

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 782**

51 Int. Cl.:

F28F 21/06 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
F28F 3/02 (2006.01)
B29C 43/00 (2006.01)
B29C 51/00 (2006.01)
F28F 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2017 PCT/IB2017/054466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18020392**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2017 E 17780515 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3488171**

54 Título: **Elemento de intercambiador de entalpía, intercambiador de entalpía que comprende dichos elementos y método para su producción**

30 Prioridad:

25.07.2016 EP 16020276

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

24.10.2023

73 Titular/es:

**ZEHNDER GROUP INTERNATIONAL AG (50.0%)
Moortalstrasse 1
5722 Gränichen, CH y
SYMPATEX TECHNOLOGIES GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HIRSCH, CHRISTIAN;
BRANDT, STEFAN;
BIER, CHRISTIAN y
MAYERSHOFER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 951 782 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

Elemento de intercambiador de entalpía, intercambiador de entalpía que comprende dichos elementos y método para su producción

5 La presente invención se refiere a elementos de intercambiador de entalpía y a intercambiadores de entalpía que comprenden dichos elementos. Además, la invención da a conocer un método para producir tales elementos de intercambiador de entalpía e intercambiadores de entalpía.

10 Es bien conocido el uso de diferentes tipos de intercambiadores de calor para diferentes propósitos. Por lo general, los intercambiadores de calor se utilizan para recuperar energía térmica de un fluido o medio para dar otro. Este tipo de energía térmica se denomina energía sensible. La energía térmica o energía sensible de un fluido, normalmente aire, se recupera para dar otro que discurre adyacente, por ejemplo, paralelo, a contracorriente o a contraflujo, al primero donde el fluido se encuentra a menor temperatura. Al invertir los flujos de fluido, el intercambio entre los dos generará un fluido más frío. Los intercambiadores de calor utilizados para la recuperación de energía sensible suelen estar hechos de elementos metálicos o poliméricos. Existen diferentes tipos, ya que puede haber configuraciones de flujo cruzado, flujo paralelo o contraflujo. Los elementos definen canales de flujo entre ellos para que los fluidos puedan fluir entre los elementos. Dichos dispositivos se utilizan, por ejemplo, en ventilación residencial y comercial (HRV).

20 Otro tipo de intercambiadores de energía se refiere a la llamada energía latente que incluye la humedad del aire. Para intercambiar la energía latente es conocido el uso de sustratos de metal o polímero revestidos con desecante o membranas hechas de celulosa o polímero impregnado con desecante. Entre placas hechas de celulosa o polímero, se definen o crean pasajes de aire para permitir que los fluidos pasen a lo largo de la superficie de las placas, transfiriendo así la humedad de un fluido a otro. Como las membranas normalmente no tienen resistencia estructural, se conoce combinar las membranas con armazones o rejillas que definen así espacios entre las membranas.

25 En el caso de una combinación de los anteriores, es decir, intercambio de calor e intercambio de humedad, los intercambiadores de energía se denominan intercambiadores de entalpía. Esos intercambiadores de entalpía permiten el intercambio de energía sensible y latente, lo que resulta en una recuperación total de energía.

30 Los materiales de membrana disponibles actualmente se entregan por cilindro. El material de la membrana es la parte más crítica de un intercambiador de entalpía. La membrana debe fijarse y sellarse a una especie de rejilla o armazón y disponerse de manera que permita que un fluido fluya entre cada capa de membrana. Por lo tanto, es obvio que los intercambiadores de entalpía de la técnica conocida son un compromiso. Normalmente perderán en el intercambio de energía sensible para ganar en el intercambio de energía latente como resultado del alcance selectivo y las características de las membranas utilizadas actualmente.

35 Tal intercambiador de entalpía es construido a partir de elementos respectivos, por ejemplo en el documento internacional WO 02/072242 A1. Sobre rejillas, se colocan respectivas membranas hechas de fibras. Las rejillas que contienen una membrana o espaciadores entre membranas adyacentes, es decir, espaciadores y membranas en secuencia alterna, se grapan o apilan, alterando así la dirección de las placas para crear diferentes direcciones de flujo de aire. El documento EP 2 829 836 A1 da a conocer un método para producir elementos de intercambiador de entalpía sin que el elemento laminar sea un material textil.

45 Teniendo en cuenta el estado de la técnica mencionado, un objeto de la invención es proporcionar elementos de intercambiador de entalpía e intercambiadores de entalpía, así como un método para su producción que permita la creación de intercambiadores de entalpía en donde se incremente la eficiencia tanto del intercambio de energía sensible como del intercambio de energía latente en cada elemento de intercambiador de entalpía y en donde se reduce el coste de fabricación de los elementos de intercambiador de entalpía y de los intercambiadores de entalpía fabricados con tales elementos.

Otro objeto de la invención es proporcionar elementos de intercambiador de entalpía e intercambiadores de entalpía con una alta área específica de intercambio de vapor de agua, así como un método para su producción.

55 Para lograr este objeto, la invención proporciona un método para producir elementos de intercambiador de entalpía que comprende las etapas de

- a) proporcionar un elemento laminar permeable al aire;
- b) laminar al menos un lado del elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua; y
- 60 c) formar el elemento laminar laminado para dar una forma deseada que exhibe un patrón de ondulación tridimensional.

65 Como resultado, se obtiene un elemento de intercambiador de entalpía que permite tanto la transferencia de calor como de moléculas de agua en forma de vapor a través del elemento desde un lado del elemento hasta el otro lado del elemento en casi toda la superficie del elemento que ahora tiene un área de intercambio específica más alta que

tales elementos en la técnica anterior. Por el contrario, las moléculas más grandes o menos polares que las moléculas de agua, como el dióxido de carbono y las moléculas relacionadas con el olor, no pueden atravesar el elemento. Además, el elemento laminar y el material de barrera transmisible selectivamente por vapor de agua laminados en al menos un lado del elemento laminar se forman para dar la forma ondulada deseada usando solo una etapa de formación ("formación en una etapa"). Así, en el elemento de intercambiador de entalpía según la invención, la eficiencia de transferencia de energía total (es decir, sensible más latente) aumenta por un lado mientras que el coste de fabricación se reduce por otro lado.

Alternativamente, la secuencia de etapas b) y c) en el método puede cambiarse, es decir, formar el elemento laminar (aún no laminado) para dar una forma deseada que muestre un patrón de ondulación tridimensional y luego laminar al menos un lado del elemento laminar formado con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua ("formación en dos etapas").

En particular, el método para producir elementos de intercambiador de entalpía puede comprender una etapa de corte después de la etapa de laminación b). Preferiblemente, durante las etapas a) y b) un material de banda permeable al aire, normalmente proporcionado al desenrollarlo de un rodillo, y una película de polímero delgada, normalmente proporcionada por extrusión de película, se unen en la etapa de laminación b) por fusión térmica y/o o encolado, con el fin de preparar una banda continua hermética al aire que comprende una capa de soporte continua permeable al aire laminada con una película de polímero delgada continua hermética al aire con características de transmisión de vapor de agua.

A la etapa de laminación b) le sigue la etapa de corte.

En una primera variante, la etapa de corte puede ser una etapa intermedia adicional entre la etapa de laminación b) y la etapa de formación c). Preferiblemente, la banda laminada continua se corta primero para dar elementos laminados independientes que comprenden una capa de soporte permeable al aire laminada con una película de polímero delgada hermética al aire continua con características de transmisión de vapor de agua. A continuación, cada uno de los elementos laminados se forma para dar una forma deseada que muestra un patrón de ondulación tridimensional. En otras palabras, la banda laminada continua se alimenta primero a través de una estación de corte que comprende una herramienta de corte y luego a través de una estación de formación que comprende una herramienta de formación.

En una segunda variante, la etapa de corte puede ser una etapa adicional dentro de la etapa de formación c), es decir, una parte de la etapa de formación. Preferiblemente, la banda laminada continua se corta y se forma simultáneamente para dar elementos laminados independientes que comprenden una capa de soporte permeable al aire laminada con una película de polímero delgada hermética al aire continua con características de transmisión de vapor de agua y que tiene una forma deseada que muestra un patrón de ondulación tridimensional. En otras palabras, la banda laminada continua se alimenta a través de una estación combinada de corte y formación que comprende una herramienta de corte y una herramienta de formación. Preferiblemente, la herramienta de corte y la herramienta de formación están asociadas entre sí, preferiblemente acopladas entre sí. Pueden acoplarse rígidamente entre sí o acoplarse elásticamente entre sí. Como primera alternativa, la herramienta de corte y la herramienta de formación pueden tener una relación posicional de manera que durante la etapa combinada de corte y formación la herramienta de corte se acopla con la banda laminada antes de que la herramienta de formación se acople a la banda laminada. Como segunda alternativa, la herramienta de corte y la herramienta de formación pueden tener una relación posicional de manera que durante la etapa combinada de corte y formación la herramienta de corte se acopla con la banda laminada al mismo tiempo que la herramienta de formación se acopla con la banda laminada. Como tercera alternativa, la herramienta de corte y la herramienta de formación pueden tener una relación posicional de manera que durante la etapa combinada de corte y formación la herramienta de corte se acopla con la banda laminada después de que la herramienta de formación se acople a la banda laminada.

Características de transmisión de vapor de agua significa una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos 500 g/m²/24h, preferiblemente de al menos 1000 g/m²/24h, aún más preferiblemente de al menos 1500 g/m²/24h y la más preferida de al menos 2000 g/m²/24h, medidas utilizando el método de la copa vertical según la norma ASTM E 96-66 B modificada; modificaciones: T_{agua}= 30° C, T_{aire}= 21° C, humedad re.= 60 %, flujo de aire = 2m/s.

La etapa c) de formar el elemento laminar laminado para dar una forma deseada que exhibe un patrón de ondulación tridimensional puede incluir una primera etapa c1) y una segunda etapa c2).

La etapa c1) comprende formar un primer patrón de ondulación o reforzar el patrón de ondulación con ondulaciones que se extienden en una primera dirección y que tienen una estructura relativamente fina. El primer patrón de ondulación puede tener un perfil periódico sinusoidal, rectangular o triangular. Preferiblemente, este primer perfil periódico del primer patrón de ondulación tiene un período de 0,5 mm a 2 mm y una amplitud de 0,5 mm a 1 mm. El primer patrón de ondulación puede comprender protuberancias adyacentes. Puede haber un espacio entre las protuberancias vecinas, es decir, el espacio del elemento laminar laminado o aún no laminado entre las protuberancias vecinas es una región sustancialmente plana y las protuberancias vecinas pueden sobresalir en la misma dirección o en direcciones opuestas desde el elemento laminar. La altura o profundidad así como el ancho de estas protuberancias

ubicadas individualmente pueden ser de 0,2 mm a 1 mm. El espaciado de protuberancias puede ser de 1 a 10 veces el ancho de la protuberancia.

Esta primera etapa opcional c1) contribuye a la rigidez general del elemento de intercambiador de entalpía.

La etapa c2) comprende formar un segundo patrón de ondulación o patrón de ondulación principal con ondulaciones que se extienden en una segunda dirección y que tienen una estructura relativamente gruesa que define la geometría de sección transversal del canal de la placa del intercambiador de calor. Nuevamente, el segundo patrón de ondulación puede tener un perfil periódico sinusoidal, rectangular o triangular, pero con dimensiones mayores que el primer patrón de ondulación. Preferiblemente, este segundo perfil periódico del segundo patrón de ondulación tiene un período de 2 mm a 10 mm y una amplitud de 2 mm a 10 mm.

Como resultado, la primera etapa opcional c1) y la necesaria segunda etapa c2) proporcionan un elemento de intercambiador de entalpía con doble ondulación y rigidez mejorada.

La primera dirección, es decir, la dirección de las protuberancias del primer patrón de ondulación, forma un ángulo con respecto a la segunda dirección, es decir, la dirección de las protuberancias del segundo patrón de ondulación, preferiblemente un ángulo de 45 ° a 90 °, más preferiblemente un ángulo de 85 ° a 90 ° y lo más preferiblemente alrededor de 90 °.

El material laminar del elemento laminar puede comprender un polímero, preferiblemente un polímero termoplástico. Así, el elemento laminar se presta, por ejemplo, al procesamiento térmico en la etapa de formación c). Preferiblemente, se seleccionan como polímero termoplástico poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), viscosa o poliéster, tal como tereftalato de polietileno (PET), o copoliéster. Preferiblemente, el polímero del material laminar no incluye ningún plastificante. El polímero del material laminar puede incluir un biocida (bactericida y/o fungicida).

En una realización preferida, el elemento laminar es un material textil, preferiblemente un material textil no tejido. El material textil puede incluir solo material textil termoplástico o una combinación de material textil termoplástico y fibras termoestables o una combinación de fibras termoplásticas y una resina o una combinación de fibras termoplásticas y fibras inorgánicas. Lo más preferiblemente, el material textil incluye fibras multicomponente o bicomponente junto con fibras termoestables y/o termoplásticas estándar. Preferiblemente, el material textil incluye más del 50 % en peso de fibras multicomponente o bicomponente y puede incluir únicamente fibras multicomponente o bicomponente. Además, el material textil puede incluir fibras metálicas y/o fibras de mecha que proporcionen una alta conductividad térmica junto con una resistencia mecánica y una alta acción capilar ("conductividad de humedad"), respectivamente. Las fibras inorgánicas pueden ser fibras de vidrio, fibras de carburo de silicio o cualquier fibra mineral.

