

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 943 664**

51 Int. Cl.:

B29C 44/10 (2006.01)

B29C 44/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2019** **PCT/NL2019/050795**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2020** **WO20117048**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2019** **E 19817436 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2023** **EP 3890938**

54 Título: **Prensa para fabricar in situ un panel sándwich termoplástico**

30 Prioridad:

03.12.2018 NL 2022113

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

15.06.2023

73 Titular/es:

FITS HOLDING BV (100.0%)
Sperwerkamp 21
3972 WB Driebergen-Rijsenburg, NL

72 Inventor/es:

DE GROOT, MARTIN THEODOOR

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 943 664 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

Prensa para fabricar *in situ* un panel sándwich termoplástico

- 5 La presente invención se refiere a una prensa para fabricar *in situ* un panel sándwich termoplástico que comprende al menos un núcleo de espuma y al menos una capa piel.

La fabricación *in situ* de paneles sándwich a partir de una estructura inicial es conocida en la técnica. Por ejemplo, el documento EP636463 divulga dicho método. La fabricación *in situ* de acuerdo con el documento EP636463 implica al menos las etapas para proporcionar una estructura inicial que comprende una capa núcleo de un termoplástico en donde se incorpora un agente de soplado físico, en particular, un agente expansor, cubierto al menos en una superficie con una capa piel. Normalmente, la capa núcleo está dispuesta entre dos capas piel, ventajosamente capas piel termoplásticas reforzadas con fibras. La estructura inicial se coloca en una prensa calentada entre una placa de prensa inferior y una placa de prensa superior. Posteriormente, se cierra la prensa y las placas de prensa ejercen una presión sobre la estructura inicial. La estructura inicial se calienta hasta la temperatura de formación de espuma (por encima de la temperatura de ebullición del agente expansor) del termoplástico, mientras se continúa aplicando presión sobre la estructura inicial para evitar la formación prematura de espuma. Tras el calentamiento, se produce la adhesión entre la capa núcleo y las capas piel mediante el termoplástico. Una vez que se alcanza la temperatura de formación de espuma, la formación de espuma se realiza separando las placas de presión hasta una distancia predeterminada de forma controlada, lo que permite que el termoplástico de la capa núcleo se expanda y el agente de soplado físico forme celdas de espuma. Por tanto, la formación de espuma y la adherencia se producen en la misma prensa. Se mantiene la presión sobre la estructura ahora espumada y las placas de prensa se enfrían. Cuando se enfrían lo suficiente para que no se produzca más espuma, normalmente por debajo de la temperatura de ebullición del agente expansor, por ejemplo, temperatura ambiente, la presión puede aliviarse completamente y el panel sándwich así obtenido puede extraerse de la prensa. En la fabricación de un panel sándwich termoplástico con un agente de soplado físico, se requiere un enfriamiento rápido para evitar el colapso de la espuma, en particular, en la interfaz de las capas de espuma y piel, así como para evitar una mayor migración del agente de soplado físico hacia el interior del termoplástico de las pieles termoplásticas reforzadas con fibras, si las hay.

En el caso de un agente de soplado químico como se describe en el documento WO2015/065176A1, la estructura inicial se coloca en una prensa calentada, que se ha calentado hasta una temperatura muy por encima de la temperatura o el intervalo de fusión del termoplástico en el núcleo. El agente de soplado químico en la capa núcleo se descompone, después de lo cual la estructura intermedia obtenida se enfría hasta una temperatura normalmente justo por encima de la temperatura de fusión del respectivo termoplástico de la capa núcleo en una etapa intermedia de enfriamiento. Posteriormente, la formación de espuma se realiza separando las placas de prensa de forma controlada y cuando se alcanza el espesor de espuma predeterminado requerido se enfrían más las placas de prensa.

Por razones de productividad, las diversas etapas del proceso de calentamiento, formación de espuma y enfriamiento deben ser rápidas, por ejemplo, en el intervalo de decenas de segundos a como máximo unos pocos minutos, así como homogéneas, en particular, durante el enfriamiento, para evitar diferencias de temperatura significativas sobre las placas de prensa, lo que podría afectar a la calidad del panel sándwich final. También es necesario un enfriamiento rápido para evitar la posterior formación de espuma y, en particular, el colapso de las celdas formadas, lo que afectaría gravemente a las propiedades mecánicas del panel sándwich así obtenido.

En una prensa utilizada hoy en día para fabricar un panel sándwich termoplástico utilizando un agente de soplado físico, las placas de prensa se calientan haciendo circular vapor a través de los canales de flujo internos que se proporcionan en las placas de prensa. El enfriamiento se realiza haciendo fluir agua a través de los canales de flujo internos, que normalmente están colocados en una disposición de contraflujo, en las placas de prensa.

Parece que el enfriamiento con agua fría en dicha prensa puede ser insuficiente por varias razones. En primer lugar, la capacidad de enfriamiento de esta prensa está al máximo, lo que puede dar como resultado una velocidad de enfriamiento demasiado baja. Además, se ha observado una diferencia de temperatura significativa sobre las dimensiones de las placas de prensa, debido a la longitud de los canales de flujo de agua internos en las placas de prensa, la conductividad térmica de las placas de prensa y la alta velocidad de enfriamiento que se requiere en general. Estas diferencias de temperatura pueden dar como resultado una densidad localmente variada del núcleo espumado del laminado, la ruptura y/o la disolución de las paredes de las celdas debido a las corrientes inducidas del agente de soplado físico a través de las paredes de las celdas y en la interfaz de la espuma y las pieles, así como dimensiones de celda localmente variadas, que se reflejan en propiedades mecánicas y de apariencia localmente diferentes. Por tanto, la calidad del panel sándwich final así obtenido deja mucho que desear.

Por lo tanto, un objeto de la invención es mejorar la homogeneidad de la temperatura sobre las superficies de las placas de prensa, en particular, durante una etapa primaria de enfriamiento.

