirección opuesta de la curva. Según una realización ejemplar, el hueco o abertura tridimensional vuelve a su forma y tamaño originales cuando se desenrollan.

Según una realización alternativa, formar huecos o aberturas tridimensionales con una herramienta de retirada de material (por ejemplo, láser, haz de electrones, una cuchilla, etc.) retira completamente el material de revestimiento en el hueco o abertura tridimensional. Tal procedimiento puede impedir que los huecos o aberturas tridimensionales se cierren o rellenen. Las aberturas formadas de otra manera (por ejemplo, con una punta, etc.) se pueden llegar a rellenar y requieren un procesado subsecuente.

Según una realización alternativa, la capa 20 permeable se fabrica de un material de revestimiento que se seca de forma permeable al agua tal que no son necesarias las aberturas para facilitar la transferencia de agua de hidratación. Sin embargo, se pueden añadir perforaciones a la capa 20 permeable que comprende un material permeable al agua para promover adicionalmente la hidratación de la capa 30 cementosa. Según una realización alternativa, un lado de la capa 40 estructural no está cubierto completamente por el revestimiento, pero sin embargo contiene el material cementoso y permite la hidratación (por ejemplo, sin la necesidad de huecos o aberturas tridimensionales separados).

Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable se pulveriza sobre un lado de la capa 40 estructural y se definen aberturas después de eso dentro de la capa 20 permeable (por ejemplo, con un rodillo que tienen puntas, una placa que tiene puntas, etc.). Tanto si se proporciona en forma de lámina, un producto aplicado por pulverización, u otro producto, la capa 20 permeable puede incluir también una textura (por ejemplo, incluyendo un abrasivo en el revestimiento, etc.) o coeficiente de fricción diseñado para permitir una tracción mejorada para los objetos (por ejemplo, vehículos, personas, etc.) que se mueven a través de la capa 20 permeable. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable pueden tener una superficie lisa, una superficie diseñada para facilitar el flujo de agua en el composite 10 cementoso no tejido, o un acabado decorativo.

45 **Capa impermeable**

Con referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 4, la capa 50 impermeable comprende un material capaz de retener la capa 30 cementosa y el agua de hidratación sin degradarse después de interactuar con el material cementoso. Como se muestra en la FIG. 4, la capa 50 impermeable está acoplada a lo largo de un lado (por ejemplo, un lado inferior) de la capa 40 estructural. Cuando la capa 50 impermeable se coloca a lo largo de un lado inferior de la capa 40 estructural, la capa 50 impermeable puede experimentar una parte de los esfuerzos de flexión y de tracción. Tal posición puede mejorar la resistencia y la ductilidad del composite 10 cementoso no tejido. En algunas realizaciones, la capa 50 impermeable es una lámina que comprende un material flexible (por ejemplo, para facilitar el enrollamiento del composite 10 cementoso no tejido) que es capaz de acoplarse con la capa 40 estructural sin permitir que un fluido se filtre a su través. Según una realización alternativa, la capa 50 impermeable puede estar integralmente formada con o de otra manera acoplada a la capa 40 estructural. Según una realización alternativa, la capa 50 impermeable puede proteger la capa 30 cementosa de la exposición a ciertos productos químicos (por ejemplo, del sulfato introducido por los suelos en el campo, etc.).

Según una realización alternativa, la capa 50 impermeable comprende una geomembrana. Tal geomembrana puede comprender varios materiales (por ejemplo, láminas sintéticas, membrana de una sola capa, otro tipo de membrana

- usada para la impermeabilización, etc.). Según una realización ejemplar, la geomembrana comprende una película de poliolefina que tiene un espesor de entre 0,075 y 2,5 milímetros. Según una realización ejemplar, la capa 50 impermeable comprende polipropileno extruido o un polipropileno reforzado que proporciona una mejorada resistencia a la perforación y resistencia a la tracción con relación a otros materiales. Los materiales reforzados (por ejemplo, reforzados exteriormente con tela no tejida de poliéster, reforzados internamente con malla de poliéster, reforzados con una tela tejida, reforzados con una tela no tejida, una geomalla, o reforzados de otro modo) permiten el uso de una membrana más delgada reduciendo por ello el peso o el grosor total del composite 10 cementoso no tejido. Las películas de polipropileno específicas ejemplares incluyen TT422 y TG 4000 fabricadas por Colbond o UltraPly TPO XR 100 fabricada por Firestone.
- Según una realización alternativa, la capa 50 impermeable puede comprender otro material (por ejemplo, geomembrana bituminosa, monómero de dieno de etileno propileno, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, poli(cloruro de vinilo), poliurea y polipropileno, etc.). El material seleccionado para la capa 50 impermeable puede tener características que mejoran la plegabilidad, los procedimientos de instalación, la vida útil, y el rendimiento del composite 10 cementoso no tejido. A modo de ejemplo, el poli(cloruro de vinilo) es flexible y se puede adaptar a superficies irregulares sin desgarrarse. Según una realización ejemplar, se puede seleccionar una técnica de fabricación específica, resistencia a la tracción, y ductilidad para la capa 50 impermeable para adaptarse mejor a una aplicación particular del composite 10 cementoso no tejido.
- Según otra realización alternativa más, la capa 50 impermeable puede comprender un revestimiento (por ejemplo, revestimientos elastoméricos, revestimientos acrílicos, revestimientos de caucho butílico, revestimientos de Hypalon®, revestimientos de Neoprene®, revestimientos de silicona, revestimientos de asfalto modificado, revestimientos de laca acrílica, revestimientos de uretano, revestimientos de poliuretano, revestimientos de poliurea, uno de varios revestimientos aprobados para el agua potable, cualquier combinación de dos o más materiales de revestimiento, etc.) que se puede aplicar por medio de varias técnicas conocidas (por ejemplo, pulverización, etc.). Se debe entender que el grosor, las selecciones de materiales, y otra discusión con respecto a la capa 20 permeable son aplicables a la capa 50 impermeable. Según una realización ejemplar, la capa 20 permeable, la capa 50 impermeable, y las porciones laterales de composite 10 cementoso no tejido comprenden el mismo material de revestimiento. Según una realización alternativa, la capa 20 permeable y la capa 50 impermeable comprenden diferentes materiales. En cualquier realización, la capa 20 permeable y la capa 50 impermeable se pueden aplicar simultánea o sucesivamente.
- Según otra realización alternativa más, que no pertenece al alcance de la protección pero es de ayuda para entender la invención, el composite 10 cementoso no tejido no incluye una capa 50 impermeable y en su lugar incluye una capa permeable adicional. Tal capa permeable puede permitir que el composite 10 cementoso no tejido se funda con substratos (por ejemplo, estructuras de hormigón existentes, etc.). A modo de ejemplo, un material permeable puede permitir que la capa 30 cementosa se difunda parcialmente después de la hidratación in situ y se una con un substrato inferior. Los procesos de curado externos, los procesos de curado internos (por ejemplo, el curado realizado con compuestos tales como aditivos poliméricos líquidos, etc.), o varios aditivos en la capa 30 cementosa, pueden mejorar adicionalmente la unión entre el composite 10 cementoso no tejido y un substrato.

Fabricación e Instalación

- Con referencia a continuación a la FIG. 5, el composite cementoso no tejido se fabrica usando una máquina de línea de montaje, mostrada como máquina 100. La máquina 100 puede funcionar de forma continua (es decir, proporcionar material a una velocidad constante durante un período de tiempo) o se puede emplear en un modo de funcionamiento gradual en el que el material se alimenta, se detiene (por ejemplo, para permitir que la máquina 100 realice una operación), y a continuación se alimenta de nuevo a través de la máquina 100. Como se muestra en la FIG. 5, la máquina 100 incluye un rollo de material inicial, mostrado como alimentador 110. Según una realización ejemplar, el alimentador 110 comprende un sistema de rotación que tiene un dispositivo de rotación, mostrado como reductor 112 de engranajes y motor 113, un núcleo acoplado al motor, y una longitud de material inicial, mostrado como material de 114, enrollado alrededor del núcleo. Se debe reconocer que la rotación del núcleo por medio del reductor 112 de engranajes y del motor 113 permite que el material 114 se alimente desde el rollo.
- Según una realización ejemplar, el material 114 comprende un composite que tiene una capa impermeable dispuesta a lo largo de una superficie inferior de una capa estructural. A modo de ejemplo, un fabricante puede recibir material 114 que tiene una capa impermeable y una capa estructural de otro proveedor o puede pre-montar estas capas, entre otras alternativas. Según una realización alternativa, el material 114 no incluye una capa estructural (por ejemplo, sólo incluye una capa impermeable, etc.). Una máquina de montaje que recibe tal material 114 de este tipo puede incluir componentes adicionales configurados para después de eso (por ejemplo, como una etapa separada, etc.) colocar una capa estructural a lo largo de un primer lado de la capa impermeable. Según otra realización alternativa más, el material 114 no incluye una capa impermeable (por ejemplo, incluye sólo una capa estructural, etc.). Una máquina de montaje que recibe tal material 114 puede incluir componentes adicionales configurados para colocar después de eso una capa impermeable a lo largo de un primer lado de la capa estructural.

Con referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 5, la máquina 100 alimenta el material 114 a

través de un dispensador, mostrado como dispensador 130 de cemento. Como se muestra en la FIG. 5, el dispensador 130 de cemento incluye una tolva, mostrada como recipiente 132 y un extremo de dispensación, mostrado como distribuidor 136 configurado para depositar material cementoso sobre el material 114 a medida que pasa por debajo del dispensador 130 de cemento. En algunas realizaciones, el distribuidor 136 puede tener una forma (por ejemplo, rectangular, ajustable, etc.) para facilitar la distribución uniforme del material cementoso sobre el material 114.

Como se muestra en la FIG. 5, el material 114 que han recibido material cementoso desde el dispensador 130 de cemento después de eso pasa sobre un compactador, mostrado como mesa 135 vibratoria. Según una realización ejemplar, las vibraciones de la mesa 135 vibratoria compactan (es decir, rellenan, disponen, impregnan, etc.) el material cementoso dentro de la capa estructural de material 114 para formar una capa cementosa uniforme. Según la realización ejemplar mostrada en la FIG. 5, la máquina 100 incluye un compactador físico, mostrado como rodillos 137. En algunas realizaciones, los rodillos 137 están configurados para comprimir el material 114 con una presión de entre 90,7 y 4.535,9 kg (200 y 10.000 libras) por 6,4 cm² (pulgada cuadrada). Tales rodillos 137 pueden reemplazar a la mesa vibratoria 135 o pueden estar situados antes, después, o con la mesa vibratoria 135 dentro de la máquina 100. Los rodillos 137 también pueden mover el material 114 a través de la máquina 100. Según una realización alternativa, la máquina 100 incluye una prensa hidráulica u otro tipo de compactador físico. Según una realización alternativa, la máquina 100 incorpora un sistema de vacío configurado para meter material cementoso dentro de la capa estructural (por ejemplo, en la que el composite no incluye una capa impermeable). Como se muestra en la FIG. 5, la máquina 100 incluye un segundo distribuidor 130 de cemento y mesa 135 vibratoria para dispensar y compactar material cementoso adicional dentro de la capa estructural de material 114.