Alternativamente, el elemento laminar es un material textil tejido, preferiblemente con una estructura anisotrópica y propiedades anisotrópicas resultantes de la misma. Por ejemplo, el material textil tejido puede tener fibras de polímero más gruesas en una primera dirección de fibra y fibras de polímero más delgadas en una segunda dirección de fibra. La segunda dirección de fibra puede estar entre 90 ° y 100 °, preferiblemente alrededor de 90 °, con respecto a la primera dirección de fibra. Debido a que las fibras de polímero son más gruesas en la primera dirección de fibra, el material textil tejido anisotrópico puede resistir más estiramientos a lo largo de la primera dirección de fibra sin debilitarse mecánicamente (o incluso dañarse) que a lo largo de la segunda dirección de fibra con fibras de polímero más delgadas.

Alternativamente, el elemento laminar puede comprender un material textil no tejido que puede tener una estructura anisotrópica y propiedades anisotrópicas resultantes de la misma, y un material textil tejido, preferiblemente que tiene una estructura anisotrópica y propiedades anisotrópicas resultantes de la misma.

El elemento laminar puede comprender fibras de refuerzo adicionales para proporcionar resistencia extra. Estas fibras de refuerzo pueden ser al menos una de fibras metálicas, fibras de carbono o fibras de polímero termoplástico. Las fibras de refuerzo pueden extenderse en una primera dirección general dentro del elemento laminar. Preferiblemente, las fibras de refuerzo no son rectas. En particular, pueden tener un patrón similar a una onda, por ejemplo, con un patrón plano triangular o sinusoidal, preferiblemente con periodos de 1 mm a 3 mm y amplitudes de 1 mm a 3 mm. Alternativamente, pueden tener una forma rizada, por ejemplo, una forma helicoidal, preferiblemente con un diámetro de hélice inferior a 1 mm.

Las fibras de refuerzo pueden ser fibras continuas o fibras cortadas con una longitud mínima de 5 mm. Las fibras metálicas se pueden seleccionar de fibras de aluminio, cobre, plata o acero que tengan un diámetro entre 10 µm y 200 µm, preferiblemente entre 20 µm y 100 µm.

Preferiblemente, la primera dirección general del patrón similar a una onda y/o la forma rizada de las fibras de refuerzo forman un ángulo con respecto a la dirección del segundo patrón de ondulación que define la geometría de sección transversal del canal de la placa del intercambiador de calor. Preferiblemente, forman un ángulo de 45 ° a 90 °, más preferiblemente un ángulo de 85 ° a 90 ° y lo más preferiblemente un ángulo de aproximadamente 90 ° entre sí.

5 Durante la etapa c) o en particular durante las etapas c1) y c2), pero principalmente durante la etapa c2), las fibras de refuerzo no rectas se enderezan. En particular, el patrón similar a una onda y/o la forma rizada se estira y, por lo tanto, su perfil se aplana, es decir, la amplitud del patrón similar a una onda se reduce y su período aumenta y/o el diámetro de la forma rizada/helicoidal se reduce. se reduce y su período (o paso) aumenta. Una vez que las fibras no rectas de carbono y/o metal se hayan enderezado por completo, se evitará que el elemento laminar se estire adicionalmente a lo largo de la primera dirección general.

10 Además, si el elemento laminar se calienta más allá de la temperatura de reblandecimiento de las fibras de polímero termoplástico antes o durante la etapa c) o, en particular, antes o durante las etapas c1) y/o c2), las fibras termoplásticas se deformarán por estiramiento local y/o flexión. Después de la etapa de formación c) o las etapas de formación c1) y c2), la deformación permanente de las fibras de polímero termoplástico contribuirá a la estabilidad dimensional, es decir, la retención de la forma, del elemento de intercambiador de entalpía.

15 Preferiblemente, si se incluyen fibras de carbono dentro del elemento laminar, se extienden a lo largo de la segunda dirección del segundo patrón de ondulación (principal). Por lo tanto, durante la etapa de formación c) o durante la subetapa de formación c2), las fibras de carbono no experimentarán ninguna flexión. Sin embargo, contribuyen a la resistencia general del elemento laminar antes y después de la etapa de formación c) o c2).

20 Preferiblemente, si se incluyen fibras de metal dentro del elemento laminar, pueden extenderse a lo largo de cualquier dirección dentro del elemento laminar. Por lo tanto, durante la etapa de formación c) o durante la subetapa de formación c2), las fibras metálicas se flexionarán en condiciones de deformación en frío del metal incluso si el elemento laminar se calienta más allá de la temperatura de reblandecimiento de las fibras de polímero termoplástico. Después de la etapa de formación c) o las etapas de formación c1) y c2), la deformación permanente de las fibras metálicas contribuirá a la estabilidad dimensional, es decir, la retención de la forma, del elemento de intercambiador de entalpía.

25 Preferiblemente, las fibras del material textil tienen diámetros de fibra entre 1 μm y 40 μm , más preferiblemente entre 3 μm y 40 μm y lo más preferiblemente entre 5 μm y 20 μm . Como resultado, cuando el material textil se lamina con la película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua en la etapa de laminación b), las fibras del material textil en contacto directo con la película de polímero delgada cubrirán solo una pequeña parte de la superficie de la película de polímero delgada, minimizando así cualquier bloqueo de la película de polímero delgada. Además, incluso si no se deforma permanentemente como se describe anteriormente para las fibras de polímero termoplástico o las fibras metálicas, cualquier fibra de material textil que experimente una flexión elástica durante la etapa c) tendrá un alto grado de flexibilidad que ayuda a que la etapa de formación c) sea más fácil de realizar.

35 Preferiblemente, las fibras o filamentos de material textil dentro del elemento laminar y en particular aquellos en una superficie no laminada del elemento laminar, pueden tener densidades de masa lineales (pesos de filamento) entre 1 y 10 dtex (1 tex = 1 g/1000 m; 1 dtex = 1 g/10000m). Estas fibras finas exhiben un fuerte efecto absorbente que las alea para transportar la humedad más rápido. Además, cuando se usan en la superficie de lámina o en ambas superficies de lámina, proporcionan una superficie más suave y menos abrasiva. Primero, esto ayuda a reducir el riesgo de daño a una capa de membrana funcional adyacente muy delgada laminada a la superficie respectiva. En segundo lugar, esto ayuda a evitar la formación de cualquier capa de límite de aire en una superficie laminar no laminada.

45 Las fibras del material textil pueden tener secciones transversales sustancialmente circulares, triangulares u ovaladas. Además, las fibras del material textil pueden tener secciones transversales tipo X o en forma de estrella. El material textil puede incluir fibras que tengan diferentes secciones transversales, preferiblemente elegidas entre los tipos de secciones transversales mencionados.

50 Además, el material textil puede incluir un impregnante superficial, preferiblemente un polímero termoplástico o termoestable, para mejorar la estabilidad estructural después de la etapa de formación. Además o como alternativa, el material textil puede incluir un impregnante de superficie que puede reticularse después de la etapa de formación c), preferiblemente una resina que puede curarse mediante radiación UV después de la etapa de formación c).

55 El material textil o el elemento de intercambiador de entalpía puede incluir una capa tratada hidrofólicamente en uno de sus lados y una película de polímero delgada en el otro lado, es decir, una sola impregnación que repela el agua.

60 Esto se puede lograr laminando solo un lado del material textil con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua en la etapa b) y dotando al otro lado del material textil de un tratamiento de hidrofobización antes, durante o después de la etapa de laminación b). El tratamiento de hidrofobización se puede llevar a cabo incluso después de la etapa de formación c).

65 Preferiblemente, el tratamiento de hidrofobización del material textil se realiza antes de la etapa de laminación b) es decir, antes, durante o después de la etapa a). Esto evita que la película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua se vuelva hidrófoba accidentalmente en su superficie orientada hacia el material textil.

El material textil o el elemento de intercambiador de entalpía puede incluir una capa tratada hidrofóbicamente en ambos lados y una película de polímero delgada en el interior que se extiende entre y “en paralelo” a la primera capa tratada hidrofóbicamente y a la segunda capa tratada hidrofóbicamente del material textil o el elemento de intercambiador de entalpía, es decir, una doble impregnación repelente al agua.

5

Esto se puede lograr mediante las siguientes etapas:

Primero, proporcionar a un lado de un primer material textil o todo el primer material textil un tratamiento de hidrofobización antes, durante o después de cualquier etapa de laminación b).

10

En segundo lugar, proporcionar a un lado de un segundo material textil o todo el segundo material textil con un tratamiento de hidrofobización antes, durante o después de cualquier etapa de laminación b).

15

Tercero, laminar un lado del primer material textil con un primer lado de una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua.

20

Cuarto, laminar un lado del segundo material textil con un segundo lado de la película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua produciendo una estructura intercalada que tiene la película de polímero delgada intercalada entre el primer material textil y el segundo material textil.

Finalmente, según la etapa c), este elemento laminar laminado que tiene una estructura tipo intercalada de primer material textil/película delgada/segundo material textil se forma para dar una forma deseada que exhibe el patrón de ondulación tridimensional.

25

Preferiblemente, las etapas tres y cuatro se llevan a cabo al mismo tiempo, es decir, colaminando o laminando en una sola etapa el primer material textil y el segundo material textil con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua que produce la estructura intercalada con la película de polímero delgada intercalada entre las dos láminas de material textil.

30

Preferiblemente, el tratamiento de hidrofobización del primer material textil y/o del segundo material textil se realiza antes de cualquier etapa de laminación b) es decir, antes, durante o después de la etapa a). Nuevamente, esto evita que cualquier película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua se vuelva accidentalmente hidrofóbica en su superficie orientada hacia el material textil, es decir, el primer material textil o el segundo material textil.

35

En su lugar, el tratamiento de hidrofobización del primer material textil y/o del segundo material textil puede llevarse a cabo después de la etapa de formación c).

40

El elemento laminar podrá estar compuesto por una capa de tejido que comprenda cualquiera de las combinaciones de fibras mencionadas en el párrafo anterior. Alternativamente, el elemento laminar puede estar compuesto por varias, preferiblemente dos o tres, capas apiladas de material textil unidas entre sí y comprendiendo cada una combinación de fibras diferente de las mencionadas en el párrafo anterior.

45

Las varias capas apiladas de material textil pueden tener diferentes pesos de filamento. Pueden comprender una primera capa que tiene filamentos relativamente finos, por ejemplo, 1 a 10 dtex, y una segunda capa que tiene filamentos relativamente gruesos, por ejemplo, 10 a 40 dtex.

50

Preferiblemente, la segunda capa con los filamentos más gruesos o más pesados se une a la película de polímero delgada (membrana), proporcionando una pequeña área de contacto directo entre la superficie del elemento laminar y la película de polímero delgada adherida al mismo, aumentando así el área superficial activa de la membrana de la película de polímero delgada. Preferiblemente, al menos una parte de los filamentos más pesados son fibras bicomponente que permiten unir la película de polímero delgada a la superficie del elemento laminar con menos pegamento o sin pegamento.

55

Alternativamente, dependiendo del tipo de filamentos, puede ser ventajoso si la primera capa con filamentos más finos se pone en contacto y se adhiere a la película de polímero delgada (membrana), proporcionando una superficie lisa en la superficie de contacto entre el elemento laminar y la película de polímero delgada que no dañe la película de polímero durante la etapa de formación c) de formar el patrón de ondulación o durante la subetapa de formación c2) de formar el segundo patrón de ondulación o durante el uso final.

60

Independientemente de su posición dentro del elemento laminar, la segunda capa con filamentos más pesados o más gruesos proporcionará una capa abierta y altamente permeable al aire y al vapor del elemento laminar.

65

Además, el elemento laminar puede comprender fibras o filamentos finos con fuertes propiedades absorbentes para mejorar el transporte de humedad a través del elemento laminar. Preferiblemente, los filamentos o fibras finos, cuando

ES 2 951 782 T3

se miden según DIN 53924, muestran alturas ascendentes de al menos 30 a 60 mm después de 30 segundos y más preferiblemente alturas ascendentes de al menos 40 a 60 mm después de 30 segundos.

5 Si la formación en la etapa c) o en la etapa c2) se realiza mediante formación al vacío con el apoyo de una herramienta de plegado superior, el elemento laminar puede tener una estructura asimétrica en todo su espesor. En particular, puede tener una capa con filamentos relativamente finos en el lado de aspiración, proporcionando una buena replicación de la geometría del molde, y filamentos relativamente gruesos orientados hacia la herramienta de plegado superior, proporcionando la resistencia estructural requerida al elemento laminar.

10 El elemento laminar puede comprender una capa de material textil no tejido y una capa de material textil tejido unidas entre sí. Preferiblemente, el material textil tejido tiene una estructura anisotrópica y propiedades mecánicas anisotrópicas resultantes de la misma, como se describe anteriormente.