De acuerdo con la invención, se proporciona una prensa para fabricar un panel sándwich, que comprende una primera y una segunda placa de prensa que están configuradas para ser móviles una respecto a la otra, teniendo la prensa un

circuito de circulación de fluido para calentar y enfriar las placas de prensa, en donde el circuito de circulación de fluido comprende

- 5 un calentador para generar un fluido calentado, que tiene una salida conectada a un conducto de suministro de fluido, y una entrada conectada a un conducto de retorno de fluido, en donde el conducto de suministro de fluido está en comunicación fluida con una entrada de al menos un canal de flujo interno en cada placa de prensa y el conducto de retorno de fluido está en comunicación fluida con una salida del al menos un canal de flujo interno de cada placa de prensa,
- 10 en donde el circuito de circulación de fluido está provisto de una válvula de expansión controlada configurada para la conversión de agua caliente a presión en vapor para enfriar las placas de prensa, y una fuente de agua cuya salida está en comunicación fluida con las entradas del canal de flujo interno de cada placa de prensa a través de un conducto de suministro de agua.
- 15 La prensa de acuerdo con la invención comprende placas de prensa (a veces también denominadas herramientas de prensa), que se pueden mover una respecto a la otra, normalmente una placa de prensa inferior y una placa de prensa superior que están dispuestas una encima de la otra y que pueden realizar un movimiento en dirección vertical. Normalmente, una o ambas placas de prensa tienen una cavidad en donde se puede colocar una estructura inicial para el laminado. Generalmente, la periferia de la cavidad se acopla con la periferia de la estructura inicial de modo
- 20 que durante la etapa de formación de espuma controlada solo puede ocurrir la expansión en la dirección del espesor (vertical). La prensa de acuerdo con la invención tiene un sistema de calentamiento y enfriamiento. El sistema de calentamiento comprende un calentador para generar un fluido calentado, tal como agua caliente a presión, por ejemplo, un calentador eléctrico, una caldera u otro intercambiador de calor para calentar el agua hasta la temperatura requerida (intervalo) provisto de una bomba adecuada para presurizar el agua. El vapor también se puede utilizar para
- 25 calentar las placas de prensa. El calentador está conectado al extremo de entrada del canal de flujo en cada placa de prensa a través de un conducto de suministro de fluido y a los extremos de salida del canal de flujo a través de un conducto de retorno. Normalmente, las placas de prensa tendrán una pluralidad de canales de flujo que están provistos de colectores adecuados en sus extremos para la conexión al conducto de suministro de fluido y al conducto de retorno de fluido, respectivamente. Para calentar las placas de prensa, el calentador prepara agua caliente bajo presión o vapor y el fluido caliente circula desde el calentador hasta los canales de flujo en las placas de prensa a través del
- 30 conducto de suministro y desde las placas de prensa a través del conducto de retorno de regreso al calentador. La temperatura y la presión del agua caliente o el vapor que se suministran están generalmente en el intervalo de 170-190 °C y 0,8-1,3 MPa (8-13 bar) respectivamente. Ventajosamente, la distribución de los canales de flujo en el cuerpo de las placas de prensa y, en funcionamiento, el caudal a través de cada canal de ambas placas de prensa es tal que se logra una temperatura homogénea (distribución) de las caras internas de la placa de presión. Para fines de enfriamiento, la prensa de acuerdo con la invención utiliza el calor de evaporación que se requiere para la conversión del agua caliente a presión en el sistema de canales de flujo internos de la prensa en vapor. Si se ha utilizado vapor para calentar la prensa, entonces se introduce agua caliente a presión, por ejemplo, utilizando una conexión venturi antes del enfriamiento, de modo que los canales de flujo internos contengan agua caliente a presión. En vista de este
- 40 tipo de enfriamiento, el circuito de circulación está provisto de una válvula de expansión controlada que permite convertir el agua caliente a presión en vapor, después de cerrar el flujo de agua caliente a presión a través de los canales de flujo en las placas de prensa. El calor de evaporación requerido para esta conversión se extrae de las placas de prensa. Las placas de prensa enfrían la estructura de espuma. Parece que la extracción del calor de las placas de prensa por esta conversión en vapor es más uniforme que en el enfriamiento con agua fría, pero aún lo suficientemente rápido como para permitir las velocidades de enfriamiento requeridas. También parece que el enfriamiento uniforme da como resultado que las superficies de las placas de prensa tengan una temperatura más homogénea sobre la superficie, dando como resultado una densidad menos variada local y las dimensiones de las celdas en el panel sándwich final. Por tanto, se mejora la calidad del panel sándwich. Otra ventaja es que las condiciones de enfriamiento se pueden ajustar con precisión de acuerdo con los requisitos, por ejemplo, de acuerdo
- 50 con una curva de enfriamiento que muestra diferentes velocidades de enfriamiento en la etapa de enfriamiento. Por ejemplo, la velocidad de enfriamiento al comienzo del estado de enfriamiento puede ser más lenta que en un momento posterior, en el que se desea un enfriamiento más rápido. El enfriamiento conforme a dicha curva de enfriamiento puede tener un efecto positivo sobre el comportamiento de condensación del agente de soplado físico y, como resultado, sobre la estructura de la espuma. El enfriamiento por medio de la evaporación se realiza hasta que se alcanza una temperatura predeterminada, tal como muy por debajo de la temperatura de formación de espuma del termoplástico del núcleo espumado. Dado que el efecto del calor de evaporación se reduce cuando se alcanza una temperatura por debajo de una determinada temperatura, por ejemplo, por debajo de 150 °C, tal como en el intervalo de 140-110 °C, el enfriamiento adicional se realiza mediante flujos de agua con temperaturas controladas gradualmente descendientes, por ejemplo, temperaturas de agua de 40-90 °C para mantener una rápida velocidad de
- 60 enfriamiento y mantener la homogeneidad de la temperatura sobre las placas de prensa. Después de esta etapa intermedia de enfriamiento que utiliza agua con temperatura controlada, se puede realizar un enfriamiento lento adicional hasta temperatura ambiente utilizando un flujo apropiado de agua con temperatura controlada a través de las placas de prensa. Este enfriamiento lento es menos crítico para el desarrollo de las propiedades finales del panel sándwich. La homogeneidad de la temperatura sobre las placas de prensa se mantiene preferentemente mediante un
- 65 flujo significativo de agua a través de los canales de flujo internos. Normalmente, se mide la temperatura de la placa

de prensa (por ejemplo, en una posición justo (unos pocos mm, tal como 4 mm) por debajo de su cara) y se utiliza como parámetro de control para ajustar la temperatura del agua.