En algunas realizaciones, la máquina 100 incluye además un cepillo 140 giratorio configurado para exponer o limpiar por lo menos una porción (por ejemplo, 0,5 milímetros, 1 milímetros, 2 milímetros, etc.) de las hebras dentro del material de 114 (es decir, una porción superior de la capa estructural). Según una realización ejemplar, la retirada de una porción del material cementoso compactado o la limpieza de las hebras no tejidas más plenamente permite que capas adicionales, tales como una capa permeable, se unan a la capa estructural. Según una realización alternativa, la exposición o la limpieza de las hebras no tejidas se puede realizar usando otro dispositivo (por ejemplo, una tobera de aire, un sistema de vacío, etc.). Según otra realización alternativa más, la máquina 100 no incluye cepillo 140 giratorio (por ejemplo, el dispensador 130 de cemento y la mesa 135 vibratoria pueden no llenar del todo la capa estructural con material cementoso, puede que no se requiera limpiar las hebras no tejidas, etc.).

Con referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 5, se puede tomar una medida de la calidad con un dispositivo de medida, mostrado como sistema 150 de medida de la densidad. A modo de ejemplo, el sistema 150 de medida de la densidad puede incluir una báscula configurada para pesar el material 114 del dispositivo o dispositivo de ultrasonidos para medir la densidad de material 114 para asegurar que el dispensador 130 de cemento proporciona una cantidad preferida de material cementoso. Según una realización alternativa, la calidad se puede asegurar de otro modo, y la máquina 100 puede no incluir sistema 150 de medida de la densidad. Otra realización alternativa utiliza un dispositivo de medida configurado para determinar la longitud de las fibras que se extienden desde la capa estructural para confirmar que se dispensa el nivel apropiado de material cementoso. Si la medida de la densidad está fuera de especificación, la máquina 100 puede entrar en un modo de fallo (por ejemplo, deteniendo el procesado del material 114, haciendo sonar una alarma, etc.). Un operario puede añadir manualmente material cementoso al material 114, desactivar el modo problema de la máquina, y reiniciar la máquina 100. Según una realización alternativa, la máquina 100 puede añadir automáticamente una cantidad apropiada de material cementoso para llevar la densidad a la especificada.

Como se muestra en la FIG. 5, la máquina 100 puede depositar un revestimiento sobre un material 114 con un aplicador, mostrado como pulverizador 160 para formar una capa de contención superior. Como se discutió anteriormente, tal revestimiento puede incluir revestimientos elastoméricos, revestimientos acrílicos, revestimientos de caucho butílico, revestimientos de Hypalon®, revestimientos de Neoprene®, revestimientos de silicona, revestimientos de asfalto modificado, revestimientos de laca acrílica, revestimientos de uretano, revestimientos de poliuretano, revestimientos de poliurea, uno de las diversos revestimientos aprobados para el agua potable, cualquier combinación de dos o más materiales de revestimiento, u otros revestimientos más. En algunas realizaciones, el revestimiento está configurado para asegurar el material cementoso proporcionado por dispensador 130 de cemento dentro del material 114. Un único pulverizador puede estar configurado en un raíl para moverse a través de material 114 o una o más unidades de pulverización pueden ser estacionarias y estar configuradas para aplicar un revestimiento a por lo menos uno de la parte superior, lados y extremos de material 114. Según una realización ejemplar, el revestimiento se aplica en uno de un solo o varios componentes y se deja curar (es decir, secar, fraguar, etc.) a medida que viaja a lo largo de una sección 170 de curado.

Según una realización alternativa, una película, lámina, u otra configuración de material se puede aplicar por la máquina 100 para formar una capa de contención superior. Tal película o lámina se puede fundir, soldar, o asegurar adhesivamente a la capa estructural de material 114. Según una realización ejemplar, la fusión implica el incremento de la temperatura de la capa de contención superior, las capas de contención laterales, o la porción superior de la capa estructural a justo por debajo de un punto de fusión y aplicar después de eso las capas de contención superior y lateral al material 114. Según una realización alternativa, la soldadura ultrasónica implica la compresión de la capa

de contención superior contra la capa estructural y después de eso hacer pasar el material 114 bajo un soldador ultrasónico que tiene brazos configurados para doblar hacia abajo la capa de contención y sellar los lados y extremos del material 114. Según otra realización alternativa más, la capa de contención superior o lateral puede estar fijada adhesivamente a la capa estructural.

- 5 Según la realización ejemplar mostrada en la FIG. 5, se definen aberturas y hendiduras dentro de la capa de contención superior con un perforador, mostrado como perforador 180. Como se discutió anteriormente, tales huecos o aberturas tridimensionales pueden estar configuradas para facilitar el proceso de hidratación, mientras que contienen el material cementoso dentro del composite cementoso no tejido (por ejemplo, durante el transporte, la manipulación en el campo, etc.). Según una realización ejemplar, el perforador 180 incluye un láser (por ejemplo, uno continuo, uno pulsado, etc.) o un haz de electrones, tales como los discutidos anteriormente, configurados para producir los huecos o aberturas tridimensionales. Tal perforador 180 puede crear los huecos o aberturas tridimensionales sin entrar en contacto o dañar la capa impermeable, la capa estructural, o la capa superior del material 114. El perforador 180 pueden tener uno o más láseres, dependiendo de la anchura y velocidad superficial del material 114.
- 10
- 15 Según una realización alternativa, el perforador 180 incluye puntas afiladas para perforar la capa de contención superior cuando se aplica presión. Tales puntas pueden estar dispuestas para crear un tamaño, forma y frecuencia de perforaciones preferidos. En algunas realizaciones, la longitud de las puntas se puede especificar para evitar dañar por lo menos una de la capa estructural y la capa impermeable. Como se muestra en la FIG. 5, el perforador 180 puede incluir una prensa configurada para moverse verticalmente e interactuar físicamente con la capa de contención superior para crear una pluralidad de perforaciones.
- 20

Según la realización alternativa mostrada en la FIG. 6, la pluralidad de aberturas y hendiduras se pueden formar usando un perforador giratorio, mostrado como rodillo 182. Como se muestra en la FIG. 6, el rodillo 182 incluye un rodillo inferior, mostrado como rodillo 183 inferior configurado para aplicar presión a la parte inferior de material 114 y un rodillo superior, mostrado como rodillo 184 de puntas. En algunas realizaciones, se saca material 114 entre el rodillo 183 inferior y el rodillo 184 de puntas durante el procedimiento de fabricación inicial.

25

Según una realización alternativa, un operario puede crear las perforaciones después del procedimiento de fabricación inicial usando un rodillo, tal como el rodillo 182 mostrado en la FIG. 6. El rodillo usado por el operario puede ser operado manualmente o puede incluir un sistema de accionamiento configurado para facilitar el funcionamiento del rodillo 182. En algunas realizaciones, el rodillo 182 se acopla al equipo usado para desenrollar el composite 10 cementoso no tejido en el campo de tal manera que el material 114 se saca entre el rodillo 183 inferior y el rodillo 184 con puntas para formar aberturas en el campo. Como se muestra en la FIG. 7, la pluralidad de perforaciones se pueden aplicar alternativamente por un operario usando un rodillo, mostrado como rodillo 186. Tal rodillo 186 se puede usar por un operario, antes o después de colocar el composite cementoso no tejido.

30

Según una realización ejemplar, la máquina 100 incluye un sistema de sellado configurado para sellar los lados y extremos de material 114. Tal sistema de sellado puede incluir pulverizadores adicionales configurados para aplicar un revestimiento a los lados y extremos del material 114, un rodillo configurado para doblar una porción de la membrana impermeable sobre los lados y extremos, u otro sistema. Según una realización ejemplar, el sellado de los lados y extremos de material 114 contiene adicionalmente el material cementoso dentro del material 114 y evita que migre de la capa estructural (por ejemplo, durante la manipulación, transporte, instalación, etc.).

35

Con referencia de nuevo a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 5, la máquina 100 incluye un rodillo de recogida, mostrado como rodillo 120 de procesado. Como se muestra en la FIG. 5, el rodillo 120 de procesado incluye una cantidad de material procesado, mostrado como material 124 dispuesto alrededor de un núcleo. Según una realización ejemplar, el núcleo está acoplado a un eje impulsor, mostrado como reductor 122 de engranajes y motor 123. En algunas realizaciones, el reductor 122 de engranajes y el motor 123 pueden girar y aplicar una fuerza motriz que saca material 114 a través de la máquina 100. Según una realización ejemplar, el material 124 se sella al vacío, ya sea en forma de un rollo completo colocado sobre el rodillo 120 procesado o después de que viaje a través de la sección 170 de curado. Según una realización alternativa, las láminas de material 114 se pueden sellar a vacío individualmente o en forma de un grupo apilado. Tal sellado facilita el transporte y la manipulación del composite cementoso no tejido.

40

45

Haciendo referencia a continuación a la realización ejemplar mostrada en las FIGS. 8a-11e, dos láminas o rollos de composite 10 cementoso no tejido se pueden unir entre sí, ya sea durante el procedimiento de fabricación inicial (es decir, antes de que un operario reciba el producto) o por un operario, antes o después de la instalación. Cada lámina puede tener una anchura de entre uno y quince pies y puede estar configurada en forma de cuadrado, rectángulo u otra forma que tiene un área entre cien y doscientos pies cuadrados. Cada rollo puede tener una anchura de entre uno y veinte pies y una longitud de diez a mil pies.

50

55

Se pueden utilizar varias configuraciones de solapamiento para unir láminas o rollos de composite 10 cementoso no tejido adyacentes para producir una superficie continua e impermeable o una superficie resistente al agua. Como se muestra en las Figs. 8a-8d, las láminas o rollos tienen una capa 50 impermeable que se extiende lateralmente hacia fuera más allá de un borde de la capa 20 permeable creando por ello un reborde que tiene una superficie superior

configurada para recibir una superficie inferior de un composite 10 cementoso no tejido adyacente. Según la realización alternativa mostrada en las FIGS. 9a-9c, los composites 10 cementosos no tejidos adyacentes ambos incluyen capas impermeables 50 que se extienden lateralmente hacia fuera más allá de bordes de capas 20 permeables, creando por ello un par de rebordes. Según una realización ejemplar, los rebordes tienen una longitud de entre 1,2 cm (0,5 pulgadas) y 20,3 cm (8,0 pulgadas).

Según otra realización alternativa más mostrada en las FIGS. 10a-11e, los composites 10 cementosos no tejidos adyacentes incluyen capas impermeables 50 que no se extienden lateralmente hacia fuera más allá de un borde de las capas 20 permeables. Dichos composites se pueden unir con un adhesivo aplicado (por ejemplo, en forma de líneas, según un patrón, etc.) a una superficie de composite 10 cementoso no tejido, o una tira de soporte (por ejemplo, una pieza separada de membrana impermeable, etc.). Según una realización alternativa, el adhesivo se puede aplicar en forma de una lámina asegurada a una porción de un composite 10 cementoso no tejido o a una tira de soporte. Se debe entender que varias superficies de contacto de composite 10 cementoso no tejido se pueden atacar químicamente, lijar, o abradir de otro modo para mejorar la resistencia de unión de la junta adhesiva.