15 Una parte de las fibras dentro del elemento laminar, preferiblemente del 5 al 60 % en peso, pueden ser fibras huecas. Una parte de las fibras dentro del elemento laminar, preferiblemente del 20 al 70 % en peso, pueden ser fibras bicomponente. Estas fibras de dos componentes pueden tener secciones transversales circulares y/o no circulares.

20 Una parte de las fibras dentro del elemento laminar, preferiblemente del 5 al 60 % en peso, pueden ser fibras hidrofílicas que muestran fuertes propiedades de absorción para aumentar el transporte de humedad. Preferiblemente, dichas fibras absorbentes son hidrófilas en su superficie e hidrófobas en su centro.

25 Una parte de las fibras dentro del elemento laminar, preferiblemente del 5 al 30 % en peso, pueden ser fibras absorbentes de agua, preferiblemente hidropolímeros, para crear un amortiguador de agua para el exceso de humedad.

El elemento laminar puede tener una superficie texturizada y/o una estructura de rejilla integrada.

30 Como resultado, este tipo de elemento laminar cubrirá un área superficial mínima de la película de polímero delgada adyacente unida al elemento laminar. La estructura de rejilla integrada puede ser el primer patrón de ondulación de refuerzo o descrito anteriormente formado en la primera etapa de formación c1).

Además o como alternativa a las medidas descritas anteriormente para aumentar la resistencia estructural del elemento laminar,

35 1) hidroentrelazado y/o hilado; y/o
2) texturizado superficial; y/o
3) integración de una estructura de rejilla con un patrón adaptado a la geometría del segundo patrón o patrón de ondulación principal se puede aplicar al elemento laminar aún no laminado antes de la laminación posterior.

40 Además o como alternativa a las medidas descritas anteriormente para aumentar la resistencia estructural y la capacidad de formación del elemento laminar, el elemento laminar se puede fabricar con una distribución de fibra anisótropa que proporcione una mayor resistencia general del elemento laminar y/o una mayor resistencia en una dirección preferida del elemento laminar. En particular, como se mencionó anteriormente, la distribución de fibras anisotrópicas puede ser proporcionada por al menos una de fibras de carbono, fibras metálicas o fibras de polímero termoplástico incluidas en al menos una de las varias capas del elemento laminar.

50 Preferiblemente, las fibras de metal y/o fibras de polímero termoplástico están orientadas en una relación casi ortogonal con respecto a la segunda dirección del segundo patrón de ondulación (principal) o pueden extenderse a lo largo de cualquier dirección dentro del elemento laminar. Preferiblemente, las fibras de carbono están orientadas en paralelo a la segunda dirección del segundo patrón de ondulación (principal).

55 La etapa de laminación b) puede comprender la unión, preferiblemente la unión por calor, soldadura y/o pegado, de la película de polímero delgada al elemento laminar. Preferiblemente, se usa un adhesivo termoplástico (adhesivo de fusión en caliente), un adhesivo termoendurecible o un adhesivo curable por UV para la unión entre la película de polímero y el elemento laminar.

60 En una realización preferida, la película de polímero delgada es una membrana monolítica, es decir, una membrana sin poros que exhibe un mecanismo de transporte de difusión en solución para moléculas de agua individuales. Preferiblemente, esta membrana monolítica tiene un alargamiento máximo entre el 100 % y el 300 %, más preferiblemente entre el 150 % y el 200 %.

65 En una realización preferida adicional, la película de polímero delgada es una película multicapa que comprende una secuencia de capas de polímero de diferentes tipos de polímeros. Por lo tanto, con unos pocos tipos de polímeros dados, se pueden diseñar y producir películas de polímero delgadas de diferentes características de transmisión de vapor de agua.

Preferiblemente, el tipo de polímero de cada capa de polímero se selecciona del grupo que consiste en poliéter éster, poliéter amida y poliéter uretano.

5 Preferiblemente, el grosor total de la película multicapa de polímero delgada está entre 5 μm y 200 μm , más preferiblemente entre 10 μm y 150 μm .

El espesor de cada capa de polímero individual dentro de la película multicapa de polímero delgada puede estar entre 1 μm y 20 μm , preferiblemente entre 4 μm y 20 μm y lo más preferiblemente entre 4 μm y 15 μm .

10 En general, la(s) película(s) de polímero o la(s) capa(s) de polímero deben ser lo más delgadas posible para velocidades de transporte elevadas. En la configuración del elemento de intercambiador de entalpía según la invención, la capa limitante para el transporte de vapor de agua es el elemento laminar tridimensional situado al lado del laminado de polímero o entre los dos laminados de polímero. Para lograr resistencia mecánica y robustez del/de los laminado(s) por un lado y altas tasas de transporte por otro lado, se elige una configuración con un espesor de película de polímero (laminado) entre 1 μm y 20 μm , preferiblemente entre 4 μm y 20 μm y lo más preferiblemente entre 4 μm y 15 μm . Además, el elemento laminar tridimensional es lo más delgado posible y lo más permeable posible. Preferiblemente, el elemento laminar es un material textil que tiene un espesor entre 200 μm y 600 μm , preferiblemente entre 300 μm y 500 μm . Preferiblemente, el elemento laminar es un material textil que tiene una parte de volumen de fibras entre el 10 % y el 65 % del volumen del material textil, preferiblemente entre el 20 % y el 50 % del volumen del material textil.

20 Preferiblemente, el/los polímero(s) termoplástico(s) de la película de polímero delgada no incluye(n) ningún plastificante. En su lugar, la película de polímero delgada puede incluir un biocida (bactericida y/o fungicida). El biocida ayudará a prevenir el crecimiento de bacterias y hongos en el polímero y así conseguir periodos de funcionamiento más prolongados sin limpieza.

25 Como se mencionó anteriormente con respecto al polímero termoplástico, la etapa de formación c) puede ser una etapa de plisado o una etapa de termoformado, preferiblemente una etapa de formación al vacío. En la etapa de termoformado se proporciona al menos una primera parte de molde (por ejemplo, una herramienta inferior) que tiene primeras formaciones de ondulación que definen conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento de intercambiador de entalpía que se va a fabricar. Además de la al menos primera parte de molde, una segunda parte de molde (por ejemplo, la herramienta superior) que tiene segundas formaciones de ondulación complementarias a las primeras formaciones de ondulación y/o un vacío de formación que define conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento de intercambiador de entalpía que se va a fabricar, se proporciona(n) en la etapa de termoformado.

30 Preferiblemente, antes de la operación de formación real del elemento laminar laminado a una temperatura de formación específica predeterminada de la primera parte de molde o a temperaturas de formación específicas predeterminadas de las partes de molde primera y segunda, el elemento laminar laminado se precalienta a una temperatura de precalentamiento unos pocos grados por debajo de la temperatura de formación, preferiblemente a una temperatura de precalentamiento entre 5 K y 30 K por debajo de su temperatura de formación, más preferiblemente entre 10 K y 20 K por debajo de su temperatura de formación. Para el plisado, la temperatura de precalentamiento de la lámina laminada puede ser menor. Preferiblemente, para el plisado, la temperatura de precalentamiento es de 10 K a 40 K por debajo de la temperatura de formación, más preferiblemente entre 15 K y 30 K por debajo de la temperatura de formación de la lámina laminada.

35 Preferiblemente, antes de la etapa de formación, la lámina laminada se precalienta en todo su espesor hasta una temperatura de precalentamiento uniforme. Esto permite que todas las fibras de polímero se calienten cerca de su temperatura de reblandecimiento o fusión. Preferiblemente, el material textil dentro de la lámina laminada comprende fibras multicomponente que tienen un primer material polimérico en su superficie y un segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente y teniendo el primer material polimérico un punto de fusión o reblandecimiento más bajo que el segundo material polimérico. Preferiblemente, las fibras multicomponente son fibras bicomponente.

40 Preferiblemente, al menos las fibras multicomponente comprenden un material polimérico que tiene grupos funcionales polares. Más preferiblemente, al menos el primer material polimérico en la superficie de las fibras multicomponente comprende grupos funcionales polares. Alternativamente, solo el primer material polimérico en la superficie de las fibras multicomponente comprende grupos funcionales polares.

45 Preferiblemente, cuando se incluyen fibras multicomponente en la lámina laminada, la temperatura de precalentamiento de la lámina laminada es una temperatura entre el punto de fusión o punto de reblandecimiento del primer material polimérico de las fibras multicomponente en su superficie y el punto de fusión o punto de reblandecimiento del segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente.

50 Alternativamente, cuando se incluyen fibras multicomponente en la lámina laminada, la temperatura de precalentamiento de la lámina laminada es una temperatura entre el punto de fusión del primer material polimérico de

las fibras multicomponente en su superficie y el punto de fusión del segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente

5 Preferiblemente, la temperatura de formación es proporcionada por las partes de molde primera y/o segunda calentadas internamente.

10 Preferiblemente, la temperatura de precalentamiento se proporciona exponiendo la lámina laminada aún no formada a radiación electromagnética (por ejemplo, a frecuencias infrarrojas o de microondas) y/o a ondas mecánicas (por ejemplo, a frecuencias ultrasónicas).

15 La invención también proporciona un elemento de intercambiador de entalpía, preferiblemente producido utilizando el método definido en los párrafos anteriores, que incluye un elemento laminar y un patrón de ondulación predeterminado, en el que se lamina una primera película de polímero delgada en un primer lado del elemento laminar y/o una segunda película de polímero delgada se lamina en un segundo lado del elemento laminar, teniendo ambas películas de polímero delgadas características de transmisión de vapor de agua.

20 La primera película de polímero delgada y la segunda película de polímero delgada pueden ser idénticas entre sí. Si se laminan ambos lados del elemento laminar, se obtiene un elemento de intercambiador de entalpía que tiene excelentes propiedades higiénicas. Si solo se lamina un lado del elemento laminar, el polímero termoplástico del material laminar preferiblemente se somete a un tratamiento de hidrofobización y/o incluye un biocida (bactericida y/o fungicida) y nuevamente, se obtiene un elemento de intercambiador de entalpía que tiene excelentes propiedades higiénicas.

25 La primera película de polímero delgada y la segunda película de polímero delgada pueden ser diferentes una con respecto a otra. Esto proporciona libertad adicional para ajustar y optimizar las características de transferencia de calor y humedad del elemento de intercambiador de entalpía.

30 Finalmente, la invención proporciona un intercambiador de entalpía que tiene al menos tres elementos de intercambio de entalpía en forma de lámina o placa como se define en cualquiera de los párrafos anteriores, que se apilan y se fijan entre sí con sus respectivos patrones de ondulación en orientación ortogonal o paralela para formar trayectorias de fluido ortogonales o paralelas que permitan que los fluidos fluyan a su través. Los elementos de intercambiador de entalpía individuales pueden fijarse entre sí y sellarse mediante soldadura, preferiblemente mediante soldadura por pinzamiento o soldadura por láser, y/o pegado, preferiblemente mediante epoxi.

35 Para lograr este objeto, la invención proporciona un método para producir un intercambiador de entalpía que comprende las etapas de

- 40 a) proporcionar un elemento laminar permeable al aire;
- b) laminar al menos un lado del elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
- c) formar el elemento laminar laminado para dar una forma deseada que exhibe un patrón de ondulación tridimensional;
- d) repetir las etapas a), b) y c) para producir una pluralidad de elementos laminares laminados y formados que exhiben un patrón de ondulación tridimensional;
- 45 e) apilar la pluralidad de elementos laminares laminados y formados; y
- f) fijar los elementos laminares laminados y formados apilados entre sí.

50 En una primera variante, los elementos laminares laminados y formados se apilan de manera que los patrones de ondulación de los elementos adyacentes en la pila sean paralelos entre sí. Como resultado, se obtiene un intercambiador de entalpía a contracorriente.

55 En una primera variante, los elementos laminares laminados y formados se apilan de manera que los patrones de ondulación de elementos adyacentes en la pila sean ortogonales entre sí. Como resultado, se obtiene un intercambiador de entalpía de flujo cruzado.

Preferiblemente, el método comprende las etapas de

- 60 a1) proporcionar un primer elemento laminar permeable al aire;
- b1) laminar al menos un lado del primer elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
- c1) formar el primer elemento laminar laminado para dar una primera forma deseada que exhibe un primer patrón de ondulación tridimensional;
- d1) repetir las etapas a1), b1) y c1) para producir una pluralidad de elementos laminares de primer tipo laminados y formados que exhiben un primer patrón de ondulación tridimensional;
- 65 a2) proporcionar un segundo elemento laminar permeable al aire;

- b2) laminar al menos un lado del segundo elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
- c2) formar el segundo elemento laminar laminado para dar una segunda forma deseada que exhibe un segundo patrón de ondulación tridimensional;
- d2) repetir las etapas a2), b2) y c2) para producir una pluralidad de elementos laminares de segundo tipo laminados y formados que exhiben un segundo patrón de ondulación tridimensional;
- e) apilar la pluralidad de elementos laminares de primer tipo y elementos laminares de segundo tipo laminados y formados para obtener una pila con elementos laminares de primer tipo y elementos laminares de segundo tipo alternos; y
- f) fijar los elementos laminares laminados y formados apilados entre sí.

Preferiblemente, los elementos laminares de primer tipo tienen una primera forma y los elementos laminares de segundo tipo tienen una segunda forma complementaria a la primera forma. En particular, los elementos laminares de primer tipo son elementos laminares de mano derecha y los elementos laminares de segundo tipo son elementos laminares de mano izquierda.