En otra realización, la presión en los canales de flujo se reduce a propósito además de la reducción de la presión debida a la formación de vapor, cuando el efecto del calor de evaporación se vuelve más pequeño. La reducción adicional de presión, tal como aplicando un vacío (parcial) utilizando una bomba de vacío conectada a los canales de flujo, da como resultado una disminución de la temperatura a la que se produce la formación de vapor. Esto permitiría continuar el enfriamiento mediante la transformación de fase del agua en vapor hasta una temperatura inferior, por ejemplo, inferior a 90 °C, en comparación con el intervalo anterior de 140-110 °C, que ofrece una temperatura más homogénea de las placas de prensa. Después de esta etapa intermedia de enfriamiento, se puede realizar un enfriamiento lento adicional como se ha descrito anteriormente.

Si el volumen de agua caliente a presión en los canales de flujo se vuelve demasiado pequeño y es insuficiente para el enfriamiento requerido mediante la transformación de fase, además, se puede introducir preferentemente agua a presión caliente en los canales de flujo. Este ajuste se puede realizar durante la operación de enfriamiento, o durante una breve interrupción de la misma.

En una realización ventajosa, un conducto que tiene la válvula de expansión controlada está conectado a un condensador para recuperar el calor del vapor generado. El vapor (de baja presión) generado durante el enfriamiento contiene energía que puede recuperarse fácilmente en el condensador. El vapor generado también se puede utilizar como tal, por ejemplo, como calor del proceso en otros procesos industriales.

El funcionamiento de la prensa generalmente se controla mediante un PLC o PC. En una realización, el controlador comprende un procesador y una memoria que almacena instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador, realizan procesos, que incluyen:

precalentar las placas de prensa haciendo fluir un fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido;

cerrar la prensa acercando entre sí las placas de prensa precalentadas y ejerciendo una presión sobre una estructura inicial del panel sándwich que se va a fabricar;

continuar calentando las placas de prensa haciendo fluir un fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido calentando de este modo la estructura inicial hasta la temperatura de formación de espuma, mientras se ejerce una presión sobre la estructura inicial;

espumar la estructura inicial a la temperatura de formación de espuma apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se mantiene una presión sobre la estructura que se está espumando; interrumpir el flujo de fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido;

enfriar las placas de prensa accionando la válvula de expansión controlada, convirtiendo de este modo el agua caliente a presión en vapor; y

enfriar las placas de prensa haciendo fluir agua que tiene una temperatura controlada a través de los canales de flujo internos de las placas de prensa.

Normalmente, también se incluye en las instrucciones la apertura de la prensa para permitir la extracción del panel sándwich cuando se produce.

Ventajosamente, la prensa está provista de una unidad de alimentación para introducir la estructura inicial en la prensa en lugar de disponer manualmente la estructura inicial en la prensa y/o una unidad de descarga para descargar el panel sándwich cuando se produce a partir de la prensa. A continuación, las instrucciones comprenden adicionalmente introducir la estructura inicial en la prensa y, si es aplicable, extraer el panel sándwich de la prensa como fabricado.

Las instrucciones anteriores son típicas para fabricar un panel sándwich utilizando un agente de soplado físico. Un agente de soplado físico es un agente expansor (es decir, un disolvente que tiene baja solubilidad en el respectivo termoplástico) o disolvente que al calentarse se volatiliza y las burbujas de gas obtenidas crean las celdas de espuma. Ejemplos de agentes de soplado físicos incluyen dióxido de carbono e hidrocarburos ligeros, tales como varios pentanos, y agentes expansores como acetona y disolventes como cloruro de metileno.

Para los paneles sándwich termoplásticos fabricados con un agente de soplado químico, por ejemplo, como se describe en el documento WO2015/065176A1, un enfriamiento rápido y homogéneo desde la temperatura de descomposición (o superior) del agente de soplado hasta la temperatura de formación de espuma, así como desde la temperatura de formación de espuma hasta una temperatura por debajo de T_g o T_m del termoplástico en el núcleo de espuma del panel sándwich termoplástico es ventajoso para reducir los tiempos de ciclo. De esta manera, las temperaturas o los intervalos óptimos para la descomposición y aquellos para la formación de espuma se pueden seleccionar y configurar de forma independiente.

Un agente de soplado químico es un compuesto que tras la descomposición forma gases de bajo peso molecular como nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, oxígeno, amoníaco y similares. Ejemplos de agentes de soplado químicos incluyen azobisisobutironitrilo, diazoaminobenceno, citrato de mononatrio y oxibis(p-bencenosulfonil)hidrazida. Se prefieren azo, hidrazina y otros agentes de soplado químicos basados en nitrógeno. La azodicarbonamida es un ejemplo preferido de esta categoría. Otros ejemplos incluyen isocianato para PU y bicarbonato de sodio. Una capa de núcleo del primer termoplástico que comprende un agente de soplado químico se puede fabricar fácilmente, por ejemplo, por extrusión o calandrado.

La invención se puede utilizar para cualquier tipo de agente de soplado. Sin embargo, la fabricación de un panel sándwich como se ha explicado anteriormente utilizando un agente de soplado físico, en particular, un agente expansor, obtiene el mayor beneficio de la prensa de acuerdo con la invención.

Como estructura inicial se utiliza una capa de núcleo de un termoplástico que comprende el agente de soplado junto con al menos una capa piel.

Los termoplásticos, que son adecuados para que la capa núcleo se espume utilizando un agente de soplado físico, comprenden tanto los termoplásticos cristalinos como los amorfos. Se prefieren los termoplásticos amorfos en vista de la capacidad de disolución.

Los termoplásticos, que son adecuados para que la capa núcleo se espume utilizando un agente de soplado químico, comprenden tanto los termoplásticos cristalinos como los amorfos. Se prefieren los termoplásticos cristalinos, ya que la diferencia entre la temperatura de transición vítrea y el punto de fusión es pequeña, lo que ofrece la posibilidad de consolidar el termoplástico una vez espumado dentro de un pequeño intervalo de temperatura.

Como material para las capas piel (también denominadas coberturas o láminas frontales), se pueden utilizar termoplásticos, en particular, termoplásticos reforzados con fibras, y láminas de metal, por ejemplo, aluminio. Las capas de cobertura superior e inferior están preferentemente hechas del mismo material, pero también se contemplan las combinaciones, por ejemplo, una capa de cobertura inferior de un metal como el aluminio y una capa de cobertura superior de un termoplástico (reforzado con fibras). La selección de los materiales para la capa núcleo y las pieles depende, entre otras cosas, de las propiedades deseadas de la aplicación del producto final.