Según otra realización alternativa más mostrada en las FIGS. 8c, 9c, y 10c, los composites 10 cementosos no tejidos adyacentes se pueden soldar conjuntamente (por ejemplo, con aire caliente, ultrasonidos, etc.) o bien con una tira de soporte o con rebordes. En realizaciones en las que se usa soldadura, los rebordes preferentemente tienen una longitud igual mayor que la anchura de la boquilla del soldador (mostrada representativamente en las FIGS. 8c, 9c y 10c). La soldadura en el campo se puede llevar a cabo por un operario utilizando un soldador portátil (por ejemplo, aire caliente, ultrasonidos, etc.) que puede tener una guía para establecer la distancia apropiada para la soldadura sin dañar la capa impermeable u otras capas del composite cementoso no tejido. Tal soldador portátil también puede incluir rodillos para facilitar el movimiento constante mejorando por ello la calidad de la unión soldada. Según otra realización alternativa más, los composites 10 cementosos no tejidos adyacentes no incluyen rebordes y en cambio se unen con mortero o un adhesivo como se muestra en la FIG. 10d o con estacas, como se muestra en las FIGS. 11d-e.

Según una realización ejemplar mostrada en las FIGS. 12a-12e, los composites 10 cementosos no tejidos unidos pueden tener una separación, mostrada en la FIG. 12a como espacio 200 formado por encima de los rebordes interconectados. Como se muestra en la FIG. 12b, la unión se refuerza con un material no tejido, mostrado como capa 210 estructural dispuesta dentro del espacio 200. Según una realización ejemplar, una porción de la capa 210 estructural puede estar acoplada (por ejemplo, asegurada adhesivamente, soldada por ultrasonidos, fundida, etc.) a los rebordes de los composites 10 cementosos no tejidos adyacentes. Según una realización alternativa, la unión puede no incluir capa 210 estructural o puede incluir otro tipo de material de refuerzo.

Como se muestra en la FIG. 12c, el material cementoso, mostrado como capa 220 cementosa se coloca dentro de la capa 210 estructural. Según una realización ejemplar, la capa de cemento 220 puede comprender una mezcla cementosa discutida anteriormente, un material cementoso de fraguado más rápido, un material cementoso que tiene fibras en una más alta fracción de volumen para la tenacidad incrementada, o incluye látex para mejorar la ductilidad de las uniones. Tal capa 220 cementosa se puede compactar (por ejemplo, con un compactador móvil o se compacta físicamente, etc.) dentro de la capa 210 estructural. Según una realización alternativa, la capa 220 cementosa puede estar colocada dentro del espacio 200 sin una capa 210 estructural.

En cualquier realización, el fabricante u operario a puede después de eso hidratar la capa cementosa para formar una capa 230 hidratada, como se muestra en la FIG. 12d. Tal hidratación de la capa 220 cementosa puede ocurrir después de o con la hidratación del composite 10 cementoso no tejido. Según la realización ejemplar, mostrada en la FIG. 12e, se aplica un revestimiento 240. Tal revestimiento 240 se puede aplicar después de la hidratación in situ, puede proporcionar una superficie antideslizante, pueden servir para fines estéticos, o puede servir para otro propósito. Según una realización alternativa, se dispone una tira impermeable de caucho hidrófila dentro del espacio 200. Tal sellante puede incluir Adeka Ultra Seal MC-2010mn.

Ensayo Experimental

Los solicitantes efectuaron varios experimentos durante el procedimiento de desarrollo del tema descrito en esta solicitud. Un primer experimento evaluó varios materiales y configuraciones para la capa permeable, la capa estructural, la capa cementosa, y la capa impermeable del composite cementoso no tejido. Se discuten de aquí en adelante los materiales ensayados para cada capa durante los diversos experimentos. El primer experimento confirmó que la combinación del material cementoso y la capa de estructura no tejida proporciona un composite que tiene una resistencia inesperadamente alta con relación a composites cementosos tradicionales. El experimento también proporcionó diversos materiales y mezclas ejemplares de las diversas capas del composite cementoso no tejido.

Una primera parte del primer experimento ensayó varios materiales para la capa permeable usando una mezcla constante de material cementoso. Tales materiales incluyen sistemas geotextiles proporcionados por Propex (geotextiles no tejidos NW 401, NW 601, y NW 801 y geotextil tejido NM 104-F), Nillex Civil Environmental Group (geotextil no tejido NW 1601, geotextil tejido GT 4X4 HF, 200 ST, y 315 ST, manta de control de la erosión C-125, y césped de control de la erosión P-300 y P-550), Innegra Technologies (2800d, Absecon 14343, 14430 Absecon, y

VEL 1200), una tela tejida de polipropileno, y una tela tricotada.

- La primera parte implicaba ensamblar combinaciones de los productos discutidos anteriormente en varias muestras de composites cementosos. El material cementoso se mezcla tradicionalmente con un fluido (por ejemplo, agua) y después de eso se deposita en una forma, en la que el material fragua en forma de una estructura rígida. El experimento verificó en primer lugar que el material cementoso experimentó una apropiada hidratación, fraguado y endurecimiento sin mezclar previamente el material cementoso con agua. Específicamente, la primera parte implicaba construir muestras usando cada uno de los materiales de capa permeable colocados sobre discos que miden 7,6 cm (tres pulgadas) de diámetro y 0,6 cm (0,25 pulgadas) de profundidad. Los discos se llenaron con material cementoso seco que tiene la composición del cemento Portland y agregados finos tamizados.
- El material cementoso seco se compactó con una prensa hidráulica durante cinco segundos. La inmersión en agua durante veinticuatro horas permitió varias observaciones de la hidratación que incluyen, entre otras, que el agrietamiento se produjo dentro de algunos de los materiales cementosos por la falta de refuerzo y que varias muestras se hidrataron apropiadamente incluso sin mezcla o agitación. Una muestra de control cubierta con una membrana impermeable no mostró hidratación.
- Una segunda parte del experimento ensayó trece mezclas cementosas usando una capa permeable constante. Las muestras se crearon de una manera discutida anteriormente. Tales mezclas incluían los siguientes materiales: cemento Portland (Tipo I/II), cemento hidráulico que tiene un tiempo de fraguado de aproximadamente cinco minutos, cemento de expansión que tiene un tiempo de fraguado de aproximadamente quince minutos, mortero de reparación, arena fina, cenizas volantes, arena fina aglomerada, yeso, cloruro de calcio, polímero superabsorbente, acelerador seco, superplastificante seco, y Qwix. Las combinaciones ensayadas y las observaciones relevantes de las muestras se proporcionan a continuación como Tabla 1.

Tabla 1

Código	Descripciones	Resultado
A-1	100% de mezcla de mortero de fraguado rápido	Rendimiento aceptable
A-2	100% de cemento Portland I/II (tamizado a través de nº 100)	Rendimiento aceptable
A-3	100% de cemento Portland + 50% de cenizas volantes (clase F, alto en alúmina)	Aceptable con modificación
A-4	50% de cemento Portland + 50% de agregados finos	Aceptable con modificación
A-5	50% de cemento Portland + 50% de arena aglomerada (polimérica)	Aceptable, pero no muy ventajosa
A-6	75% de cemento Portland + 25% de polvo superabsorbente	La mezcla absorbió humedad del aire y se humedeció
A-7	75% de cemento Portland + 25% de polímero superabsorbente	La mezcla se expandió tan pronto como se añadió agua
A-8	90% de cemento Portland + 10% de cloruro de calcio (granulares)	El CaCl ₂ podría funcionar
A-9	75% de cemento Portland + 25% de sulfato de calcio (yeso)	Puede provocar problemas de durabilidad
A-10	100% de cemento hidráulico	Menores valores de resistencia comparado con el Portland
A-11	100% de cemento de expansión	Menores valores de resistencia comparado con el Portland
A-12	Lo mismo que A-1 con máximo empaquetamiento	Se usó vibración para más empaquetamiento
A-13	Lo mismo que A-1 con máximo empaquetamiento + presión	Se usó presión para más empaquetamiento

- Una tercera parte del primer experimento ensayó veintidós materiales para ver la capa estructural de un composite cementoso no tejido usando la misma mezcla cementosa. Tales materiales incluían espumas esponjosas de celda

abierta que no pertenecen al alcance de la protección, sistemas de espuma fibrosa reticulada, materiales fibrosos, y materiales fibrosos no tejidos, entre otros tipos de materiales. Específicamente, los materiales ensayados incluían productos fabricados por o comprados en Foam Factory (por ejemplo, espuma de secado rápido de 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor, espuma superblanda de 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor, espuma de poliestireno de 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor, poliespuma de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor, polietileno de 0,7 kg (1,7 libras) de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor, polietileno de 0,99 kg (2,2 libras) de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor, espuma de mini-celda de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor), Mesa Sells (espuma blanda de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de grosor, espuma estratificada de 1,2 cm (0,5 pulgadas) de espesor, y espuma fibrosa de 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor), Home Depot (espuma esponjosa de aire acondicionado de 1,2 cm (0,5 pulgadas) grosor, y espuma esponjosa de aire acondicionado de 2,5 cm (1,0 pulgadas) de grosor), ACE Hardware (espuma fibrosa de restregar resistente de 0,6-1,2 cm (0,25-0,5 pulgadas) de grosor, espuma fibrosa de esponja de restregar de 0,6-1,2 cm (0,25-0,5 pulgadas), y espuma fibrosa de almohadilla limpiadora de 0,6-1,2 cm (0,25-0,5 pulgadas) de grosor), Materiales de Marvel (espuma fibrosa de restregar industrial de 0,6-1,2 cm (0,25-0,5 pulgadas) de grosor), y Grainger industrial Supply (almohadillas de espuma o de lana de acero o sintéticas de 0,6-1,2 cm (0,25-0,5 pulgadas) de grosor). Los materiales ensayados y las observaciones relevantes se proporcionan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2

Código	Descripción	Resultado
B-1	Espuma esponjosa nº 1 (celda abierta con abertura gruesa)	Esta espuma de celda abierta funciona bien y permite el máximo empaquetado
B-2	Espuma esponjosa nº 2 (celda abierta con abertura gruesa)	Similar a B-1, más cara
B-3	Espuma esponjosa nº 3 (celda abierta con abertura fina)	Esta espuma funciona bien pero la espuma disponible es demasiado delgada
B-4	Espuma esponjosa nº 4 (celda semiabierta con abertura fina)	Las celdas no están totalmente conectadas, no es posible incrustar cemento
B-5	Espuma esponjosa nº 5 (celda semiabierta con abertura fina)	Las celdas no están totalmente conectadas, no es posible incrustar cemento
B-6	Espuma esponjosa nº 6 (celda semiabierta con abertura fina)	Las celdas no están totalmente conectadas, no es posible incrustar cemento
B-7	Espuma esponjosa nº 7 (celda abierta con abertura gruesa)	Esta espuma funciona bien pero la espuma disponible es demasiado gruesa
B-8	Espuma esponjosa nº 8 (celda semiabierta con abertura fina)	Las celdas no están totalmente conectadas, no es posible incrustar cemento
B-9	Espuma esponjosa nº 9 (celda semiabierta con abertura fina)	Las celdas no están totalmente conectadas, no es posible incrustar cemento
B-10	Espuma fibrosa nº 1 (polipropileno con abertura gruesa)	La espuma es demasiado flexible y no tiene una estructura firme
B-11	Espuma fibrosa nº 2 (carburo de silicio con abertura fina)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-12	Espuma fibrosa nº 3 (carburo de silicio con abertura fina)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-13	Espuma fibrosa nº 4 (acero sintético con abertura fina)	Esta espuma funciona bien, pero no tiene una estructura firme
B-14	Espuma fibrosa nº 5 (coco con abertura fina)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada

