

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 229**

51 Int. Cl.:

B29C 70/54 (2006.01)
B32B 5/06 (2006.01)
B32B 7/08 (2009.01)
B32B 3/12 (2006.01)
B32B 3/26 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
B32B 5/22 (2006.01)
B32B 5/24 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 7/06 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.11.2015 PCT/GB2015/053290**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2016 WO16071676**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2015 E 15790236 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2022 EP 3215355**

54 Título: **Métodos y precursores para la fabricación de una pieza compuesta perforada**

30 Prioridad:

03.11.2014 GB 201419529

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.12.2022

73 Titular/es:

**SHORT BROTHERS PLC (100.0%)
Airport Road
Belfast, BT3 9DZ, GB**

72 Inventor/es:

**WILSON, ROBERT SAMUEL y
MILLAR, TONY**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 930 229 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

Métodos y precursores para la fabricación de una pieza compuesta perforada

Referencia cruzada a solicitud relacionada y reclamación de prioridad

5 La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de la Patente GB No. GB 1419529.1 presentada el 3 de noviembre de 2014.

Campo técnico

La divulgación se refiere en general a la fabricación de piezas compuestas y, más en particular, a la fabricación de piezas tales como hojas de revestimiento compuestas de dispositivos de atenuación acústica que usan fibras de sacrificio.

10 Antecedentes de la técnica

Reducir el ruido de aeronaves es importante para el crecimiento del transporte aéreo y para mejorar la calidad de vida de las personas que viven cerca de los aeropuertos. El ruido asociado con una aeronave puede provenir de diversas fuentes en la aeronave y por diversos mecanismos. Por ejemplo, un ventilador de un motor de aeronave de tipo turbofán puede ser una fuente dominante de ruido durante el despegue y el aterrizaje de una aeronave que tenga modernos motores de aeronaves de tipo turbofán de alta relación de derivación.

Se conoce el uso de dispositivos atenuadores de ruido en el interior de motores de aeronaves. Los dispositivos atenuadores de ruido existentes pueden diseñarse para lograr un rendimiento acústico deseado. Sin embargo, diseñar y fabricar tales dispositivos atenuadores de ruido según las especificaciones requeridas para lograr el rendimiento acústico deseado puede ser difícil, lento y costoso.

20 Se pueden encontrar ejemplos de tales dispositivos en el documento GB 2 404 966 A, donde se describe un panel de atenuación de ruido usado para atenuar el ruido en motores de aeronaves que incluye un núcleo celular y una hoja frontal formada con una serie de orificios, y en el documento EP 0 361 796 A2 donde se describe un método para proporcionar un material compuesto conformable que comprende proporcionar un material de refuerzo que tiene una pluralidad de capas superpuestas, consistiendo cada capa en una pluralidad de hilos o hilos no tejidos unidireccionales colocados uno al lado del otro y cosidos con una fibra de sacrificio

Por lo tanto, es deseable la mejora.

Sumario

En un aspecto, la divulgación describe un método de fabricación de una pieza compuesta perforada. El método comprende:

30 producir un precursor que comprende fibras estructurales incrustadas en un material de matriz curado e interpuestas entre dos capas removibles, comprendiendo también el precursor una fibra de sacrificio que se extiende a través de las capas removibles, el material de matriz y entre las fibras estructurales;

retirar al menos una de las capas removibles del precursor; y

35 retirar la fibra de sacrificio del precursor después de retirar al menos una de las capas removibles para formar un orificio pasante en el precursor en una ubicación de la fibra de sacrificio.

La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender hacer que la fibra de sacrificio se desintegre.

La retirada de al menos una de las capas removibles puede provocar que un extremo de la fibra de sacrificio quede expuesto para facilitar la desintegración de la fibra de sacrificio.

La retirada de al menos una de las capas removibles provoca el corte de la fibra de sacrificio.

40 El método puede comprender retirar la fibra de sacrificio después de retirar las dos capas removibles.

La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender provocar la evaporación de la fibra de sacrificio.

La fibra de sacrificio puede comprender un poliéster alifático termoplástico.

La fibra de sacrificio puede comprender una polilactida (PLA).