Los termoplásticos para la capa núcleo y las capas de cobertura pueden ser iguales o diferentes, incluso grados diferentes. A continuación, en el presente documento, con fines indicativos, el termoplástico de la capa núcleo se indica como primer termoplástico, mientras que el termoplástico de la capa de cobertura, si lo hay, se denomina segundo termoplástico. Los ejemplos incluyen polieterimida (PEI), polietersulfona (PES), polisulfona (PSU), polifenilsulfona (PPSU), policetona tal como polietercetona (PEEK), sulfuro de polifenileno PPS, polímeros de cristal líquido, policarbonato (PC), poliolefinas (obtenidas a partir de monómeros C1-C4) como polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), polietileno (PE), poliuretano termoplástico (TPU), poliamida PA, policarbonato PC, etc., así como combinaciones de los mismos. También son concebibles combinaciones de diferentes capas de cobertura, tal como PEI/PEEK, PPSU/PEEK y PEI/PC. También se contemplan biopolímeros termoplásticos. Una piel puede comprender una o más subcapas, cuyo número puede variar localmente, por ejemplo, en vista de la aplicación adicional localmente dedicada. En el caso de pieles que difieren localmente, las propiedades de transferencia de calor, como la capacidad calorífica y/o la conductividad térmica, normalmente también difieren localmente. Entonces, la prensa puede estar equipada con piezas de compensación local no adherentes que igualen las propiedades de transferencia de calor.

Ventajosamente, al menos una de las pieles es una capa reforzada con fibras de un segundo termoplástico. Preferiblemente, ambas pieles son capas reforzadas con fibras del segundo termoplástico.

Como se ha indicado anteriormente, también se pueden utilizar combinaciones de diferentes termoplásticos para el primer y segundo termoplástico. Los ejemplos comprenden, entre otros, PEI para la al menos una capa núcleo cubierta con pieles (reforzadas con fibras) hechas de PPSU, PS, PEEK o PC; PES o PPSU para la al menos una capa núcleo cubierta con capas de cobertura (reforzadas con fibras) hechas de PSU (polisulfona) o PC; y PP para la al menos una capa núcleo cubierta con capas (reforzadas con fibras) hechas de poliamida, tal como nailon.

En vista de la compatibilidad, ventajosamente el tipo del primer termoplástico es igual al tipo del segundo termoplástico.

Las fibras de vidrio son el medio preferido de refuerzo. De la misma manera se pueden utilizar otras fibras inorgánicas, tales como fibras metálicas, fibras de carbono, y fibras orgánicas, tales como fibras de aramida, fibras poliméricas, nanofibras de las fibras anteriormente mencionadas y fibras naturales, siempre que puedan soportar la temperatura a la que se someten durante el procedimiento del método de acuerdo con la invención. Las fibras se pueden utilizar en forma de esteras, telas, fibras cortadas y similares. También se pueden utilizar ventajosamente fibras direccionales, en particular, fibras unidireccionales, en las que la dirección de las fibras se ha adaptado para ajustarse al uso previsto. En las capas de cobertura reforzadas con fibras, pueden estar presentes cordones de acero de alta resistencia y elongación.

El refuerzo también se puede aplicar entre subcapas de la capa núcleo de un termoplástico en donde se incorpora un agente de soplado químico o físico, en particular, un agente expansor. Los ejemplos de dicho refuerzo comprenden capas reforzadas con fibras (de vidrio), capas de metal, cordones de acero.

5 Otra realización preferida para la estructura inicial es una estera hecha de tanto fibras inorgánicas como fibras termoplásticas, por ejemplo, una estera fabricada con fibras de vidrio y fibras de propileno o fibras inorgánicas y polvos termoplásticos.

10 Los aditivos, como los agentes de nucleación, plastificantes, mejoradores de la resistencia a la fusión y nanopartículas también pueden estar presentes en la primera capa termoplástica.

Las placas de prensa de la prensa de acuerdo con la invención tienen superficies planas. También se contempla que una o ambas placas de prensa tengan una configuración de superficie curvada en 2D o 3D.

15 La invención también se refiere a un método para fabricar un panel sándwich en una prensa que tiene placas de prensa, dicho panel sándwich comprende al menos una capa de espuma de un primer termoplástico y capas de cobertura, comprendiendo el método las etapas de:

20 a) proporcionar una estructura inicial que comprenda al menos una capa de un primer termoplástico y dos capas de cobertura; en donde dicha al menos una capa de dicho primer termoplástico comprenda un agente de soplado físico;

25 b) calentar por contacto dicha estructura inicial entre las placas de prensa de la prensa hasta una temperatura de formación de espuma mientras se mantiene la presión sobre la estructura inicial mediante las placas de prensa;

30 c) a dicha temperatura de formación de espuma, espumar dicha al menos una capa de dicho primer termoplástico que comprende el agente de soplado físico apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se mantiene una presión sobre la estructura que se está espumando, en donde se hace que aumente el volumen hasta un volumen final y luego se mantiene constante, obteniendo de este modo dicho panel sándwich;

35 d) enfriamiento inicial de dicho panel sándwich en un volumen final constante mientras se presuriza en contacto con las placas de prensa hasta una temperatura por debajo de la temperatura de transición vítrea del primer termoplástico que comprende el agente de soplado físico, tal como 20-40 °C por encima del punto de ebullición del agente de soplado físico, mediante conversión del agua caliente a presión en las placas de prensa en vapor;

40 e) enfriamiento final del panel sándwich enfriado inicialmente de la etapa d); y

f) apertura de la prensa y extracción del panel sándwich enfriado en la etapa e) de la prensa.

45 El agente de soplado físico del primer termoplástico reduce la temperatura de transición vítrea del primer termoplástico. En la etapa d) anterior, la temperatura de transición vítrea es la del primer termoplástico que incluye el agente de soplado físico. Como pauta general, la temperatura final de la etapa de enfriamiento inicial se puede establecer en algunas decenas de grados Celsius, tal como en el intervalo de 20-40 °C, por encima del punto de ebullición del agente de soplado físico.