ES 2 594 827 T3

B-15	Espuma fibrosa nº 6 (sintética con abertura gruesa)	La espuma es demasiado flexible y no tiene una estructura firme
B-16	Espuma fibrosa nº 7 (acero con abertura gruesa)	Esta espuma funciona bien, pero no tiene una estructura firme
B-17	Espuma fibrosa nº 8 (madera con abertura gruesa)	Esta espuma funciona bien, pero no tiene una estructura firme
B-18	Espuma fibrosa nº 9 (polipropileno con abertura gruesa)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-19	Espuma fibrosa nº 10 (polipropileno con abertura gruesa)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-20	Espuma fibrosa nº 2 (carburo de silicio con abertura fina)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-21	Espuma fibrosa nº 11 (acero sintético con abertura gruesa)	Esta espuma fibrosa funciona bien, puede necesitar ser modificada
B-22	Espuma fibrosa nº 12 (acero sintético con abertura gruesa)	Selección ejemplar

- La tercera parte del primer experimento implicó construir muestras cuadradas de 10,1 cm (cuatro pulgadas) usando cada uno de los materiales de capa estructural de la Tabla 2. Cada muestra incluía capas constantes permeables, capas impermeables, y mezcla de material cementoso, que se depositó dentro la capa estructural usando cada uno de vibración y presión. Se añadió una cantidad conocida de agua a las muestras de composite, que se cubrieron después de eso con láminas de plástico para prevenir la evaporación y facilitar el proceso de curado. Esta parte del experimento concluyó ensayando la resistencia a la flexión de cada muestra de composite usando un ensayo de flexión de tres puntos. Un gráfico ejemplar de la tensión frente al desplazamiento 300 se muestra en la FIG. 13, en la que los conjuntos de datos 310, 320, 330, y 340 corresponden a las muestras B-16, B-18, B-20 y B-21 de la Tabla 2.
- 5
- 10 Una cuarta parte del primer experimento ensayó la resistencia y tenacidad de varias muestras que incluían una capa estructural preferida no tejida, una capa permeable e impermeable constante, y varias mezclas de material cementoso. Cada muestra se hidrató con una relación de agua a materiales cementosos de 0,5. Las mezclas y los correspondientes valores de resistencia y tenacidad de 7 días se proporcionan a continuación en la Tabla 3. Según una realización ejemplar, la capa cementosa de un composite cementoso no tejido incluye aproximadamente
- 15 veinticinco por ciento del cemento Portland, veinticinco por ciento de Qwix, cuarenta y ocho por ciento de agregados finos, y dos por ciento de acelerador no cloruro.

Tabla 3

Código	Descripción	Resultado	Resistencia a la flexión (MPa/PSI)	Tenacidad a la flexión (N-m/lb-in)
C-1	100% de cemento Portland I/II	Se puede optimizar y usar	5,4±0,3 / 785±50	32,2±2,9 / 285±26
C-2	80% de cemento Portland + 20% de cenizas volantes (Clase F)	Necesita mezcla y curado	3,9±1,3 / 572±226	22,7±10,3 / 201±91
C-3	80% de cemento Portland + 20% de metacaolin	Necesita mezcla y curado	4,4±1,0 / 651±154	26,5±8,6 / 235±76
C-4	80% de cemento Portland + 20% de sílice pirógena	Necesita mezcla y curado	5,4±1,0 / 596±147	23,1±7 / 205±62
C-5	50% de cemento Portland + 50% de agregados finos (No. 30)	Se puede optimizar y usar	6,3±0,4 / 920±69	41,2±4,6 / 365±41
C-6	50% de cemento Portland + 50% de Qwix (Clinker de alto contenido en alúmina)	Se puede optimizar y usar	4,9±1,8 / 722±260	30,6±10,7 / 271±95
C-7	100% de cemento Portland + 2% de acelerador no cloruro	Se puede optimizar y usar	6,5±0,3 / 947±45	42,5±1,4 / 376±13
C-8	100% de cemento Portland + 1% de plastificante (Supercizer)	Necesita mezcla y curado	ND	ND
C-9	100% de cemento Portland + 1% de plastificante (Hydrocizer)	Necesita mezcla y curado	ND	ND
C-10	25% de cemento Portland + 25% de Qwix + 50% de agregados finos	Se puede optimizar y usar	6,5±0,2 / 942±30	43,1±2,6 / 382±23

5 La quinta parte del primer experimento ensayó varios materiales para la capa impermeable de un composite cementoso no tejido. Los materiales ensayados para esta capa incluyen una membrana delgada basada en Kevlar y productos fabricados por CLI Clear-Water Construction (por ejemplo, polietileno reforzado de 0,92 milímetros de grosor, polietileno de alta densidad de 1,02 mm de grosor, polietileno lineal de baja densidad de 1,02 mm de grosor, y XR 5).

10 La parte final del primer experimento ensayó tres muestras de composite cementoso no tejido idénticas de diferentes épocas. Como se muestra a continuación en la Tabla 4, la resistencia a la flexión y la tenacidad se ensayaron un día, siete días, y veintiocho días después de la hidratación in situ.

Tabla 4

Tiempo desde la hidratación	Descripción	Resistencia a la flexión (MPa/PSI)	Tenacidad a la flexión (N-m/lb-in)
1 día	25% de cemento Portland + 25% de Qwix + 48% de agregados finos + 2% de acelerador no cloruro	3,2±0,8 / 464±117	15,7±3,0 / 139±27
7 días	La misma mezcla	6,7±0,08 / 975±12	32,3±17,8 / 286±158
28 días	La misma mezcla	7,2±0,6 / 1044±85	45,2±1,8 / 400±16

15 Un segundo experimento evaluó varios materiales y configuraciones para la capa permeable, la capa estructural, y la capa cementosa del composite cementoso no tejido. Las diversas partes del segundo experimento incluyeron varias muestras preparadas según los procedimientos del primer experimento. Los resultados del segundo experimento se

5 proporcionan a continuación en las Tablas 5-6. Específicamente, el segundo experimento mostró que las microfibras revestidas o no revestidas (por ejemplo, hebras que tienen una longitud de menos de 0,1 milímetros y un diámetro de menos de diez micrómetros) se pueden mezclar con el material cementoso para mejorar la tenacidad. Las fibras fabricadas de polietileno de alta densidad que tienen una longitud nominal de 0,1 milímetros, un diámetro de cinco micrómetros, y un revestimiento para mejorar la dispersión se usaron en las mezclas 6, 9, y 10 descritas en la Tabla 5. Según una realización ejemplar, un composite cementoso no tejido incluye una capa cementosa que comprende la combinación de los materiales descritos por la Mezcla 5b e incluye fibras de polietileno como se discutió anteriormente.

Tabla 5

Mezcla	Cemento St. Marys	Qwix	Diformiato de Ca Fritz NCA	CaCl ₂	Arena normal C778	Mamposeria consum. Arena<600 micrómetros	Elotex FL2211 Látex (sólidos)	Ultramicrofibras	Metacaolín	Agua del lote del diseño	Agua abs. en 1% de arena	Agua extra
1	550	550	22	0	1100	0	0	0	0	330	0	0
2	550	550	0	22	1100	0	0	0	0	330	0	0
3	726	374	0	22	1100	0	0	0	0	330	0	0
4	726	374	0	22	0	1100	0	0	0	330	11	20
5	1100	0	0	22	0	1100	0	0	0	330	11	20
5b	920	180	0	22	0	1100	0	0	0	330	11	0
6	1100	0	0	22	0	1100	0	2,1	0	330	11	0
7	726	220	0	22	0	1100	0	0	154	330	11	0
8	946	0	0	22	0	1100	0	0	154	330	11	0
9	946	0	0	22	0	1100	0	2,1	154	330	11	0
9 Repetición	946	0	0	22	0	1100	0	2,1	154	330	11	50
10	726	274	0	22	0	1100	0	2,1	154	330	11	20
11	726	274	0	22	0	1100	0	0	154	330	11	30
12	946	0	0	22	0	1100	154	0	0	330	11	-98
13	792	0	0	22	0	1100	154	0	154	330	11	-13
14	660	132	0	22	0	1100	154	0	154	330	11	-8
15	660	132	0	22	0	1100	154	2,1	154	330	11	0
16	946	0	0	22	0	1100	154	2,1	0	330	11	-63
17	792	0	0	22	0	1100	154	2,1	154	330	11	-16

Tabla 6

Mezcla	w/cm real	Fraguado inicial	Fraguado final	Ensayo Vicat C191		S/m ²
				C109 1 día (MPa / PSI)	C109 7 días (MPa / PSI)	
1	0,30	0:15	0:18	62,9 / 9130	73,3 / 10640	2,6
2	0,30	0:08	0:11	51,3 / 7450	81,4 / 11815	2,5
3	0,30	0:13	0:17	47,0 / 6315	59,9 / 8690	2,1
4	0,32	0:13	0:16	34,6 / 5030	52,3 / 7600	2,1
5	0,32	1:30	1:40	38,3 / 5555	69,4 / 10080	1,6
5b	0,30	0:18	0:24	52,1 / 7565	75,6 / 10825	1,8
6	0,30	1:09	1:20	42,2 / 6130	69,7 / 10115	1,7
7	0,30	0:09	0:11	25,7 / 3740	67,4 / 9790	2,7
8	0,30	0:22	0:38	35,1 / 5105	77,6 / 11265	2,4
9	0,30	0:29	0:40	35,2 / 5115	71,6 / 10400	2,6
9 Repetición	0,35	1:11	1:29	35,4 / 5140	74,2 / 10780	2,6
10	0,30	0:05	0:09	20,7 / 3000	52,7 / 7650	3,0
11	0,31	0:12	0:14	28,5 / 4140	60,0 / 8715	2,9
12	0,25	0:24	0:48	9,9 / 1445	17,7 / 2575	3,3
13	0,34	1:20	2:08	14,0 / 2045	34,8 / 5055	4,0
14	0,34	0:26	0:54	12,6 / 1835	32,4 / 4705	4,3
15	0,35	0:27	0:56	13,3 / 1940	34,6 / 5030	4,5
16	0,28	1:10	2:13	15,3 / 2230	32,1 / 4665	3,4
17	0,33	0:48	1:53	12,3 / 1785	34,8 / 5055	4,3

5 Como se utilizan aquí, los términos "aproximadamente", "alrededor de", "substancialmente", y términos similares se desea que tengan un significado amplio en armonía con el uso común y aceptado por los de experiencia media en la técnica a la que la pertenece el tema de esta descripción. Se debe entender por los expertos en la técnica que revisan esta descripción que estos términos tienen por objeto permitir una descripción de ciertas características descritas y reivindicadas sin restringir el alcance de estas características a los intervalos numéricos precisos proporcionados. Por consiguiente, se debe interpretar que estos términos indican que las modificaciones o alteraciones del tema insubstanciales o intrascendentes descritas y reivindicadas se considera que están dentro del alcance de la invención tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

10 Hay que señalar que el término "ejemplar" como se usa aquí para describir varias realizaciones se desea que indique que tales realizaciones son posibles ejemplos, representaciones y/o ilustraciones de realizaciones posibles (y tal término no se desea que connote que tales realizaciones son necesariamente ejemplos extraordinarios o superlativos).