En la siguiente descripción, dos realizaciones no limitativas de la invención se describen con más detalle a continuación con referencia a los dibujos, en los que:

- La figura 1 es una representación esquemática del método para producir elementos de intercambiador de entalpía según la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática de un intercambiador de entalpía según la invención o una parte del mismo que incluye una pluralidad de elementos de intercambiador de entalpía según la invención;
- la figura 3 es una micrografía SEM (microscopio electrónico de barrido) de una vista en sección transversal de una parte de un producto intermedio producido durante el método para producir un elemento de intercambiador de entalpía según la invención;
- la figura 4 es una micrografía SEM de una vista en sección transversal de una parte de un elemento de intercambiador de entalpía producido por el método según la invención;
- la figura 5 es una micrografía SEM similar a la de la figura 3 que muestra una vista en sección transversal a mayor escala de una parte más pequeña de un producto intermedio producido durante el método para producir un elemento de intercambiador de entalpía según la invención;
- la figura 6 es una micrografía SEM similar a la de la figura 4 que muestra una vista en sección transversal a menor escala de una parte más grande de un elemento de intercambiador de entalpía producido por el método según la invención;
- la figura 7 es una vista en perspectiva esquemática que muestra un elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de una primera realización según la invención;
- la figura 8 es una vista en planta esquemática que muestra el elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de la primera realización según la invención;
- la figura 9 es una vista en perspectiva esquemática que muestra un elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda de una segunda realización según la invención;
- la figura 10 es una vista en planta esquemática que muestra el elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda de la segunda realización según la invención;
- la figura 11 es una vista en perspectiva esquemática que muestra un elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de la segunda realización según la invención;
- la figura 12 es una vista en planta esquemática que muestra el elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de la segunda realización según la invención; y
- la figura 13 es una vista en planta esquemática que muestra un par de elementos laminares de intercambiador de entalpía apilados uno encima del otro, siendo uno el elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda mostrado en la figura 10 y siendo el otro el elemento laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha mostrado en la figura 12.

En la figura 1, se muestra una representación esquemática del método para producir elementos de intercambiador de entalpía según la invención. Se muestran las secciones transversales de los productos intermedios, es decir, los resultados de cada una de las etapas S1, S2 y S3.

En una primera etapa S1, se proporciona un elemento 1 laminar permeable al aire que tiene huecos o aberturas 2.

En una segunda etapa S2, ambos lados 1a, 1b del elemento 1 laminar se laminan con una película 3, 4 de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua.

En una tercera etapa S3, el elemento 1 laminar laminado se forma para dar una forma deseada que exhibe un patrón 5 de ondulación tridimensional.

El elemento 2 laminar es un material textil no tejido que incluye únicamente fibras termoplásticas o una combinación de fibras termoestables y fibras termoplásticas. El material textil puede incluir fibras bicomponente junto con fibras termoestables y/o termoplásticas estándar.

La película 3, 4 de polímero delgada es una película multicapa que puede comprender una secuencia (no mostrada) de capas de polímero de diferentes tipos de polímeros.

5 La etapa S3 de formación es una etapa de termoformado, preferiblemente una etapa de formación al vacío. Al menos una primera parte de molde (por ejemplo, herramienta inferior, no mostrada) que tiene primeras formaciones de ondulación que definen conjuntamente el patrón 5 de ondulación predeterminado del elemento E, E' de intercambiador de entalpía a fabricar, se usa en la etapa S3 de termoformado. Además de la al menos primera parte de molde, una
10 segunda parte de molde (por ejemplo, herramienta superior, no mostrada) que tiene segundas formaciones de ondulación complementarias a las primeras formaciones de ondulación y/o un vacío de formación que define conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento E, E' de intercambiador de entalpía a fabricar, se utiliza(n) en la etapa S3 de termoformado.

15 El elemento E de intercambiador de entalpía resultante que tiene una primera película 3 de polímero delgada en el primer lado 1a del elemento 1 laminar y una segunda película 4 de polímero delgada en el segundo lado 1b del elemento 1 laminar comprende una estructura 5 ondulada con partes 5a comprimidas alternas y partes 5b comprimidas/estiradas. La parte 5a comprimida se extiende en una primera dirección (dirección horizontal en la figura 1) y las partes 5b comprimidas/estiradas se extienden en una segunda dirección diferente de la primera dirección. Preferiblemente, el ángulo α entre la primera dirección y la segunda dirección en el patrón 5 de ondulación del elemento
20 E de intercambiador de entalpía está entre 90° y 120° , preferiblemente entre 95° y 105° , un ejemplo del cual se muestra en la figura 1 Alternativamente, a diferencia del ejemplo mostrado en la figura 1, el ángulo α entre la primera dirección y la segunda dirección en el patrón 5 de ondulación del elemento E de intercambiador de entalpía está entre 80° y 90° , preferiblemente entre 85° y 90° .

25 En la figura 2, se muestra una representación esquemática de un intercambiador E1-E2-E3 de entalpía de primer tipo o un intercambiador E1'-E2'-E3' de entalpía de segundo tipo según la invención. El primer tipo E1-E2-E3 incluye una pluralidad de elementos E1, E2, E3 de intercambiador de entalpía en donde la primera película 3 de polímero delgada y la segunda película 4 de polímero delgada (figura 1) son películas del mismo tipo. El segundo tipo E1'-E2'-E3' incluye una pluralidad de elementos E1', E2', E3' de intercambiador de entalpía en donde la primera película 3 de polímero
30 delgada y la segunda película 4 de polímero delgada (figura 1) son películas de diferentes tipos que incluyen el caso en el que una de las dos películas 3, 4 tiene espesor cero, es decir, el elemento de intercambiador de entalpía tiene solo una película 3 o 4 de polímero delgada en un lado 1a o 1b del elemento 1 laminar.

35 En la figura 2, no se muestran las paredes exteriores del alojamiento/embalaje del intercambiador E1-E2-E3 o E1'-E2'-E3' de entalpía. Las partes de entrada/salida de aire (no mostradas) del intercambiador E1-E2-E3 o E1'-E2'-E3' de entalpía están dotadas de patrones de distribución de aire de manera que la dirección del flujo de aire en los conductos de aire adyacentes en el intercambiador E1-E2-E3 o E1'-E2'-E3' de entalpía están en direcciones opuestas, como lo muestra el símbolo O que indica el flujo de aire hacia el espectador y el símbolo X que indica el flujo de aire que se aleja del espectador.

40 La figura 3 muestra una micrografía SEM (microscopio electrónico de barrido) de una vista en sección transversal de un elemento 1 laminar permeable al aire laminado en su lado 1a superior con una primera película 3 de polímero delgada y laminado en su lado 1b inferior con una segunda película 4 de polímero delgada como resultado de la etapa b) del método según la invención.

45 La etapa de laminación b) puede comprender unión, preferiblemente unión por calor y/o pegado, de las películas 3, 4 de polímero delgadas al elemento 1 laminar. Se puede usar un adhesivo termoplástico (adhesivo termofusible) para la unión entre la película 3 y 4 de polímero y el elemento 1 laminar.

50 El elemento 1 laminar es un material textil no tejido que comprende una pluralidad de fibras 6. Las fibras 6 pueden ser solo fibras termoplásticas o una combinación de fibras termoestables y/o fibras minerales por un lado y fibras termoplásticas por otro lado. Lo más preferiblemente, el material textil incluye fibras multicomponente o bicomponente junto con fibras termoestables y/o termoplásticas estándar. Como se puede ver mejor al comparar la figura 3 con la
55 figura 4, las fibras 6 del elemento 1 laminar de material textil no tejido que se muestra en la figura 3 están menos densamente embaladas que las fibras 6 del elemento 1 laminar de material textil no tejido del elemento de intercambiador de entalpía mostrado en la figura 4.

60 La figura 4 muestra una micrografía SEM de una vista en sección transversal de una parte de un elemento E de intercambiador de entalpía producido al formar el elemento 1 laminar laminado de la figura 3 para dar una forma deseada que exhibe un patrón de ondulación tridimensional como resultado de la etapa c) del método según la invención.

65 La etapa de formación c) puede ser una etapa de plisado o una etapa de termoformado, preferiblemente una etapa de formación al vacío. Al menos una primera parte de molde (por ejemplo, herramienta inferior, no mostrada) que tiene primeras formaciones de ondulación que definen o definen conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento E, E' de intercambiador de entalpía a fabricar, se proporciona y se utiliza en la etapa de termoformado.

Además de la al menos primera parte de molde, una segunda parte de molde (por ejemplo, herramienta superior, no mostrada) que tiene segundas formaciones de ondulación complementarias a las primeras formaciones de ondulación y/o un vacío de formación que define conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento E, E' de intercambiador de entalpía a fabricar, puede proporcionarse en la etapa de termoformado.

5 La primera parte de molde (por ejemplo, herramienta inferior) puede comprender boquillas u orificios pasantes conectados neumáticamente a una fuente de vacío que proporciona un vacío para la etapa de formación de vacío.

10 Además de la primera parte de molde y/o la segunda parte de molde usada en la etapa de formación c), preferiblemente para soportar la acción de vacío en la etapa de formación al vacío, se pueden proporcionar boquillas conectadas a una fuente de aire a presión. Estas boquillas pueden proporcionarse en las proximidades, preferiblemente adyacentes a, la primera parte de molde y/o la segunda parte de molde. Preferiblemente, la fuente de aire a presión comprende un dispositivo de calentamiento de aire para calentar el aire a presión.

15 El uso combinado de la primera herramienta y la fuente de vacío en la etapa de termoformado c) puede complementarse con la segunda herramienta y/o la fuente de aire a presión, preferiblemente con un dispositivo de calentamiento de aire. Como resultado, utilizando al menos algunos de estos complementos, un elemento 1 laminar laminado con una primera película 3 de polímero delgada y una segunda película 4 de polímero delgada opcional se puede presionar con más fuerza contra las primeras formaciones de ondulación de la primera parte de molde, produciendo así un elemento E de intercambiador de entalpía con una mejor copia de las primeras formaciones de ondulación de la primera parte de molde que define o define conjuntamente el patrón de ondulación predeterminado del elemento E de intercambiador de entalpía a fabricar.

20 El elemento 1 laminar del elemento E de intercambiador de entalpía tiene sus fibras 6 mucho más densamente embaladas que el elemento 1 laminar de la figura 3. Durante la etapa de plisado o termoformado c), el elemento 1 laminar de material textil con su primera película 3 de polímero delgada y su segunda película 4 de polímero delgada se comprime y se calienta. Al menos las fibras termoplásticas o las fibras multicomponente o bicomponente de la pluralidad de fibras 6 se reblandecen o se funden parcialmente durante la etapa de plisado o termoformado c).

25 Como resultado, después del enfriamiento y endurecimiento de las fibras termoplásticas o las fibras multicomponente o bicomponente de la pluralidad de fibras 6, el elemento 1 laminar de material textil con su primera película 3 de polímero delgada y su segunda película 4 de polímero delgada se transforma para dar un elemento E de intercambiador de entalpía según la invención con una estructura de fibra más compacta en el elemento 1 laminar de material textil y con un patrón de ondulación tridimensional.

30 La figura 5 muestra una micrografía SEM similar a la de la figura 3 que muestra una vista en sección transversal a mayor escala de una parte más pequeña del elemento 1 laminar de material textil permeable al aire laminado en su lado 1a superior con la primera película 3 de polímero delgada y laminado en su lado 1b inferior con la segunda película 4 de polímero delgada como resultado de la etapa b) del método según la invención.

35 La figura 6 muestra una micrografía SEM similar a la de la figura 4 que muestra una vista en sección transversal a menor escala de una parte más grande del elemento E de intercambiador de entalpía producido por el método según la invención.

40 La figura 7 y la figura 8 son una vista en perspectiva esquemática y una vista en planta esquemática, respectivamente, de un elemento PR laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de una primera realización según la invención. El elemento PR de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene una región de flujo PF paralelo/contraflujo que comprende la ondulación 5, una primera región CF1 de flujo cruzado aguas arriba de la región PF de flujo paralelo/contraflujo, y una segunda región CF2 de flujo cruzado aguas abajo de la región de flujo PF paralelo/contraflujo. Una pluralidad de dichos elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha se apilan con una pluralidad de elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda (no mostrados) para formar una pila de intercambiadores de entalpía alternando elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda.