50 La invención también se refiere a un método para fabricar un panel sándwich en una prensa que tiene placas de prensa, dicho panel sándwich comprende al menos una capa de espuma de un primer termoplástico y capas de cobertura, comprendiendo el método las etapas de:

55 a) proporcionar una estructura inicial que comprenda al menos una capa de un primer termoplástico y dos capas de cobertura; en donde dicha al menos una capa de dicho primer termoplástico comprenda un agente de soplado químico que tiene una temperatura de descomposición por encima de la temperatura de fusión o al intervalo de fusión del primer termoplástico;

60 b) calentar por contacto dicha estructura inicial entre las placas de prensa de la prensa hasta una temperatura por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico para que se produzca la descomposición del agente de soplado químico, obteniendo de este modo una estructura intermedia en donde el agente de soplado químico descompuesto está presente en la al menos una capa del primer termoplástico mientras se mantiene la presión sobre la estructura inicial mediante las placas de prensa;

65 c) después de la descomposición del agente de soplado químico, enfriar la estructura intermedia así obtenida hasta una temperatura de formación de espuma mediante conversión del agua caliente a presión en las

placas de prensa en vapor, mientras se mantiene la presión sobre la estructura intermedia mediante las placas de prensa;

5 c) a dicha temperatura de formación de espuma, espumar dicha al menos una capa de dicho primer termoplástico que comprende el agente de soplado químico descompuesto apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se mantiene una presión sobre la estructura que se está espumando, en donde se hace que aumente el volumen hasta un volumen final y luego se mantiene constante, obteniendo de este modo dicho panel sándwich;

10 e) enfriamiento adicional de dicho panel sándwich en un volumen final constante mientras se presuriza en contacto con las placas de prensa hasta una temperatura por debajo de la temperatura de transición vítrea o la temperatura o el intervalo de fusión del primer termoplástico mediante conversión del agua caliente a presión en las placas de prensa en vapor;

15 f) enfriamiento final del panel sándwich de la etapa e); y

g) apertura de la prensa y extracción del panel sándwich enfriado en la etapa f) de la prensa.

20 Los métodos de acuerdo con la invención, en donde al menos una etapa del enfriamiento después de la formación de espuma se realiza mediante la conversión del agua caliente a presión en vapor, ofrece las mismas ventajas que la prensa esbozada anteriormente. Las diversas realizaciones ventajosas y preferidas de la prensa son aplicables al método de manera similar, incluso la condensación del vapor en un condensador para la recuperación del calor.

25 En el caso de los agentes de soplado químicos, la temperatura de formación de espuma está por encima de las temperaturas de transición vítrea para los termoplásticos amorfos y por encima del punto o el intervalo de fusión para los termoplásticos (semi) cristalinos.

30 La formación de espuma se produce bajo el contacto con presión controlada de la estructura inicial por las placas de prensa, que se alejan unas de otras. Durante la formación de espuma se hace aumentar el volumen de la estructura hasta un volumen final, en particular, un espesor final, y luego se mantiene constante, obteniendo de este modo dicho panel sándwich. Debido a la diferencia entre la temperatura de operación de la etapa de formación de espuma y la baja temperatura final (normalmente temperatura ambiente), puede suceder una reducción del volumen dependiente de la temperatura (contracción). En cualquier caso, no se produce una mayor expansión. Como se ha explicado anteriormente, la etapa de enfriamiento que utiliza la transformación de fase se puede realizar parcialmente a presión reducida.

La invención se ilustra además mediante los dibujos adjuntos, en donde

40 La Figura 1 es una representación esquemática de una primera realización de acuerdo con la invención; y

La Figura 2 es una representación esquemática de una segunda realización de acuerdo con la invención.

En las figuras, los componentes y las partes similares se indican con los mismos números de referencia.

45 En la Figura 1, una realización de una prensa para fabricar un panel sándwich se indica en su totalidad con el número de referencia 10. La prensa 10 comprende dos placas de prensa 12 y 14 respectivamente, que se pueden desplazar una con respecto a la otra. Por ejemplo, la placa de prensa inferior 14 puede tener una posición fija, mientras que la placa de prensa superior 12 se puede desplazar verticalmente, como lo indica una flecha, por ejemplo, por un cilindro hidráulico (no mostrado). Cada placa de prensa 12, 14 tiene al menos un canal de flujo interno 16 en su cuerpo, que se extiende desde una entrada 18 hasta una salida 20. Normalmente, varios canales de flujo internos se distribuyen en el cuerpo sin afectar la resistencia de la placa de prensa más allá de un valor crítico en relación con las presiones que se ejercen durante el funcionamiento. La entrada 18 está conectada a la salida 21 de un calentador 22 por medio de la línea de suministro de fluido 24. El calentador 22 está configurado para suministrar agua caliente a presión, por ejemplo, utilizando una caldera y una bomba (no se muestran por separado). La salida 20 está conectada a la entrada 25 de un calentador 22 a través de la línea de retorno de fluido 26. Juntos, el calentador 22, la línea de suministro de fluido 24, los canales de flujo internos 16 y la línea de retorno de fluido 26 están en comunicación fluida entre sí y forman un circuito de circulación utilizado para suministrar calor a las placas de prensa. Se proporcionan válvulas apropiadas 28 y 30 en la línea de suministro de fluido 24 y la línea de retorno de fluido 26. Como se muestra esquemáticamente en esta realización, la línea de retorno de fluido 26 tiene un ramal 32 provisto de una válvula de expansión 34 que permite aliviar la presión y generar de este modo vapor a partir del agua caliente a presión presente en los canales de flujo 16 de las placas de prensa 12 y 14, en donde el calor utilizado para la conversión del agua en vapor se extrae de las placas de prensa, enfriando de este modo las placas de prensa y, como resultado, la estructura tipo sándwich. El vapor generado se condensa en el condensador 36 para recuperar el calor del vapor. El condensado (agua) puede regresar al calentador 22. Una fuente de agua 38 con temperatura controlada que tiene una salida 39, tal como un grifo o un tanque, está en comunicación fluida con la entrada 18 del canal de flujo interno 16 para un enfriamiento relativamente lento de la respectiva placa de prensa 12, 14 a través de una línea de suministro de agua

40. La salida 20 está conectada al calentador 22, en este caso a la línea de retorno de fluido 26 para compensar el agua perdida por la generación de vapor. A través de la línea de retorno de agua 41, el agua también puede volver a la fuente de agua 38. Un dispositivo de control 42 tal como un PC o PLC, que tiene un procesador 44 y una memoria 46 controla el funcionamiento de la prensa 10, incluso su apertura y cierre, las condiciones como la temperatura, la presión y los caudales del agua caliente a presión suministrada, el vapor para el (pre)calentamiento y el enfriamiento inicial y del agua a temperatura controlada para enfriamiento adicional y el equipo asociado, como calentador(es), válvulas de control, válvulas de expansión e inyectores venturi.