15 Los términos "acoplado", "conectado", y similares, tal como se usan aquí, significan la unión de dos miembros directamente o indirectamente entre sí. Tal unión puede ser estacionaria (por ejemplo, permanente) o móvil (por ejemplo, desmontable o desprendible). Tal unión se pueden conseguir con los dos miembros o los dos miembros y estando íntegramente formado cualquier miembro intermedio como un solo cuerpo unitario entre sí o con los dos miembros o estando unidos entre sí los dos miembros y cualquier miembro intermedio adicional.

20 Hay que señalar que la orientación de varios elementos puede diferir según otras realizaciones ejemplares y que se desea que tales variaciones estén incluidas en la presente descripción.

25 Es importante señalar que la construcción y disposición de los elementos de los sistemas y métodos como se muestran en las realizaciones ejemplares son sólo ilustrativas. Aunque sólo unas pocas realizaciones de la presente descripción se han descrito con detalle, los expertos en la técnica que revisan esta descripción apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones (por ejemplo, variaciones en los tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de

materiales, colores, orientaciones, etc.) sin apartarse materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas del tema expuesto. Por ejemplo, los elementos mostrados como formados integralmente pueden estar contruidos de múltiples partes o elementos. Se debe señalar que los elementos y/o montajes del documento anejo se pueden construir de cualquiera de una amplia variedad de materiales que proporcionan resistencia o durabilidad suficiente, en cualquiera de una amplia variedad de colores, texturas y combinaciones. Adicionalmente, en la descripción objeto, la palabra "ejemplar" se puede usar para significar que sirve como ejemplo, caso o ilustración. Cualquier realización o diseño descrito aquí como "ejemplar" no se debe considerar necesariamente preferida o ventajosa frente a otras realizaciones o diseños. Más bien, el uso de la palabra ejemplar puede tener como objetivo presentar los conceptos de una manera concreta. Por consiguiente, se desea que todas estas modificaciones estén incluidas dentro del alcance de la presente invención. El orden o secuencia de cualquier etapa del procedimiento o método se puede variar o re-secuenciar según realizaciones alternativas. Cualquier cláusula de medios más función puede tener como objetivo cubrir que las estructuras descritas aquí realizan la función descrita y no sólo equivalentes estructurales sino también estructuras equivalentes. Se pueden hacer otras substituciones, modificaciones, cambios y omisiones en el diseño, condiciones de funcionamiento, y disposición de las realizaciones preferidas y otras realizaciones ejemplares sin apartarse del alcance de la presente descripción o del espíritu de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un material (10) de composite cementoso para hidratación in situ, comprendiendo el composite (10):
 5 una capa (40) de malla que tiene un primer lado y un segundo lado e incluye una pluralidad de fibras (42) discontinuas dispuestas en una configuración no tejida y acopladas entre sí;
 un material (30) cementoso dispuesto dentro de la capa (40) de malla, en el que el material (30) cementoso incluye una pluralidad de partículas (32) cementosas;
 una capa (50) de sellado dispuesta a lo largo del primer lado de la capa (40) de malla y acoplada a la pluralidad de fibras (42) no tejidas discontinuas; y
- 10 una capa (20) de contención dispuesta a lo largo del segundo lado de la capa (40) de malla y configurada para prevenir que la pluralidad de partículas (32) cementosas migren fuera de la capa (40) de malla.
2. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que el volumen dentro de la capa (40) de malla y entre la pluralidad de fibras (42) no tejidas define un espacio (44) abierto, en el que en particular el espacio (44) abierto define entre 80,0 por ciento y 99,8 por ciento en volumen de la capa (40) de malla, preferentemente entre 95,0 por
 15 ciento y 99,8 por ciento.
3. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la capa (40) de malla incluye una primera porción de malla que incluye una primera pluralidad de fibras dispuestas en una configuración no tejida y una segunda porción de malla que incluye una segunda pluralidad de fibras dispuestas en una configuración no tejida, en la que, en particular, la primera porción de malla es por lo menos una apilada y entremezclada con la segunda porción de
 20 malla, y en la que, preferentemente, la segunda pluralidad de fibras están más densamente dispuestas que la primera pluralidad de fibras.
4. El composite de la reivindicación 1, en el que el material (30) cementoso incluye 39-44 por ciento en peso de partículas (32) cementosas, 47-52 por ciento en peso de arena, menos de 2 por ciento en peso de cloruro de calcio, y 5,5-10,5 por ciento en peso de Qwix, o en el que el material (30) cementoso incluye una pluralidad de
 25 microfibras que tienen una longitud nominal de menos de 0,1 milímetros y un diámetro de menos de 10 micrómetros.
5. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la capa (20) de contención es por lo menos una de una soldada, asegurada adhesivamente, y fundida sobre el segundo lado de la capa (40) de malla, en el que, en particular, la capa (20) de contención comprende una película de polipropileno que tiene un grosor de entre 0,075 milímetros y 2,5 milímetros.
- 30 6. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la capa (20) de contención define una superficie de retención y una abertura configurada para facilitar un flujo de fluido dentro del material (30) cementoso, en el que, en particular, la abertura tiene un área de entre 0,001 milímetros cuadrados y 3,0 milímetros cuadrados, o en el que, en particular, la capa (20) de contención define una pluralidad de aberturas con una frecuencia de entre una y doce mil aberturas por 6,4 cm² (pulgada cuadrada)
- 35 7. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de fibras (42) no tejidas están dispuestas de tal modo que la capa (40) de malla tiene un grosor de entre diez milímetros y cincuenta milímetros.
8. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la capa (20) de contención comprende una lámina configurada para ser retirada antes o después de la hidratación in situ.
- 40 9. El composite (10) de la reivindicación 1, en el que la capa (50) de sellado está integralmente formada con la capa (40) estructural.
10. Un material (10) de composite cementoso para hidratación in situ, comprendiendo el composite (10): una capa (40) de malla que tiene un primer lado y un segundo lado y que incluye una pluralidad de fibras (42) discontinuas dispuestas en una configuración no tejida intermedia entre el primer lado y el segundo lado y acopladas entre sí;
- 45 un material (30) cementoso dispuesto dentro de la capa (40) de malla, en el que el material (30) cementoso incluye una pluralidad de partículas (32) cementosas; una capa (50) de sellado dispuesta a lo largo del primer lado de la capa (40) de malla y acoplada a la pluralidad de fibras (42) no tejidas discontinuas; y
 un revestimiento dispuesto a lo largo del segundo lado de la capa (40) de malla y configurado para prevenir que la pluralidad de partículas (32) cementosas migren fuera de la capa (40) de malla.
- 50 11. El composite (10) de la reivindicación 10, en el que el revestimiento define una superficie de retención y una abertura configurada para facilitar un flujo de fluido dentro del material (30) cementoso, o en el que el revestimiento

comprende un revestimiento elastómero que tiene un grosor de entre 0,07 milímetros y 2 milímetros.

12. El composite (10) de la reivindicación 10, en el que el revestimiento incluye una superficie exterior y un hueco tridimensional que se extiende desde la superficie exterior hacia dentro del material (30) cementoso, en el que, en particular, el hueco tridimensional es uno de forma cónica y de forma tetraédrica.

5 13. Un método para fabricar un material (10) de composite cementoso, comprendiendo el método:

proporcionar una capa (40) de malla que tiene un primer lado y un segundo lado y que incluye una pluralidad de fibras (42) discontinuas dispuestas en una configuración no tejida y acopladas entre sí, y dispuesta en por lo menos una de una lámina y un rollo, en el que el volumen dentro de la capa (40) de malla y entre la pluralidad de fibras (42) no tejidas discontinuas define un espacio (44) abierto;

10 proporcionar una membrana (50) acoplada al primer lado de la capa (40) de malla;

disponer un material (30) cementoso que comprende partículas (32) cementosas dentro del espacio (44) abierto de la capa (40) de malla; y colocar una capa (20) de contención a lo largo de dicho segundo lado de la capa (40) de malla

15 14. El método de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente formar una perforación dentro de la capa (20) de contención con por lo menos uno de una punta, un láser (180) pulsado, y un haz (180) de electrones.

15 15. El método de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente pulverizar la capa (20) de contención sobre el segundo lado de la capa (40) de malla, o acoplar la capa (20) de contención a la pluralidad de fibras (42) no tejidas usando por lo menos uno de un adhesivo, un procedimiento de soldadura, y un procedimiento de fusión.

20 16. El método de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente compactar el material (30) cementoso dentro de la capa (40) de malla usando por lo menos uno de un sistema (135) vibratorio, un rodillo (137) de compactación, y una placa de prensa, adicionalmente, en particular, que comprende acoplar una primera membrana a un reborde de un segundo composite con uno de un adhesivo, un procedimiento de soldadura, un procedimiento de fusión, y que adicional y preferentemente comprende colocar una capa (40) de malla entre una capa de un primer composite y una capa del segundo composite.

25 17. El método de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente unir dos materiales de composite acoplando una primera membrana a una capa de un segundo composite.