45 En una vista en planta, las regiones CF1 y CF2 de flujo cruzado primera y segunda están delimitadas por una línea de contorno triangular, es decir, tienen una forma triangular. Cada región CF1 y CF2 de flujo cruzado comprende una pluralidad de paredes 15 y 16 de guiado de aire, respectivamente. Las paredes 15 de guiado de aire son sustancialmente paralelas entre sí y sustancialmente paralelas a un lado de la forma triangular de la primera región CF1 de flujo cruzado. De manera similar, las paredes 16 de guiado de aire son sustancialmente paralelas entre sí y paralelas a un lado de la forma triangular de la segunda región CF2 de flujo cruzado. Las paredes 15 de guiado de aire de la primera región CF1 de flujo cruzado y las paredes 16 de guiado de aire de la segunda región CF2 de flujo cruzado se extienden ambas en una dirección que forma un ángulo β de aproximadamente 45° con la dirección de las ondulaciones 5 de la región PF de flujo paralelo/contraflujo. Como resultado, en la pila de intercambiadores de entalpía con elementos PB laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados, las paredes 15 de guiado de aire de los elementos PR y PL

laminares de mano derecha y mano izquierda adyacentes se extienden en direcciones que forman un ángulo de aproximadamente 90° entre sí, definiendo así la primera región CF1 de flujo cruzado de la pila de intercambiador de entalpía. De manera similar, en la pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados, las paredes 16 de guiado de aire de los elementos PR y PL laminares de mano derecha y de mano izquierda adyacentes se extienden en direcciones formando un ángulo de aproximadamente 90° entre sí, definiendo así la segunda región CF2 de flujo cruzado de la pila de intercambiador de entalpía.

Una primera región 18 de transición se extiende entre la primera región CF1 de flujo cruzado y la región PF de flujo paralelo/contraflujo. Una segunda región 19 de transición se extiende entre la segunda región CF2 de flujo cruzado y la región PF de flujo paralelo/contraflujo. Ambas regiones 18 y 19 de transición comprenden extremos abiertos y extremos cerrados de las ondulaciones 5 y los conductos de aire paralelos formados por las ondulaciones, de modo que cada conducto de extremo cerrado tiene un conducto de extremo abierto adyacente. La pared de extremo de cada conducto de extremo cerrado está inclinada de manera que la pared forma un ángulo de 5° a 60° con respecto a la dirección longitudinal de los conductos de aire paralelos. Como resultado, en la pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados, la resistencia al flujo de aire se minimiza en las primeras regiones 18 de transición de la pila de intercambiador de entalpía y en las segundas regiones 19 de transición de la pila de intercambiador de entalpía.

El elemento PR de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene una pluralidad de escalones a lo largo de su línea de contorno exterior. En el ejemplo mostrado en las figuras 7 y 8, el elemento PR de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene un primer escalón 11 ubicado en la esquina de la primera región CF1 de flujo cruzado triangular, un segundo escalón 12 ubicado aproximadamente a la mitad de camino de la región PF de flujo paralelo/contraflujo en un lado de la misma, un tercer escalón 13 ubicado en la esquina de la segunda región CF2 de flujo cruzado triangular y un cuarto escalón 14 ubicado aproximadamente a mitad de camino a lo largo de la región PF de contraflujo/flujo paralelo en el otro lado de la misma. Como resultado, en la pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados, los elementos laminares de intercambiador de entalpía adyacentes se pueden colocar correctamente ajustando los escalones 11, 12, 13, 14 de un elemento PR laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha con los correspondientes escalones 11, 12, 13, 14 complementarios de un elemento PL laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda adyacente. En otras palabras, un elemento PR laminar de mano derecha va "de la mano" y encaja perfectamente con un elemento PL laminar de mano izquierda adyacente antes de fijar permanentemente los elementos laminares apilados entre sí.

Además, el elemento PR de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene un desplazamiento 17 ubicado aproximadamente a mitad de camino de la longitud de cada conducto formado por las ondulaciones 5. Como resultado, en la pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados, los elementos laminares de intercambiador de entalpía adyacentes se pueden colocar correctamente y se evita que se deslicen entre sí durante la operación de apilamiento.

La figura 9 y la figura 10 son una vista en perspectiva esquemática y una vista en planta esquemática, respectivamente, de un elemento PL laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda de una segunda realización según la invención. El elemento PL de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene una región PF' de flujo paralelo/contraflujo que comprende la ondulación 5, una primera región CF1' de flujo cruzado aguas abajo de la región PF' de flujo paralelo/contraflujo, y una segunda región CF2' de flujo cruzado aguas arriba de la región PF' de flujo paralelo/contraflujo.

La figura 11 y la figura 12 son una vista en perspectiva esquemática y una vista en planta esquemática, respectivamente, de un elemento PR laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha de la segunda realización según la invención. El elemento PR de intercambiador de entalpía similar a una placa tiene una región PF de flujo paralelo/contraflujo que comprende la ondulación 5, una primera región CF1 de flujo cruzado aguas arriba de la región PF de flujo paralelo/contraflujo, y una segunda región CF2 de flujo cruzado aguas abajo de la región PF de flujo paralelo/contraflujo.

La diferencia entre la segunda realización y la primera realización es el tipo y el número de desplazamientos. Aparte de eso, los elementos PR de intercambiador de entalpía similares a una placa de mano derecha y los elementos PL de intercambiador de entalpía similares a una placa de mano izquierda de las realizaciones primera y segunda son idénticos. En los dibujos de las realizaciones primera y segunda, se utilizan los mismos números de referencia para características idénticas en ambas realizaciones.

A diferencia de la primera realización, en donde los elementos PR de intercambiador de entalpía similares a una placa de mano derecha (figuras 7 y 8) y los elementos PL de intercambiador de entalpía similares a una placa de mano izquierda (no mostrados) tienen cada uno un desplazamiento 17 ubicado aproximadamente a mitad de camino de la longitud de cada conducto formado por las ondulaciones 5 en los elementos PR y PL de placa, los elementos PR de

intercambiador de entalpía similares a una placa de mano derecha (figuras 11 y 12) y los elementos PL de intercambiador de entalpía similares a una placa de mano izquierda (figuras 9 y 10) de la segunda realización tienen cada uno un primer desplazamiento 171 y un segundo desplazamiento 172 espaciados uno con respecto a otro a lo largo de cada conducto formado por las ondulaciones 5 en los elementos PR y PF de placa. Nuevamente, como resultado, en la pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambio de entalpía de mano izquierda, los elementos PR y PL laminares de intercambiador de entalpía adyacentes se pueden colocar correctamente y se evita que se deslicen entre sí durante la operación de apilamiento cuando se ejerce fuerza mecánica sobre las láminas y/o en funcionamiento cuando pueden acumularse diferencias de presión entre flujos de aire opuestos en regiones PF y PF' adyacentes de flujo paralelo/contraflujo en la pila o bloque de intercambiador de entalpía.

El primer desplazamiento 171 y el segundo desplazamiento 172 están formados cada uno como una sección longitudinal curva o como una sección longitudinal arqueada dentro de las ondulaciones 5 que se extienden longitudinalmente en los elementos PR y PF de placa. Como se muestra en las figuras 9, 10, 11, 12 y 13, los primeros desplazamientos 171 de los elementos PR de placa de mano derecha se extienden en una primera dirección lateral con respecto a la dirección longitudinal de las ondulaciones 5, y los primeros desplazamientos 171 de los elementos PL de placa de mano izquierda se extienden en una segunda dirección lateral opuesta a la primera dirección lateral con respecto a la dirección longitudinal de las ondulaciones 5. De manera similar, los segundos desplazamientos 172 de los elementos PR de placa de mano derecha se extienden en la segunda dirección lateral opuesta a la primera dirección lateral con respecto a la dirección longitudinal de las ondulaciones 5, y los segundos desplazamientos 172 de los elementos PL de placa de mano izquierda se extienden en la primera dirección lateral con respecto a la dirección longitudinal de las ondulaciones 5.

Nuevamente, una pluralidad de tales elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha (como se muestra en las figuras 11 y 12) se apilan con una pluralidad de tales elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda (como se muestra en las figuras 9 y 10) para formar una pila de intercambiador de entalpía con elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha y elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda alternados. En una pila de este tipo, los primeros desplazamientos 171 que se extienden lateralmente de forma opuesta de los elementos PR y PL laminares adyacentes se colocan uno encima del otro. De manera similar, los segundos desplazamientos 172 que se extienden lateralmente de manera opuesta de los elementos PR y PL laminares adyacentes se colocan uno encima del otro. Como resultado, todos los primeros desplazamientos 171 adyacentes y todos los segundos desplazamientos 172 adyacentes en la pila evitan que las ondulaciones 5 de las pilas adyacentes se deslicen entre sí durante la operación de apilamiento y/o en funcionamiento cuando pueden acumularse diferencias de presión entre flujos de aire opuestos.

La figura 13 es una vista en planta esquemática que muestra un par de elementos laminares de intercambiador de entalpía apilados uno encima del otro, siendo el que se muestra con líneas continuas el elemento PL laminar de intercambiador de entalpía de mano izquierda como se muestra en la figura 10 y siendo el que se muestra con líneas discontinuas el elemento PR laminar de intercambiador de entalpía de mano derecha como se muestra en la figura 12. Dichos pares de elementos PL laminares de intercambiador de entalpía de mano izquierda y elementos PR laminares de intercambiador de entalpía de mano derecha se apilan uno encima del otro para formar una pila o bloque de intercambiador de entalpía completo.

Números de referencia:

- 1 elemento laminar de material textil
- 1a primera superficie
- 1b segunda superficie
- 2 vacíos o aberturas
- 3 primera película de polímero delgada
- 4 segunda película de polímero delgada
- 5 ondulación/ondulaciones
- 5a parte comprimida
- 5b parte comprimida y/o estirada
- S1 etapa de suministro
- S2 etapa de laminación
- S3 etapa de formación (coformación)
- O dirección del flujo de aire hacia el espectador
- X dirección del flujo de aire alejándose del espectador
- 6 fibra
- α ángulo (en patrón de ondulación)
- PR elemento de intercambiador de entalpía similar a una placa, mano derecha
- PL elemento de intercambiador de entalpía similar a una placa, mano izquierda
- 11 escalón
- 12 escalón
- 13 escalón
- 14 escalón

	CF1	primera región de flujo cruzado de PR
	CF2	segunda región de flujo cruzado de PR
	PF	región de flujo paralelo/contraflujo de PR
5	CF1'	primera región de flujo cruzado de PL
	CF2'	segunda región de flujo cruzado de PL
	PF'	región de flujo paralelo/contraflujo de PL
	15	paredes de guiado de aire (en CF1)
	16	paredes de guiado de aire (en CF2)
	17	desplazamiento
10	171	primer desplazamiento
	172	segundo desplazamiento
	18	primera región de transición (en el lado CF1)
	19	segunda región de transición (en el lado CF2)
15	β	ángulo entre las direcciones de las ondulaciones y las paredes de guiado de aire

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir elementos (E, E', PF, PL) de intercambiador de entalpía que comprende las etapas de:
- 5 a) proporcionar un elemento (1) laminar permeable al aire;
 b) laminar al menos un lado (1a, 1b) del elemento (1) laminar con una película (3, 4) de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
 c) formar el elemento (1) laminar laminado para dar una forma deseada que exhibe un patrón (5, 5,...) de ondulación tridimensional,
- 10 en el que el elemento (1) laminar es un material textil, preferiblemente un material textil no tejido.
2. El método según la reivindicación 1, en el que el material laminar del elemento (1) laminar comprende un polímero.
- 15 3. El método según con la reivindicación 1 o 2, en el que una fracción, preferiblemente al menos el 50 % en peso, de las fibras (6) del material textil son fibras multicomponente, preferiblemente bicomponente.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que antes de la etapa de formación c) del elemento (1) laminar laminado, el elemento (1) laminar laminado se precalienta a una temperatura de precalentamiento por debajo de la temperatura de formación.
- 20 5. El método según la reivindicación 4, en el que el precalentamiento se efectúa hasta una temperatura de precalentamiento entre 5 K y 30 K por debajo de la temperatura de formación de la etapa de formación c).
- 25 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en el que la lámina laminada se precalienta en todo su espesor hasta una temperatura de precalentamiento uniforme.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que la lámina laminada comprende fibras multicomponente que tienen un primer material polimérico en su superficie y un segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente, teniendo el primer material polimérico un punto de reblandecimiento o fusión más bajo que el segundo material polimérico.
- 30 8. El método según la reivindicación 7, en el que al menos las fibras multicomponente comprenden un material polimérico que tiene grupos funcionales polares.
- 35 9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que la temperatura de precalentamiento de la lámina laminada es una temperatura entre el punto de fusión o punto de reblandecimiento del primer material polimérico de las fibras multicomponente en su superficie y el punto de fusión o punto de reblandecimiento del segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente, o en el que la temperatura de precalentamiento de la lámina laminada es una temperatura entre el punto de fusión del primer material polimérico de las fibras multicomponente en su superficie y el punto de fusión del segundo material polimérico dentro de las fibras multicomponente.
- 40 10. Un método para producir un intercambiador de entalpía, que comprende las etapas de
- 45 a) proporcionar un elemento laminar permeable al aire
 b) laminar al menos un lado del elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
 c) formar el elemento laminar laminado para dar una forma deseada que exhibe un patrón de ondulación tridimensional;
- 50 d) repetir las etapas a), b) y c) para producir una pluralidad de elementos laminares laminados y formados que exhiben un patrón de ondulación tridimensional;
 e) apilar la pluralidad de elementos laminares laminados y formados; y
 f) fijar los elementos laminares laminados y formados apilados entre sí,
 en el que el elemento (1) laminar es un material textil, preferiblemente un material textil no tejido.
- 55 11. El método según la reivindicación 10, que comprende las etapas de
- 60 a1) proporcionar un primer elemento laminar permeable al aire;
 b1) laminar al menos un lado del primer elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;
 c1) formar el primer elemento laminar laminado para dar una primera forma deseada que exhibe un primer patrón de ondulación tridimensional;
- 65 d1) repetir las etapas a1), b1) y c1) para producir una pluralidad de elementos laminares de primer tipo laminados y formados que exhiben un primer patrón de ondulación tridimensional;
 a2) proporcionar un segundo elemento laminar permeable al aire;

b2) laminar al menos un lado del segundo elemento laminar con una película de polímero delgada con características de transmisión de vapor de agua;

c2) formar el segundo elemento laminar laminado para dar una segunda forma deseada que exhibe un segundo patrón de ondulación tridimensional;

5 d2) repetir las etapas a2), b2) y c2) para producir una pluralidad de elementos laminares de segundo tipo laminados y formados que exhiben un segundo patrón de ondulación tridimensional;

e) apilar la pluralidad de elementos laminares de primer tipo y elementos laminares de segundo tipo laminados y formados para obtener una pila con elementos laminares de primer tipo y elementos laminares de segundo tipo alternos; y

10 f) fijar los elementos laminares laminados y formados apilados entre sí.