Una estructura inicial (mostrada en dos dimensiones) se indica con el número de referencia 50 y comprende una capa núcleo 52 entre las pieles 54 y 56. En esta realización, la capa núcleo 52 está compuesta por un termoplástico que comprende un agente de soplado físico. Las pieles 54 y 56 son ventajosamente capas termoplásticas reforzadas con fibras de vidrio, en donde preferentemente el termoplástico es el mismo que el de la capa núcleo 52.

La estructura inicial 50 se coloca sobre la placa de prensa inferior precalentada 14 de manera que encaje en su periferia, de modo que se evita la expansión/formación de espuma lateral (horizontal). Las placas de prensa 12 y 14 se han precalentado hasta la temperatura de formación de espuma, dependiendo del termoplástico utilizado, tal como en el intervalo de 170-190 °C. La prensa 10 se cierra de modo que ambas placas de prensa 12 y 14 contacten con la estructura inicial 50. El cierre de la prensa se realiza rápidamente para evitar la formación de espuma prematura e incontrolada de la capa núcleo 52 antes de que las placas de prensa 12, 14 apliquen presión. Cuando se obtiene una temperatura de formación de espuma homogénea (por encima de la temperatura de ebullición del agente de soplado físico) de la estructura inicial 50, se aumenta de manera controlada la distancia entre las placas de prensa 12, 14, de modo que las pieles 54, 56 mantienen su contacto con la respectiva placa de prensa 12, 14 y, por tanto, se ejerce presión. Una vez que la distancia ha aumentado hasta un valor predeterminado de la misma y, por tanto, la estructura inicial, en particular, la capa núcleo de la misma, se ha espumado hasta el correspondiente espesor predeterminado, se interrumpe el flujo de agua caliente a presión a través de los canales de flujo 16 y se inicia el enfriamiento operando la válvula de expansión 34 y el enfriamiento continúa hasta que se alcanza una temperatura inferior predeterminada, tal como en el intervalo de 110-150 °C. A esta temperatura, el efecto de enfriamiento por conversión en vapor es menos eminente y el enfriamiento posterior de las placas de prensa 12, 14 se realiza por el agua de la fuente de agua 38 con una temperatura controlada en el intervalo de 40-90 °C para enfriar el panel sándwich hasta una temperatura de aproximadamente entre 80 y 95 °C a la cual ya no se forma espuma.

Se puede realizar un enfriamiento adicional hasta la temperatura ambiente en la prensa 10 haciendo circular agua derivada de la fuente 38 que tiene una temperatura controlada inferior a través de las placas de prensa 12, 14.

En el caso de un agente de soplado químico, la prensa se calienta hasta una temperatura por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico.

Normalmente, las placas de prensa 12 y 14 se precalientan hasta una temperatura muy por encima de la temperatura de fusión o el intervalo de fusión del termoplástico utilizado y por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico. Alternativamente, las placas de prensa 12 y 14 se precalientan hasta una temperatura por debajo del punto de fusión del termoplástico que se va a espumar y, por tanto, también por debajo de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico, que es superior a dicha temperatura de fusión. Después de cerrar la prensa 10, la temperatura de la estructura inicial se eleva aún más calentando las placas de prensa 12, 14 hasta una temperatura por encima de la temperatura de descomposición. Después de la descomposición del agente de soplado, la estructura se enfría rápidamente hasta una temperatura adecuada por encima del punto/intervalo de fusión del termoplástico interrumpiendo el flujo de agua caliente a presión a través de los canales de flujo 16 y se inicia el enfriamiento operando la válvula de expansión 34 y se continúa el enfriamiento hasta que se alcanza la temperatura inferior predeterminada por encima de la temperatura de fusión del termoplástico. Cuando la estructura inicial todavía bajo presión ha alcanzado una temperatura homogénea justo por encima de la temperatura de fusión del termoplástico utilizado en la capa núcleo, la distancia entre las placas de prensa 12, 14 se aumenta de manera controlada, de modo que las pieles 54, 56 mantienen su contacto con la respectiva placa de prensa 12, 14 y, por tanto, se ejerce presión. Una vez que la distancia ha aumentado hasta un valor predeterminado del mismo y, por tanto, la estructura inicial, en particular, su capa núcleo, se ha espumado hasta el correspondiente espesor predeterminado, se reinicia el enfriamiento operando la válvula de expansión 34 y se continúa el enfriamiento como se ha explicado anteriormente en el presente documento.

Se puede omitir el enfriamiento intermedio desde la temperatura de descomposición hasta la temperatura de fusión del termoplástico. Entonces, la formación de espuma se realiza a una temperatura de formación de espuma relativamente alta.

La Figura 2 muestra una segunda realización de una prensa de acuerdo con la invención, que es similar a la de la Figura 1, excepto que el calentador 22 está configurado para generar vapor y la prensa 10 se calienta por vapor. Para llenar los canales de flujo internos 16 con agua caliente a presión antes del enfriamiento, se proporciona una conexión venturi 80 entre otra fuente de agua caliente a presión 82 y la entrada 18, normalmente en cada entrada de un canal de flujo interno 16.

En la Figura 1, una bomba de vacío 90 controlada por el dispositivo de control 42 está a través de conductos provistos de válvulas de control, conectados de forma fluida a los canales de flujo 16, dicha bomba 90 puede operarse para reducir la presión de los canales de flujo internos 16, si corresponde. Esta disposición también se puede incorporar en la realización de la Figura 2.