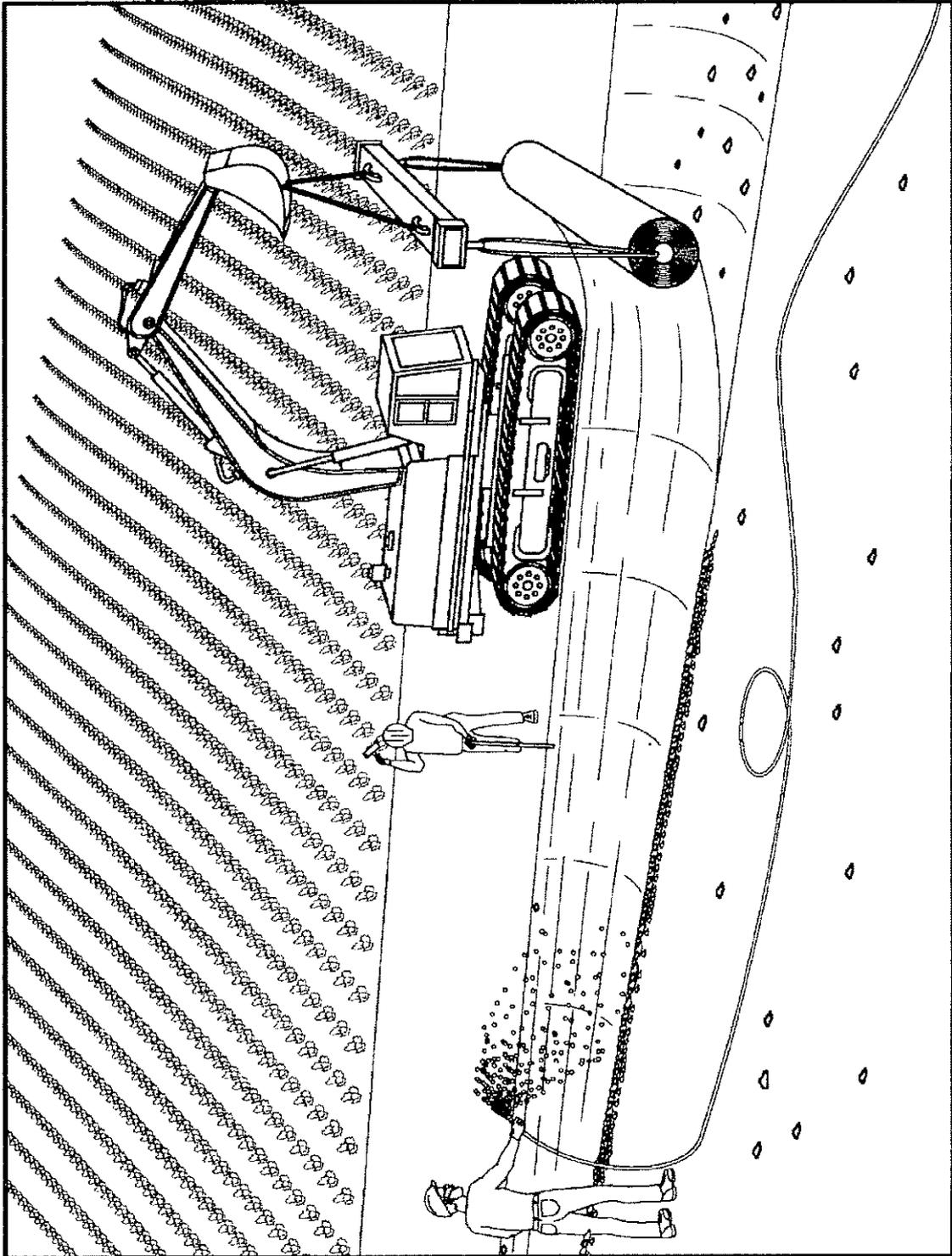


FIG. 1

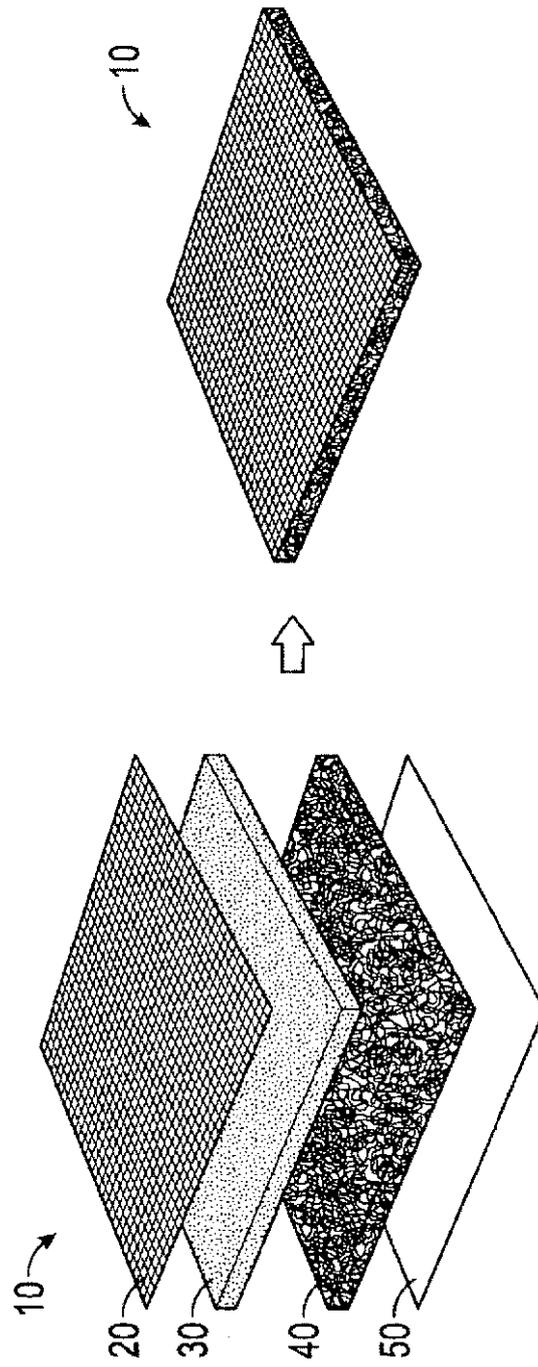


FIG. 2

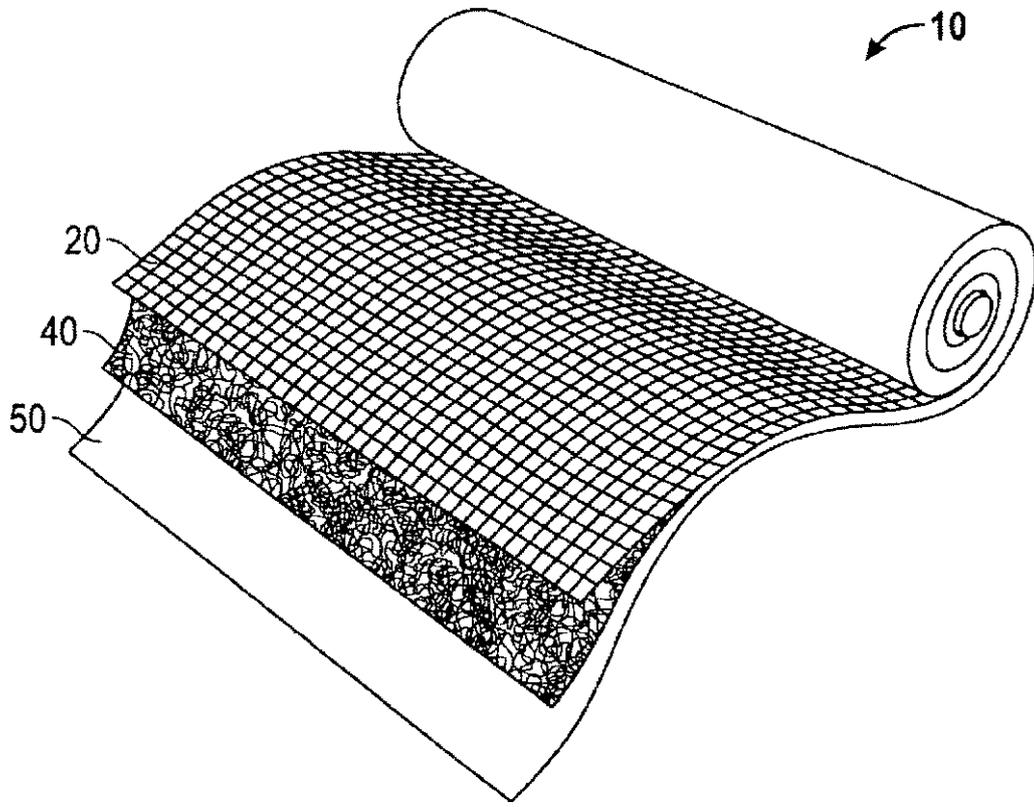


FIG. 3

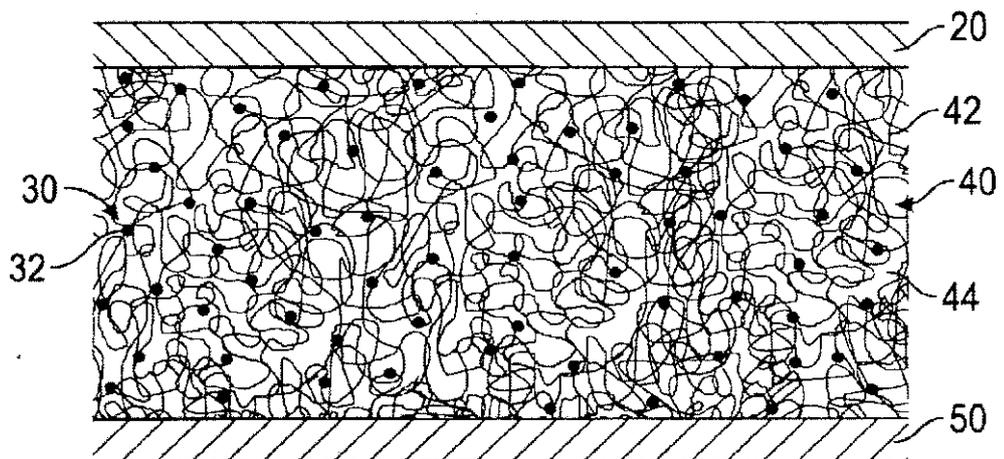


FIG. 4

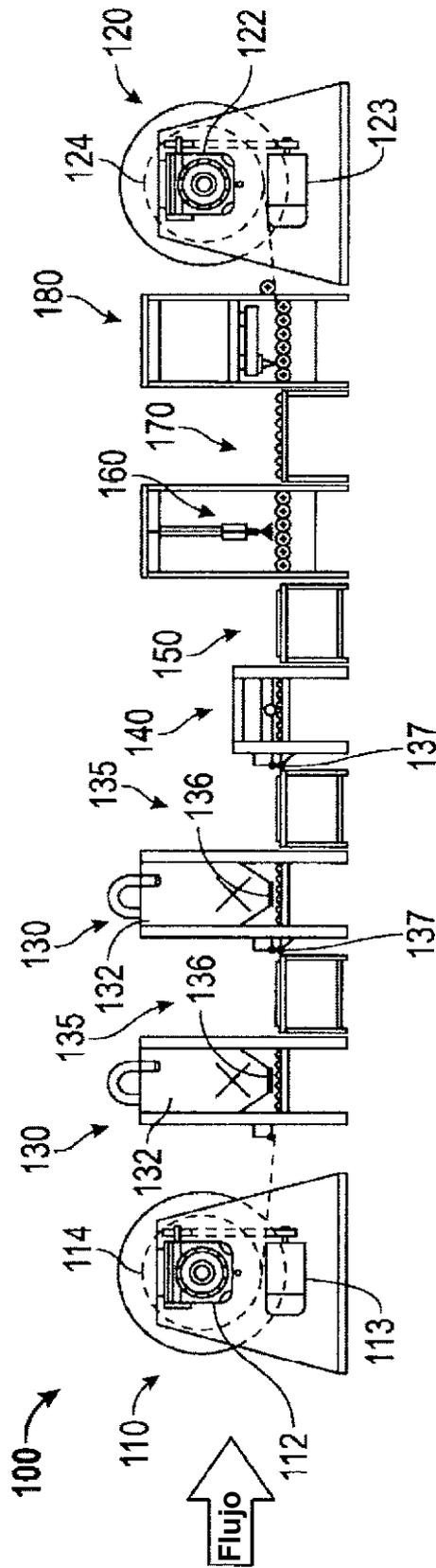


FIG. 5

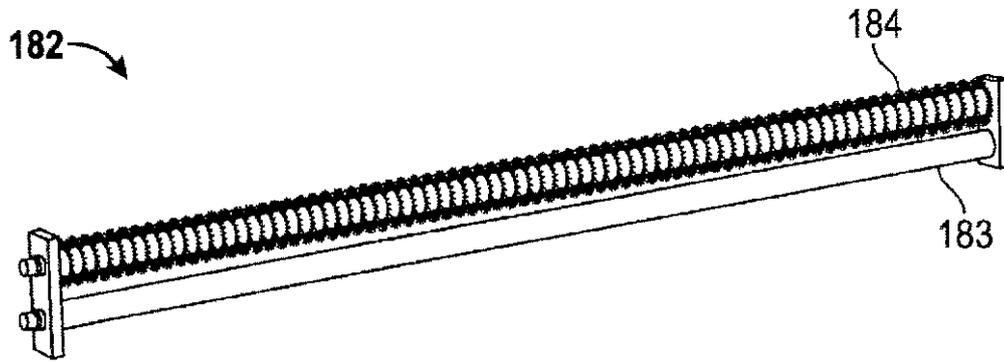


FIG. 6

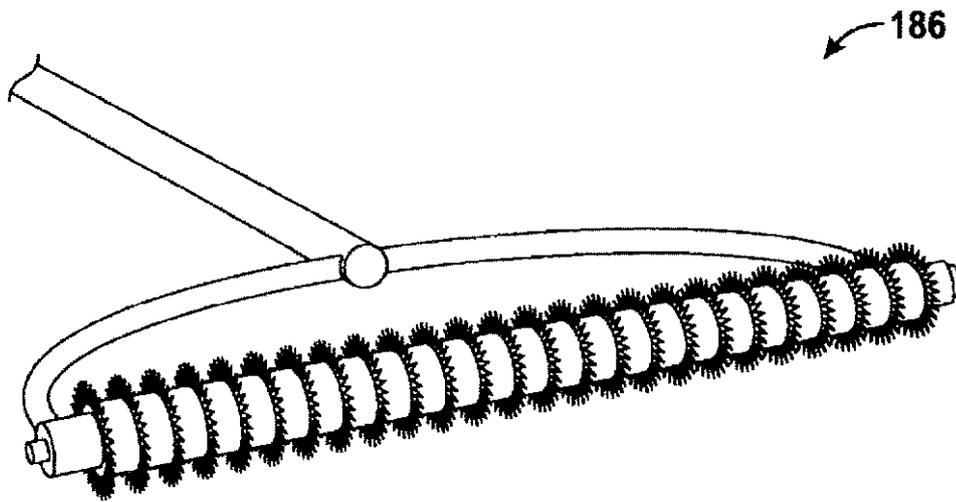


FIG. 7

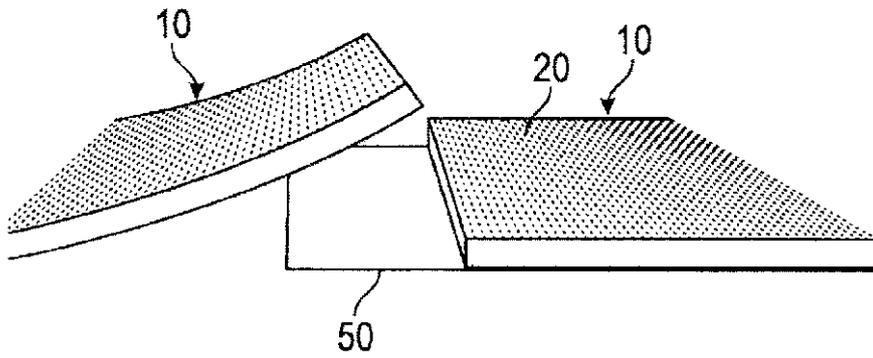


FIG. 8A

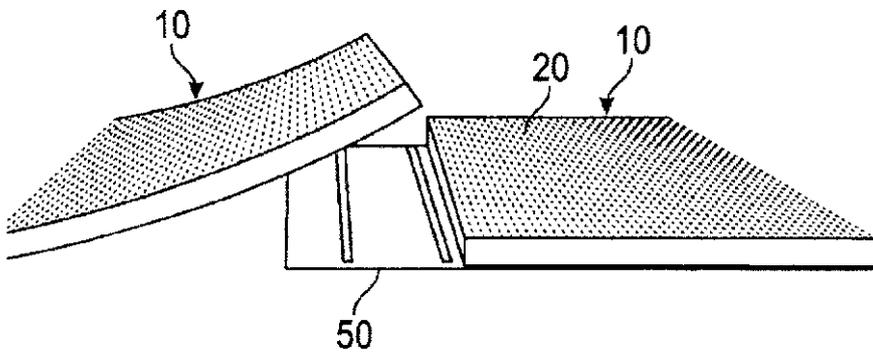


FIG. 8B

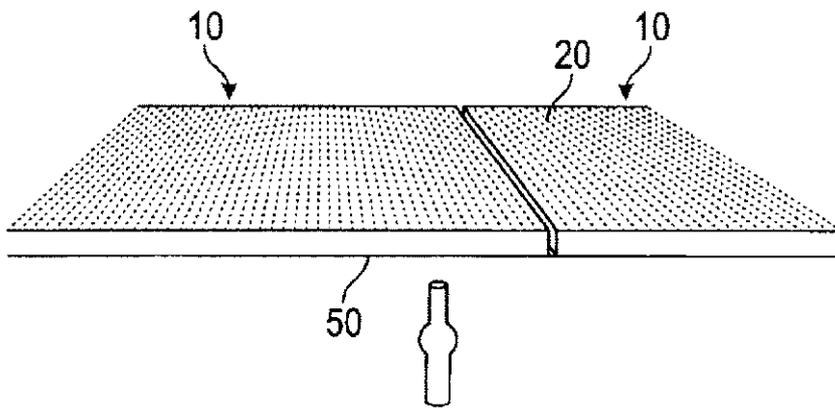