12. Un elemento (E; E', PR, PF) de intercambiador de entalpía, producido utilizando el método definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que incluye un elemento (1) laminar permeable al aire y un patrón (5, 5, ...) de ondulación tridimensional predeterminado, en el que una primera película (3) de polímero delgada se lamina en un primer lado (1a) del elemento (1) laminar y/o una segunda película (4) de polímero delgada se lamina en un segundo lado (1b) del elemento (1) laminar, teniendo la una o ambas películas (3, 4) de polímero delgadas características para la transmisión selectiva de vapor de agua, **caracterizado por que** el elemento (1) laminar permeable al aire es un material textil, preferiblemente un material textil no tejido.

13. El elemento (E, E', PR, PF) de intercambiador de entalpía según la reivindicación 12, que comprende un desplazamiento (17) ubicado aproximadamente a mitad de camino de la longitud de cada conducto formado por una ondulación (5) del patrón (5, 5, ...) de ondulación en el elemento (E, E', PR, PF) de intercambiador de entalpía, o que comprende un primer desplazamiento (171) y un segundo desplazamiento (172) espaciados uno con respecto a otro a lo largo de cada conducto formado por una ondulación (5) del patrón (5, 5, ...) de ondulación en el elemento (E, E', PR, PF) de intercambiador de entalpía.

14. El elemento (E, E', PR, PF) de intercambiador de entalpía según la reivindicación 13, en el que cada desplazamiento (17; 171, 172) está formado como una sección longitudinal curva o como una sección longitudinal arqueada dentro de una ondulación (5) que se extiende longitudinalmente del patrón (5, 5, ...) de ondulación.

15. Un intercambiador de entalpía que tiene al menos tres elementos (E1, E2, E3; E1', E2', E3') de intercambiador de entalpía similares a una lámina o similares a una placa como se define en cualquiera de 12 a 14, que están apilados y fijados entre sí, preferiblemente mediante soldadura como soldadura por pinzamiento, soldadura por láser o soldadura por ultrasonidos o mediante encolado, con sus respectivos patrones (5, 5,...) de ondulación tridimensionales en una orientación ortogonal o paralela para formar trayectorias de fluido ortogonales o paralelas que permiten que los fluidos fluyan a través de las mismas.

Fig. 1

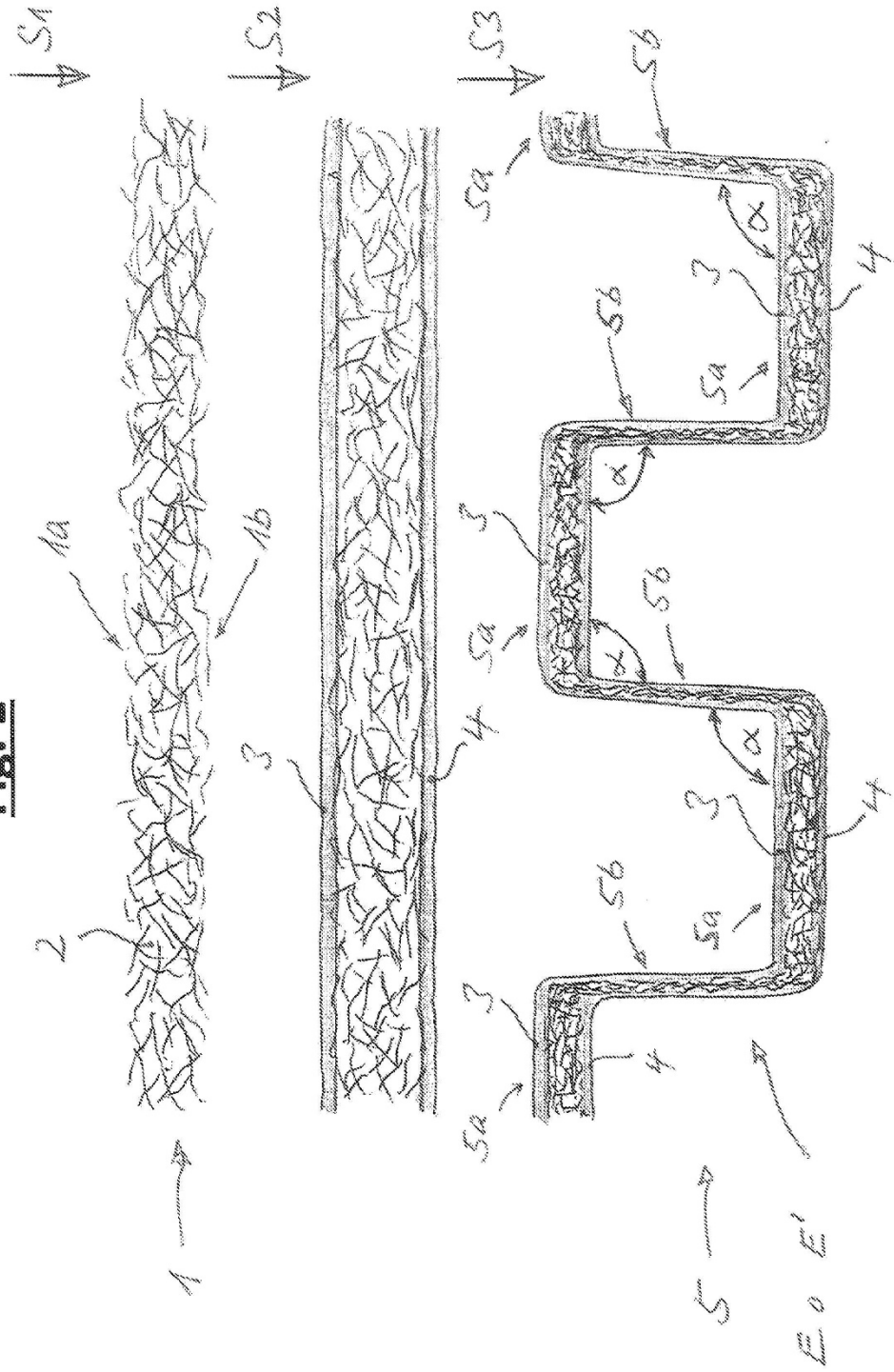
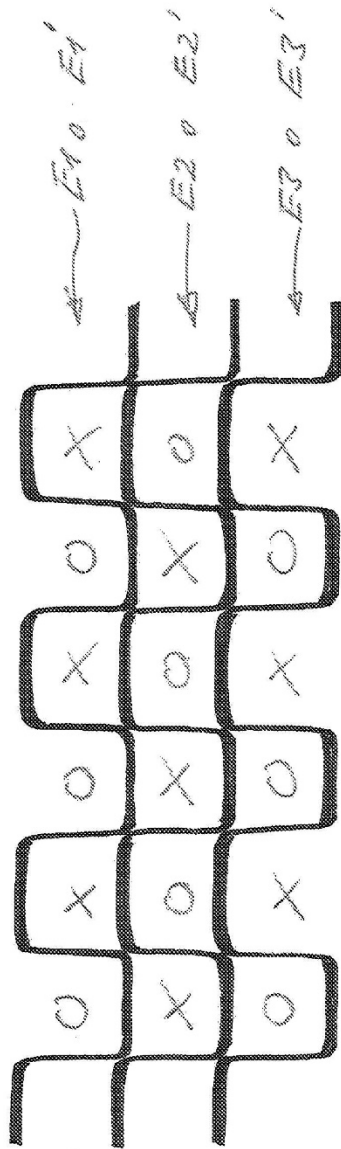
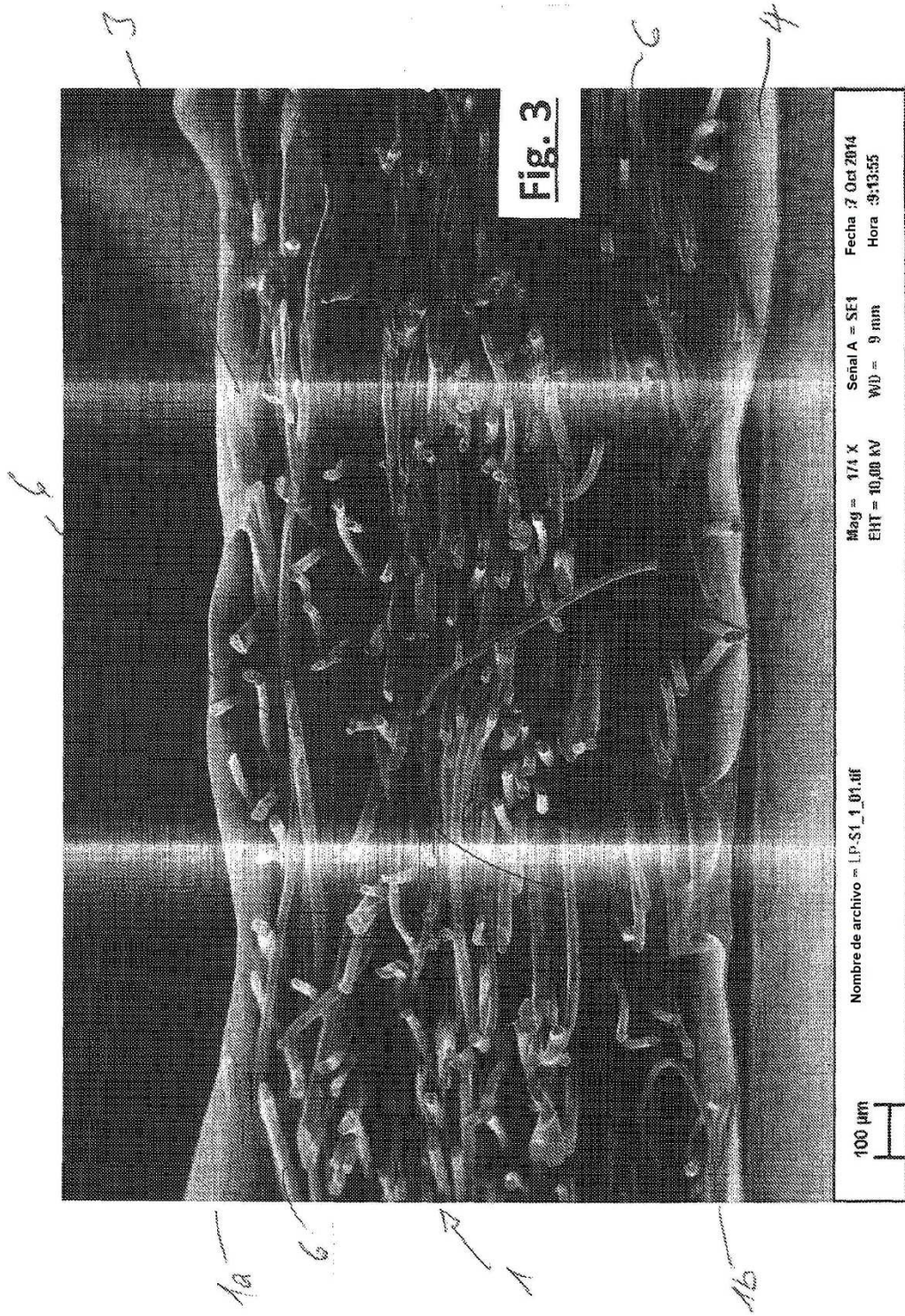
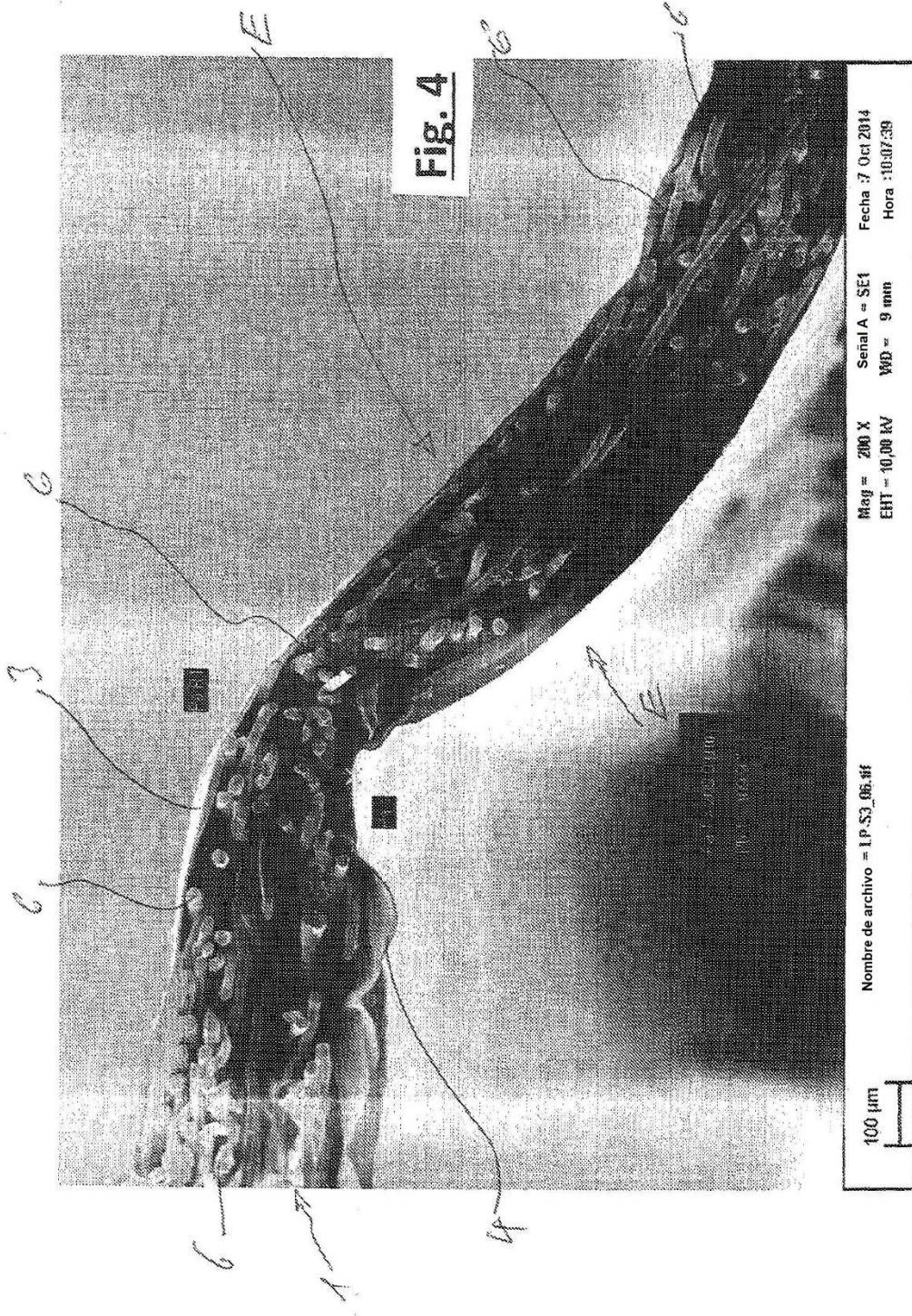
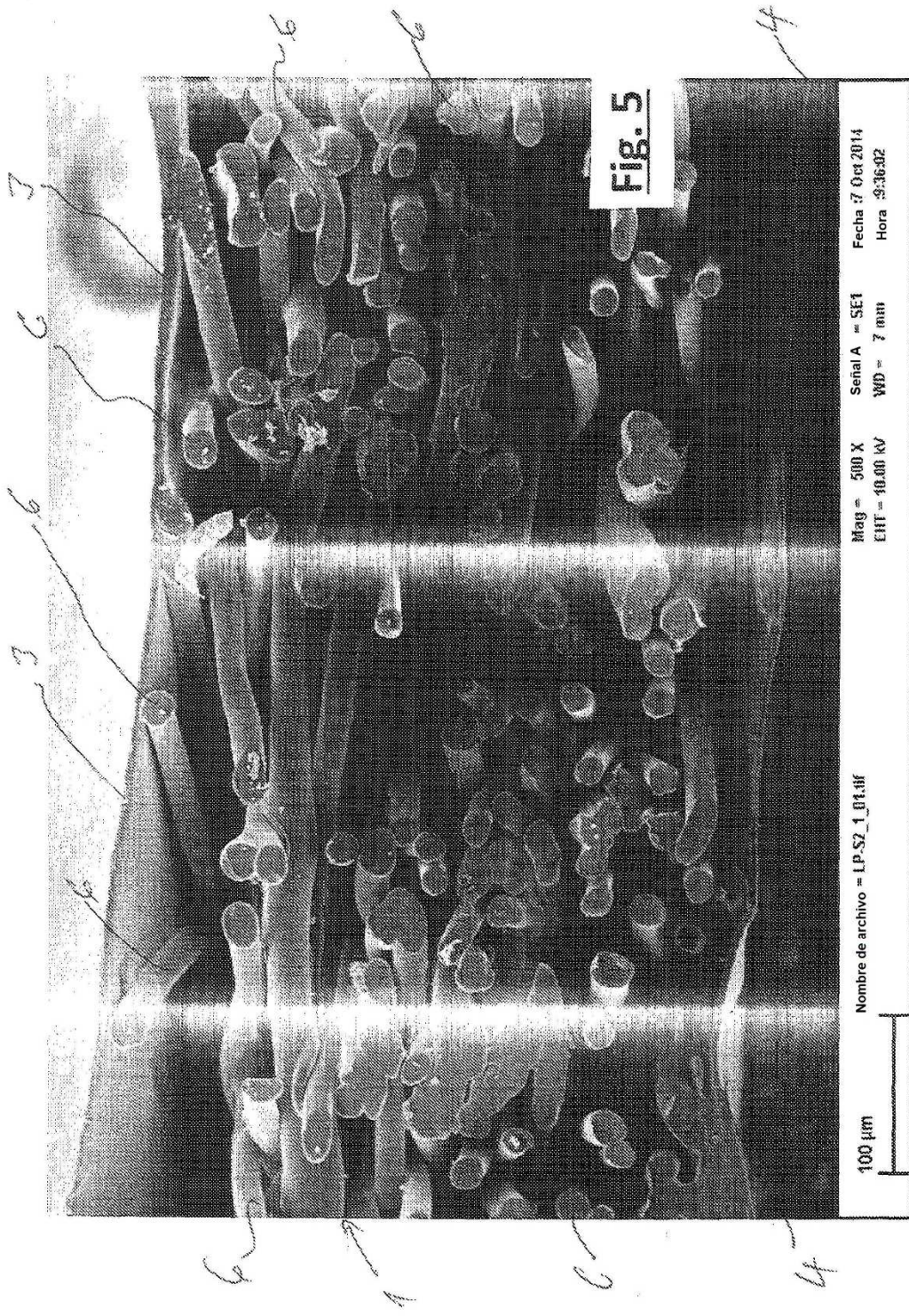