REIVINDICACIONES

1. Prensa (10) para fabricar un panel sándwich, que comprende una primera y una segunda placa de prensa (12; 14) que están configuradas para ser móviles una respecto a la otra, teniendo la prensa un circuito de circulación de fluido para calentar y enfriar las placas de prensa,

en donde el circuito de circulación de fluido comprende un calentador (22) para generar un fluido calentado que tiene una salida (21) conectada a un conducto de suministro de fluido (24), y una entrada (25) conectada a un conducto de retorno de fluido (26), en donde el conducto de suministro de fluido (24) está en comunicación fluida con una entrada (18) de al menos un canal de flujo interno (16) en cada placa de prensa (12; 14) y el conducto de retorno de fluido (26) está en comunicación fluida con una salida (20) del al menos un canal de flujo interno (16) de cada placa de prensa (12, 14), en donde el circuito de circulación de fluido está provisto de una fuente de agua (38) cuya salida (39) está en comunicación fluida con la entrada (18) del al menos un canal de flujo interno (16) de cada placa de prensa (12; 14) a través de un conducto de suministro de agua (40),

caracterizado por que

el circuito de circulación de fluido esta provisto de una válvula de expansión controlada (34) configurada para la conversión de agua caliente a presión en vapor para enfriar las placas de prensa (12, 14).

2. Prensa de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el calentador (22) está configurado para generar agua caliente a presión.

3. Prensa de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el calentador (22) está configurado para generar vapor, y el circuito de circulación de fluido está provisto de una conexión venturi conectada a una fuente de agua caliente para introducir agua caliente a presión en el al menos un canal de flujo interno (16) de cada placa de prensa (12, 14)

4. Prensa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la válvula de expansión controlada (34) está conectada a un condensador (36) para recuperar el calor del vapor.

5. Prensa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un conducto de retorno de agua (41) entre la salida (20) del al menos un canal de flujo interno (16) de cada placa de prensa (12; 14) y la fuente de agua (38).

6. Prensa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un controlador (42) que comprende un procesador (44) y una memoria (46) que almacena instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador, realizan procesos, que incluyen:

precalentar las placas de prensa haciendo fluir un fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido; cerrar la prensa acercando entre sí las placas de prensa precalentadas y ejerciendo una presión sobre una estructura inicial del panel sándwich que se va a fabricar;

continuar calentando las placas de prensa haciendo fluir un fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido calentando de este modo la estructura inicial hasta la temperatura de formación de espuma, mientras se ejerce una presión sobre la estructura inicial;

espumar la estructura inicial a la temperatura de formación de espuma apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se mantiene una presión sobre la estructura que se está espumando;

interrumpir el flujo del fluido caliente a través del circuito de circulación de fluido;

enfriar las placas de prensa accionando la válvula de expansión controlada, convirtiendo de este modo el agua caliente a presión en vapor; y

enfriar las placas de prensa haciendo fluir agua que tiene una temperatura controlada a través de los canales de flujo internos de las placas de prensa.

7. Prensa de acuerdo con la reivindicación 6, en donde las instrucciones legibles por ordenador también comprenden la apertura de la prensa para extraer el panel sándwich terminado.

8. Prensa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una bomba de vacío (90) conectada a los canales de flujo (16) para una reducción adicional de la presión.

9. Método para fabricar un panel sándwich en una prensa (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo la prensa (10) placas de prensa (12, 14), dicha estructura sándwich comprende al menos una capa de espuma (52) de un primer termoplástico y capas de cobertura (54, 56), comprendiendo el método las etapas de:

a) proporcionar una estructura inicial (50) que comprenda al menos una capa (52) de un primer termoplástico y dos capas de cobertura (54, 56); en donde dicha al menos una capa (52) de dicho primer termoplástico comprenda un agente de soplado físico;

- b) calentar por contacto dicha estructura inicial (50) entre las placas de prensa (12, 14) de la prensa (10) hasta una temperatura de formación de espuma mientras se mantiene la presión sobre la estructura inicial (50) mediante las placas de prensa (12, 14);
- 5 c) a dicha temperatura de formación de espuma, espumar dicha al menos una capa (52) de dicho primer termoplástico que comprende el agente de soplado físico apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se mantiene una presión sobre la estructura que se está espumando, en donde se hace que aumente el volumen hasta un volumen final y luego se mantiene constante, obteniendo de este modo dicho panel sándwich;
- 10 d) enfriamiento inicial de dicho panel sándwich a un volumen final constante mientras se presuriza en contacto con las placas de prensa (12, 14) hasta una temperatura por debajo de la temperatura de transición vítrea del primer termoplástico que comprende el agente de soplado físico accionando una válvula de expansión controlada (34) convirtiendo de este modo el agua caliente a presión en las placas de prensa (12, 14) en vapor;
- e) enfriamiento final del panel sándwich enfriado inicialmente de la etapa d); y
- f) apertura de la prensa (10) y extracción del panel sándwich enfriado de la etapa e) de la prensa (10).
- 15 10. Método para fabricar un panel sándwich en una prensa (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo la prensa (10) placas de prensa (12, 14), dicho panel sándwich comprende al menos una capa de espuma (52) de un primer termoplástico y capas de cobertura (54, 56), comprendiendo el método las etapas de:
- 20 a) proporcionar una estructura inicial (50) que comprenda al menos una capa (52) de un primer termoplástico y dos capas de cobertura (54, 56); en donde dicha al menos una capa (52) de dicho primer termoplástico comprenda un agente de soplado químico que tiene una temperatura de descomposición por encima de la temperatura de fusión o el intervalo de fusión del primer termoplástico;
- 25 b) calentar por contacto dicha estructura inicial (50) entre las placas de prensa (12, 14) de la prensa (10) hasta una temperatura por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico para que se produzca la descomposición del agente de soplado químico, obteniendo de este modo una estructura intermedia en donde el agente de soplado químico descompuesto está presente en la al menos una capa (52) del primer termoplástico mientras se mantiene la presión sobre la estructura inicial (50) mediante las placas de prensa (12, 14);
- 30 c) después de la descomposición del agente de soplado químico, enfriamiento de la estructura intermedia así obtenida hasta una temperatura de formación de espuma al accionar una válvula de expansión controlada (34) convirtiendo de este modo el agua caliente a presión en las placas de prensa (12, 14) en vapor, mientras se mantiene la presión sobre la estructura intermedia (50) mediante las placas de prensa (12, 14);
- 35 d) a dicha temperatura de formación de espuma, espumar dicha al menos una capa (52) de dicho primer termoplástico que comprende el agente de soplado químico descompuesto apartando las placas de prensa una distancia predeterminada, mientras se ejerce una presión sobre la estructura que se está espumando, en donde se hace que aumente el volumen hasta un volumen final y luego se mantiene constante, obteniendo de este modo dicho panel sándwich;
- e) enfriamiento adicional de dicho panel sándwich a un volumen final constante mientras se presuriza en contacto con las placas de prensa (12, 14) hasta una temperatura por debajo de la temperatura de transición vítrea o temperatura de fusión o intervalo del primer termoplástico accionando la válvula de expansión controlada (34) convirtiendo de este modo el agua caliente (a presión) en las placas de prensa (12, 14) en vapor
- 40 f) enfriamiento final del panel sándwich de la etapa e); y
- g) apertura de la prensa (10) y extracción del panel sándwich enfriado en la etapa f) de la prensa (10).
- 45 11. Método de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde una etapa de enfriamiento mediante la conversión de agua caliente a presión en vapor se realiza a presión reducida.