FIG. 8C

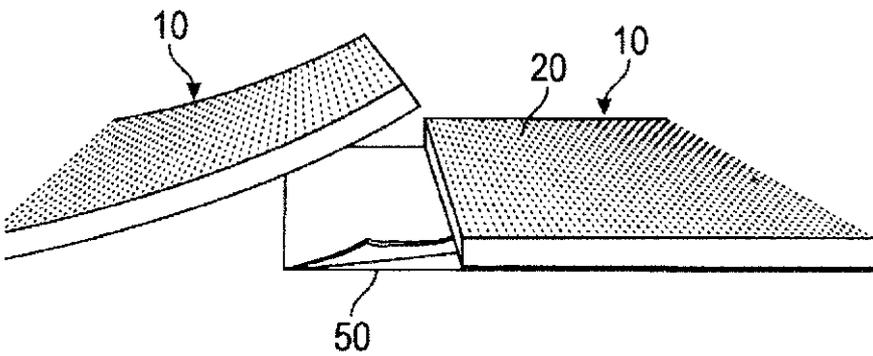


FIG. 8D

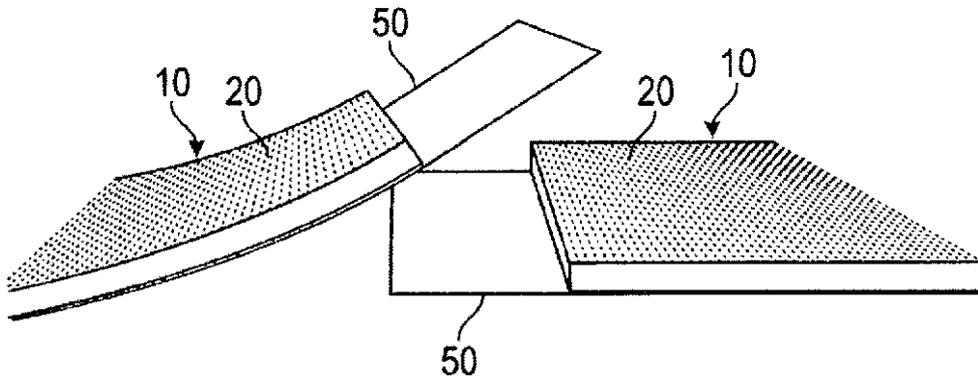


FIG. 9A

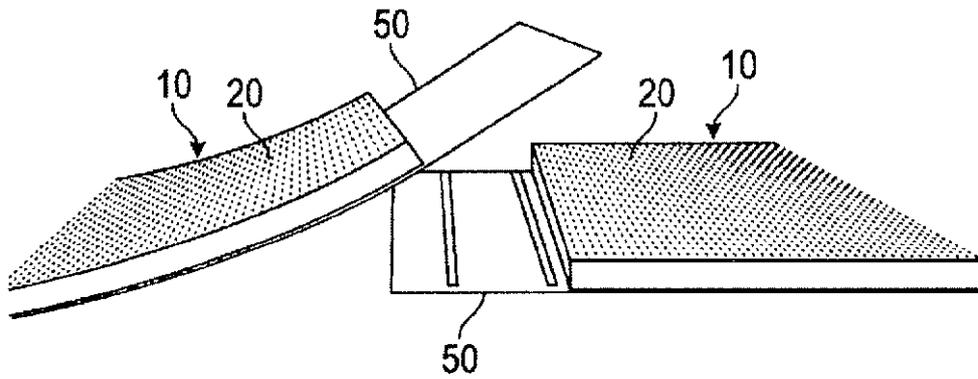


FIG. 9B

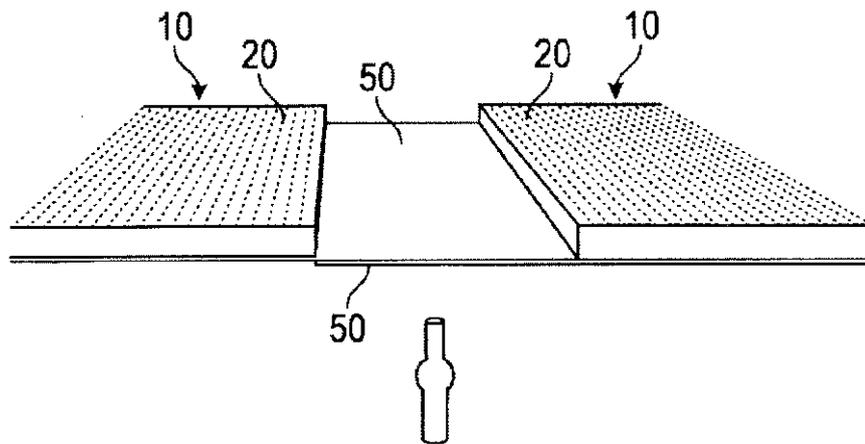


FIG. 9C

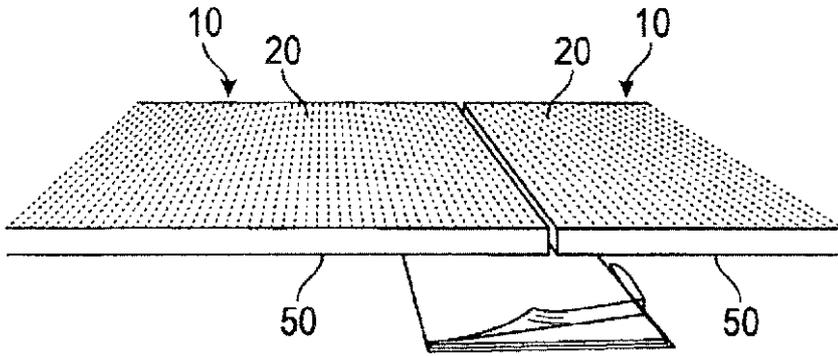


FIG. 10A

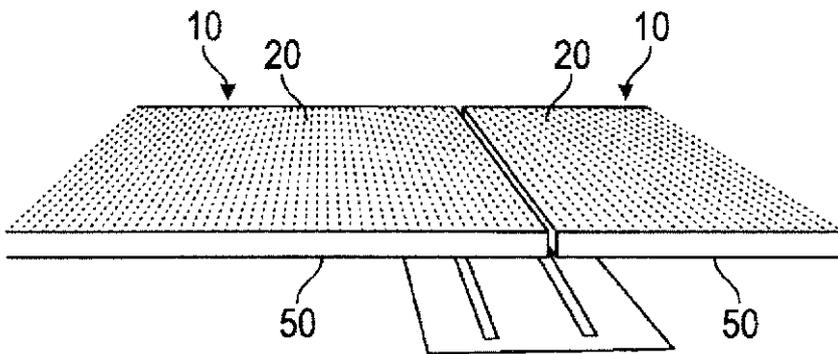


FIG. 10B

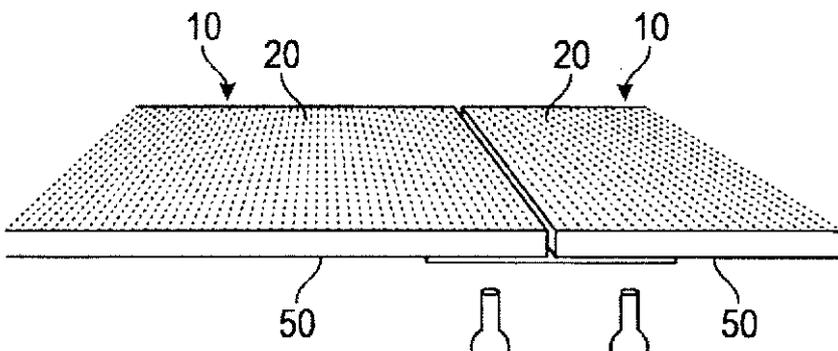


FIG. 10C

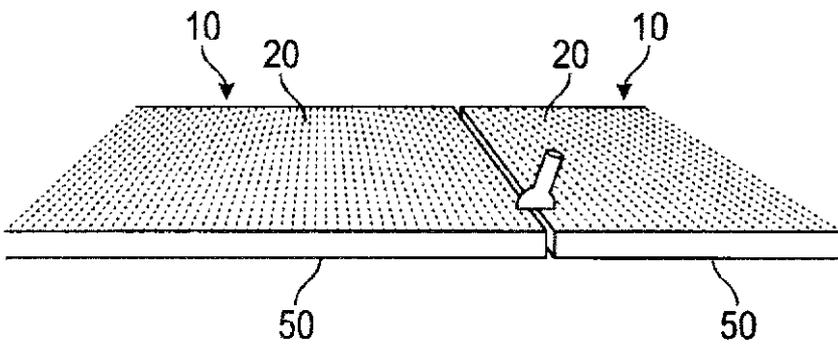


FIG. 10D

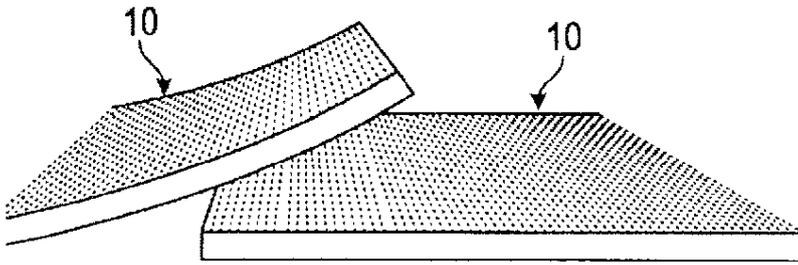