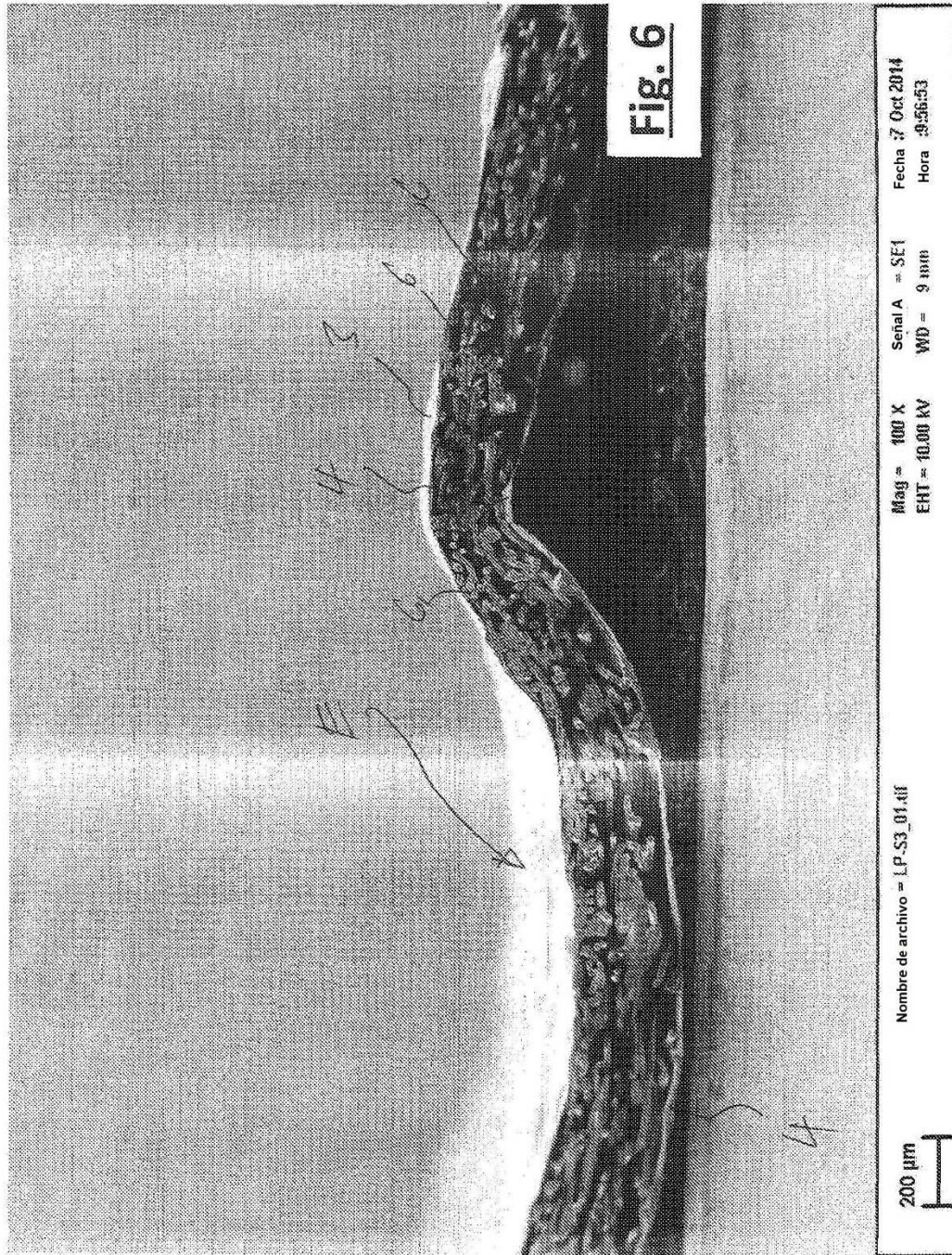
Fig. 2











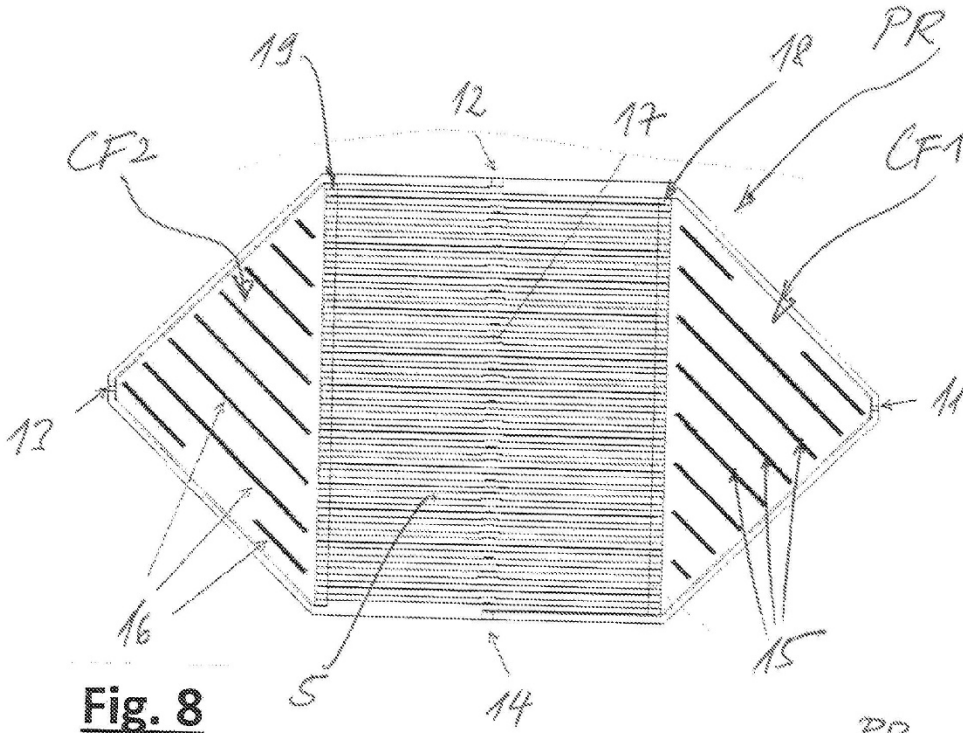


Fig. 8

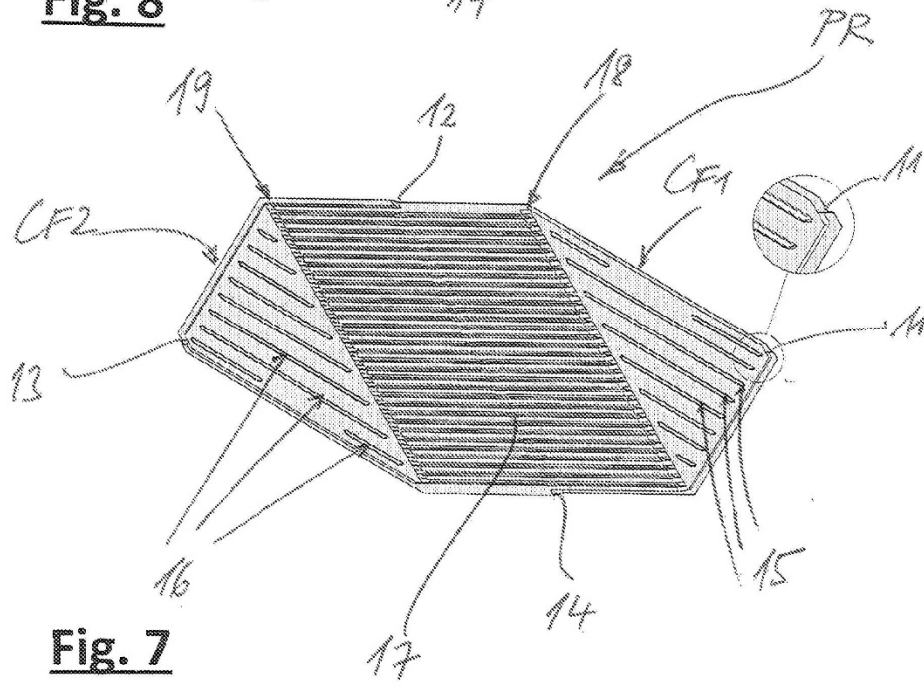


Fig. 7