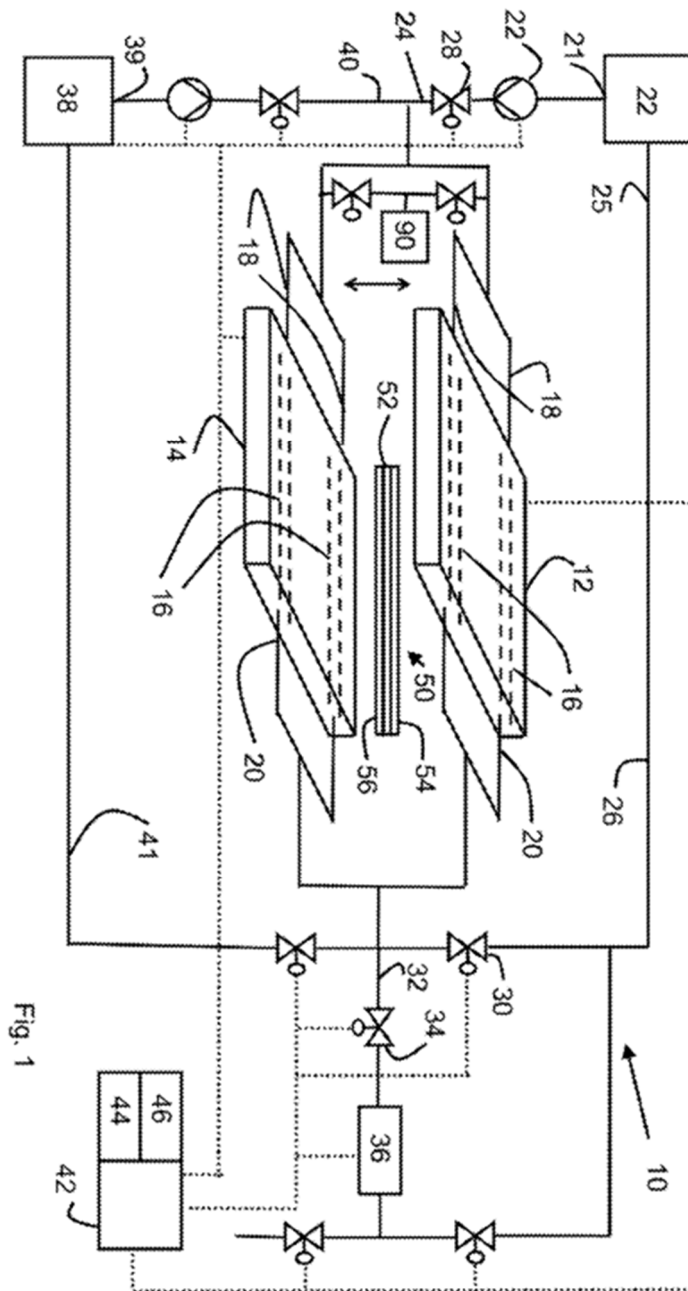


Fig. 1

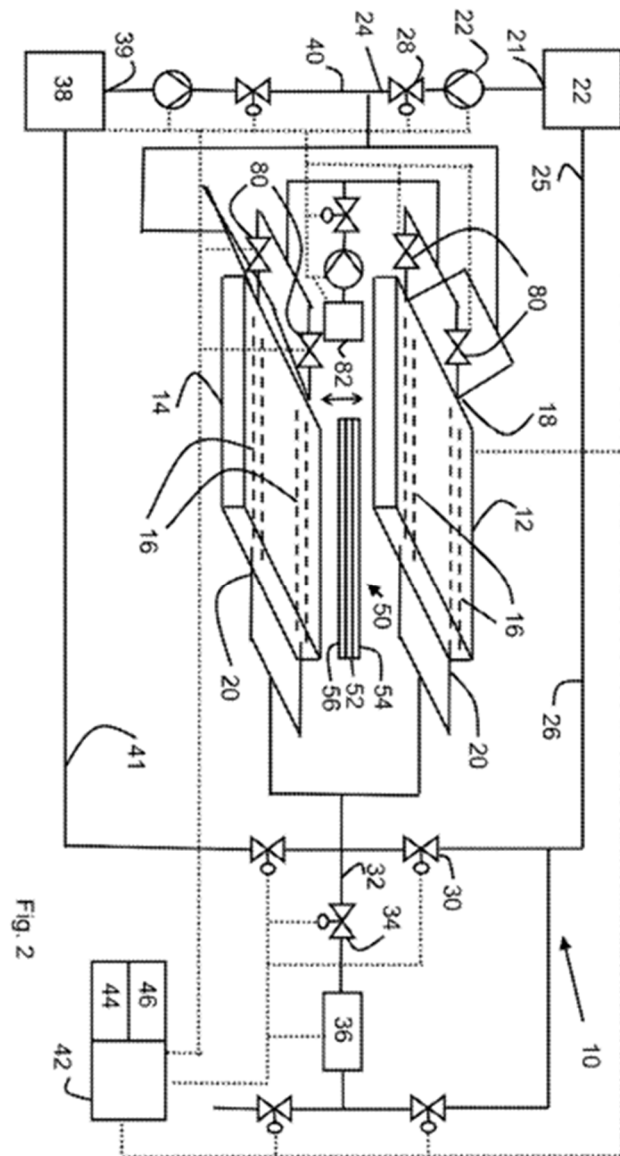


Fig. 2