FIG. 11A

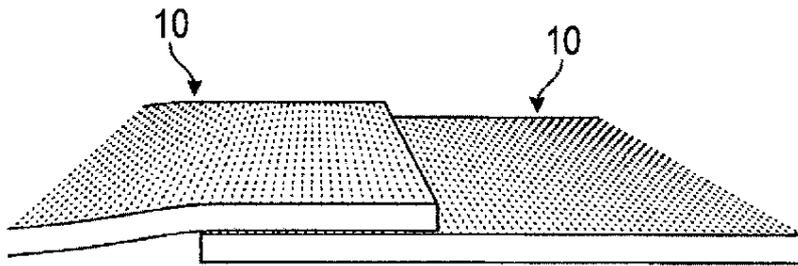


FIG. 11B

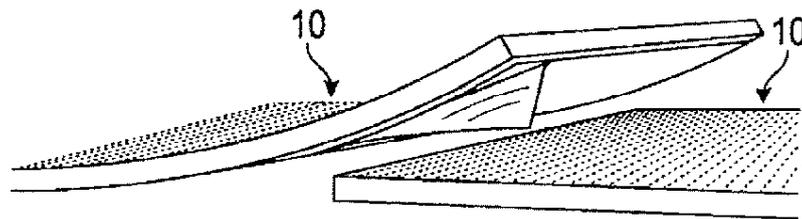


FIG. 11C

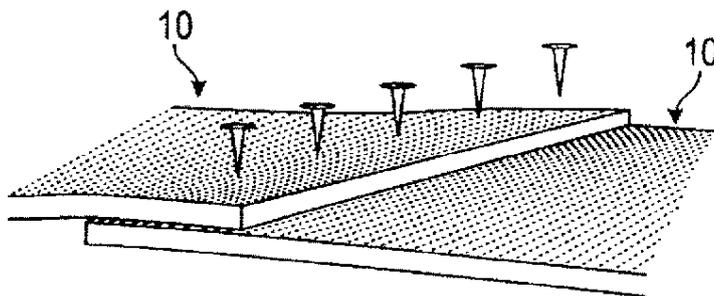


FIG. 11D

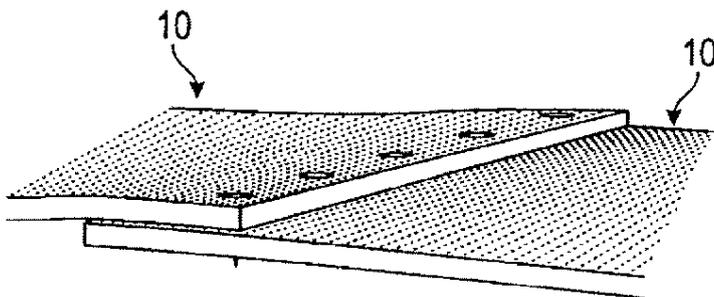


FIG. 11E

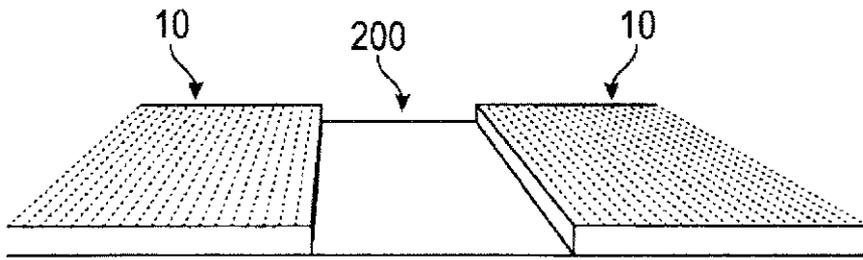


FIG. 12A

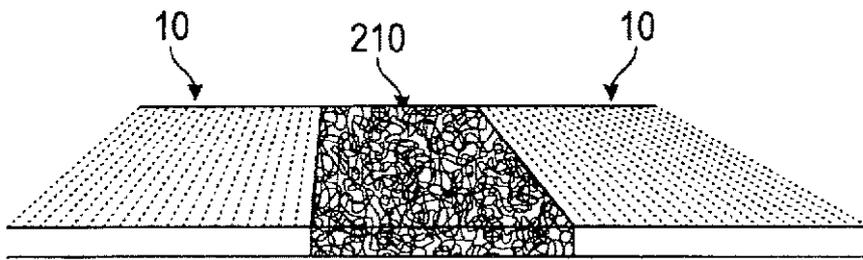


FIG. 12B

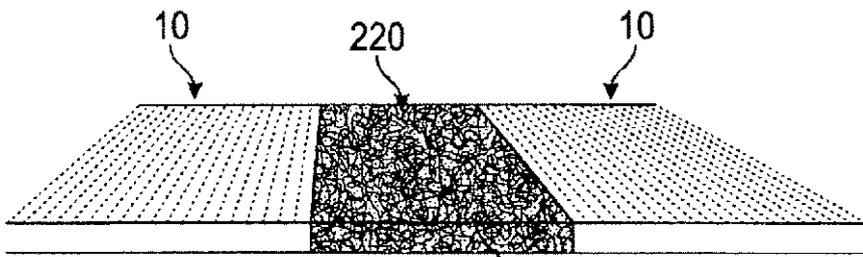


FIG. 12C

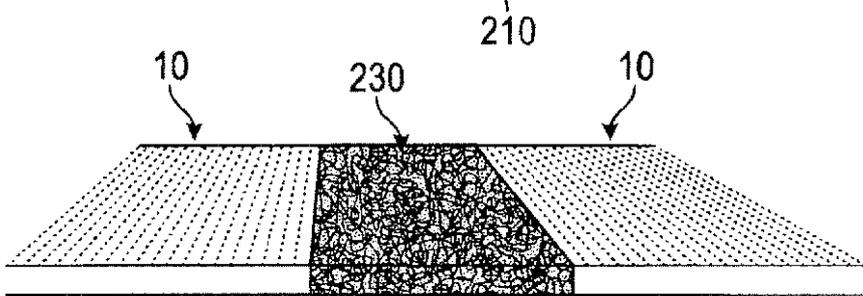


FIG. 12D

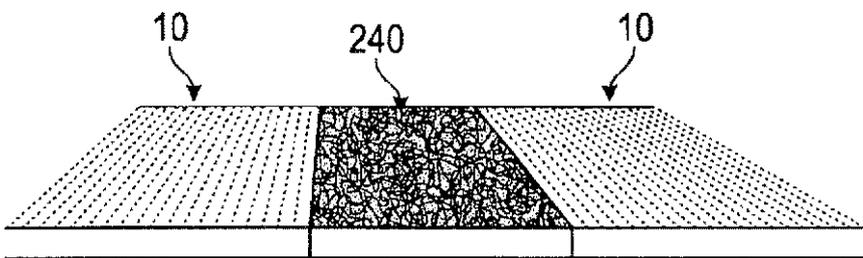


FIG. 12E