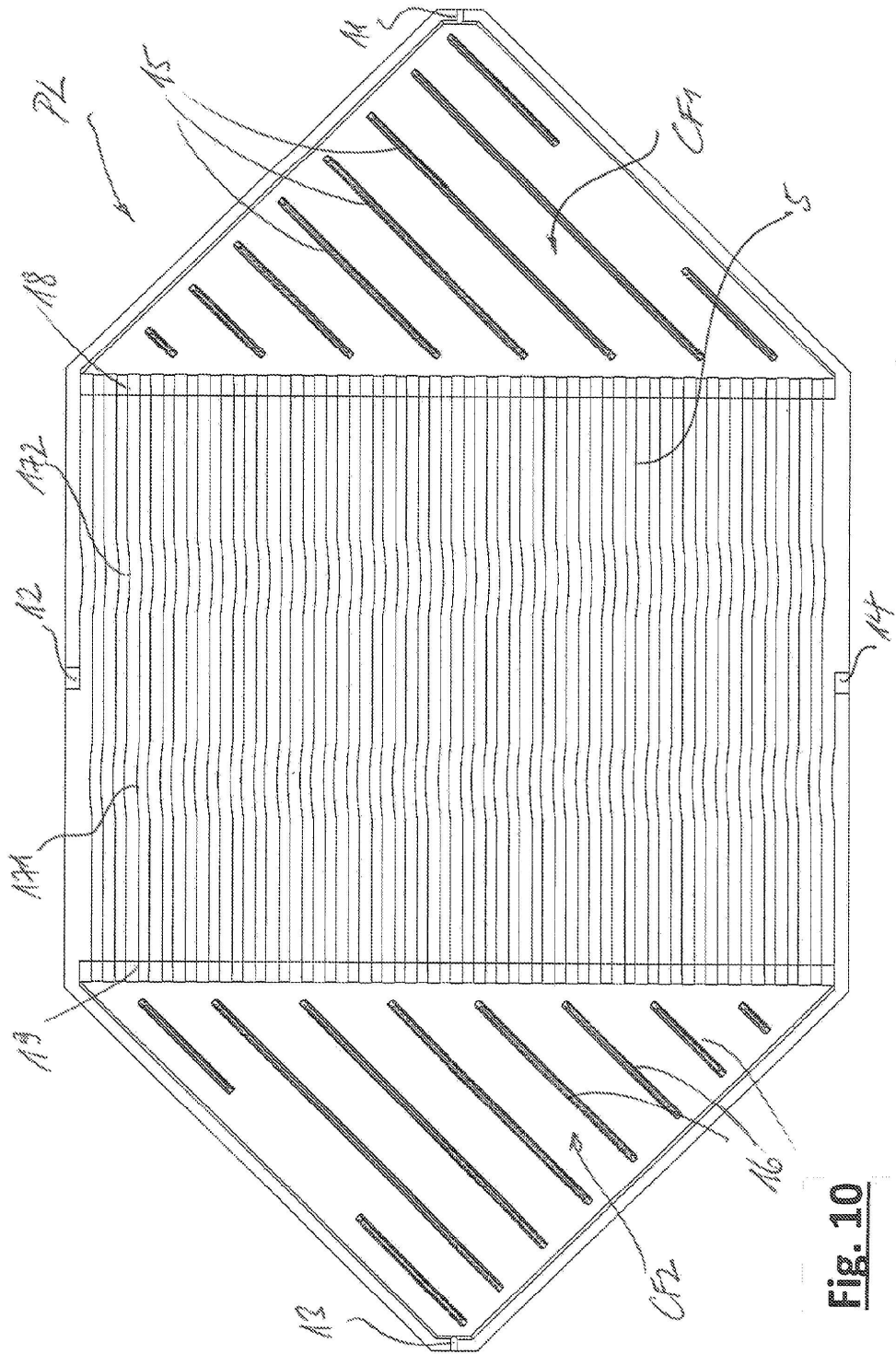


Fig. 10

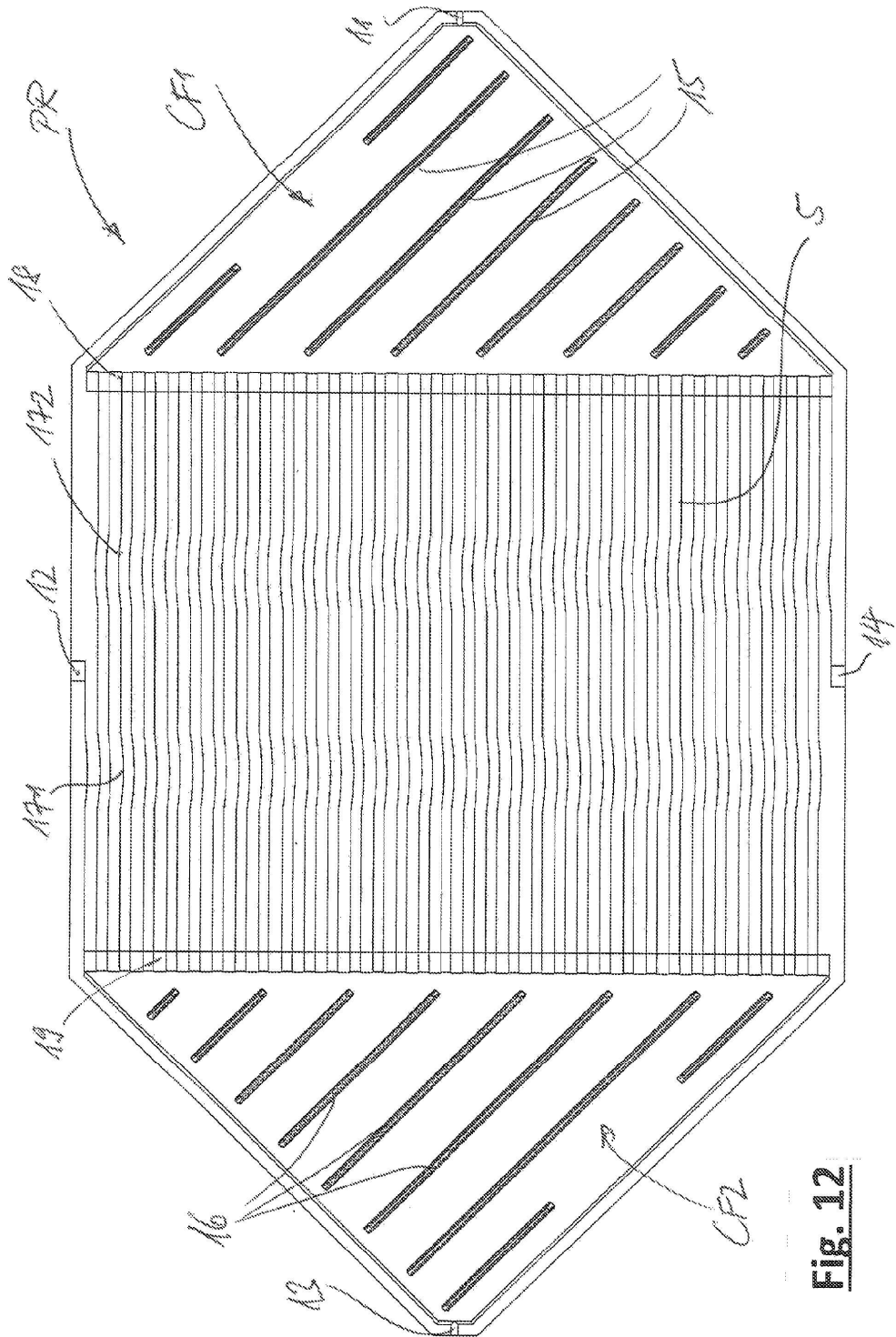


Fig. 12

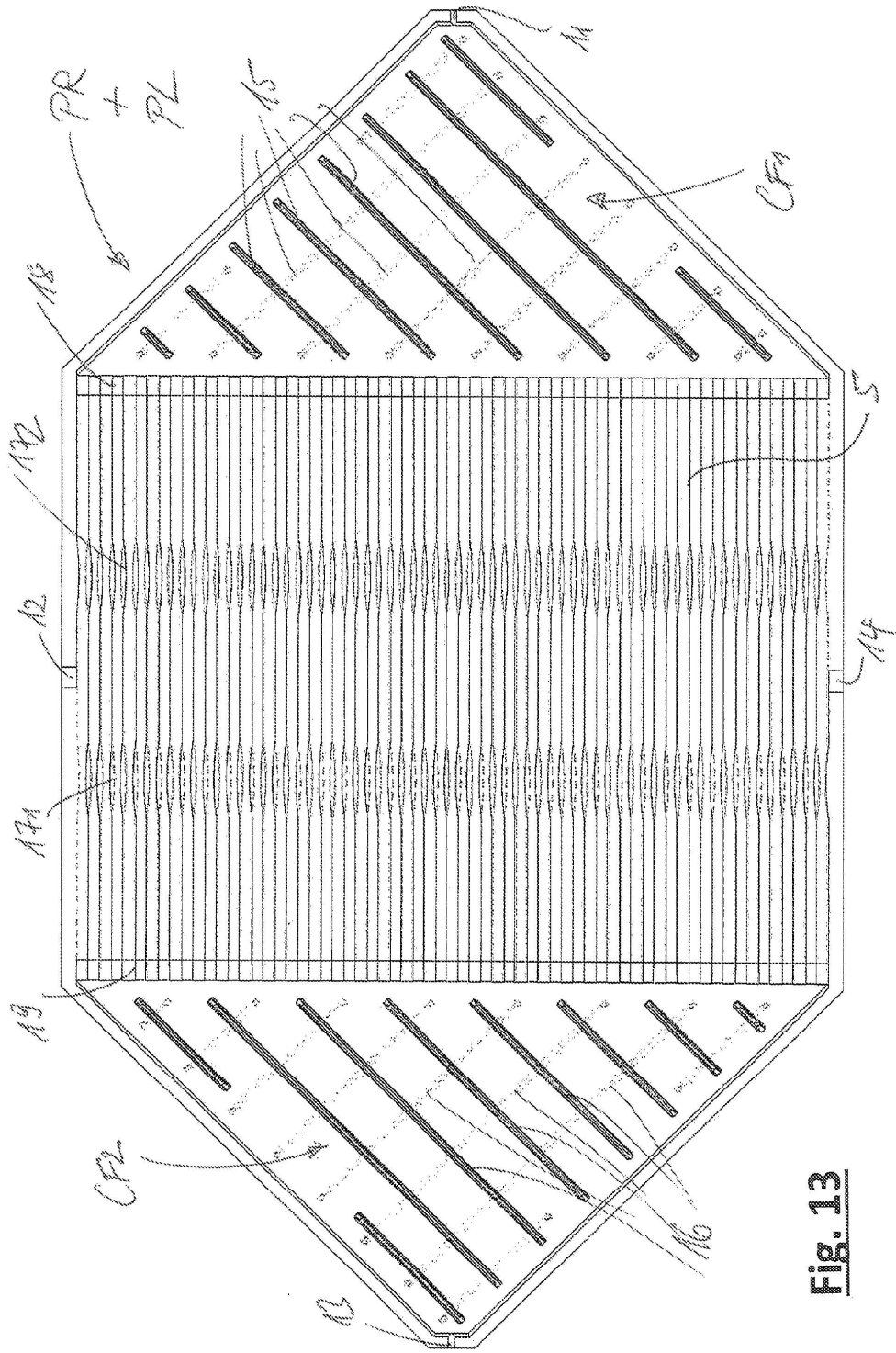


Fig. 13