La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender provocar la disolución de la fibra de sacrificio.

45 La fibra de sacrificio puede comprender uno de: poliácridamidas, poliácridatos, copolímeros de acrilamida-acrilato de dimetilaminoetilo, poliaminas, polietileniminas, poliamidoaminas y óxido de polietileno.

La fibra de sacrificio puede comprender uno de: óxido de polietileno soluble en agua, acetato de celulosa hidrolizada y alcohol polivinílico.

La fibra de sacrificio se puede recubrir con un agente que impide una reacción química entre la fibra de sacrificio y el material de matriz.

- 5 Las fibras estructurales pueden ser parte de una tela no ondulada.

Las capas removibles pueden comprender una tela de fibra de vidrio recubierto de politetrafluoroetileno.

El método comprende pelar las capas removibles del precursor para provocar el corte de la fibra de sacrificio.

- 10 También se describe un método (no según la reivindicación 1) de fabricación de una pieza compuesta perforada usando un precursor que comprende fibras estructurales incrustadas en un material de matriz curado e interpuestas entre dos capas removibles donde el precursor también comprende una fibra de sacrificio que se extiende a través de las capas removibles, el material de matriz y entre las fibras estructurales. El método comprende:

retirar las capas removibles del precursor; y

retirar la fibra de sacrificio del precursor después de retirar las capas removibles para formar un orificio pasante en el precursor en una ubicación de la fibra de sacrificio.

- 15 La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender hacer que la fibra de sacrificio se desintegre.

La retirada de las capas removibles puede hacer que los extremos de la fibra de sacrificio queden expuestos para facilitar la desintegración de la fibra de sacrificio.

La retirada de las capas removibles provoca el corte de la fibra de sacrificio.

La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender provocar la evaporación de la fibra de sacrificio.

- 20 La retirada de la fibra de sacrificio puede comprender provocar la disolución de la fibra de sacrificio.

El método comprende pelar las capas removibles del precursor para provocar el corte de la fibra de sacrificio.

En un aspecto adicional, la divulgación describe un precursor de fabricación de una pieza compuesta perforada. El precursor comprende:

- 25 una estratificación que tiene una primera cara y una segunda cara opuesta, comprendiendo la estratificación fibras estructurales incrustadas en un material de matriz curado e interpuestas entre la primera cara y la segunda cara; y

una fibra de sacrificio que se extiende a través de la estratificación y a través de la primera cara y la segunda cara de la estratificación, siendo la fibra de sacrificio removible de la estratificación para formar un orificio pasante en la estratificación en una ubicación de la fibra de sacrificio; y

- 30 un elemento de corte de fibras removible unido a la estratificación y configurado para cortar la fibra de sacrificio al retirar el elemento de corte de fibras de la estratificación.

El elemento de corte de fibras comprende una primera capa exterior removible dispuesta contra la primera cara de la estratificación. El precursor puede comprender una segunda capa exterior removible dispuesta contra la segunda cara de la estratificación.

El elemento de corte de fibra puede configurarse para que no se una químicamente con el material de matriz.

- 35 El elemento de corte de fibra puede comprender una tela de fibra de vidrio recubierta de politetrafluoroetileno.

La fibra de sacrificio se puede recubrir con un agente que impide una reacción química entre la fibra de sacrificio y el material de matriz.

Las fibras estructurales pueden ser parte de una tela no ondulada.

- 40 La fibra de sacrificio puede estar configurada para evaporarse a una temperatura que de otro modo no sea perjudicial para las fibras estructurales o el material de matriz.

La fibra de sacrificio puede comprender un poliéster alifático termoplástico.

La fibra de sacrificio puede comprender una polilactida (PLA).

La fibra de sacrificio puede estar configurada para disolverse usando un disolvente que de otro modo no sea perjudicial para las fibras estructurales o para el material de matriz.

La fibra de sacrificio puede ser soluble en agua.

La fibra de sacrificio puede comprender uno de: poliacrilamidas, poliacrilatos, copolímeros de acrilamida-acrilato de dimetilaminoetilo, poliaminas, polietileniminas, poliamidoaminas y óxido de polietileno.

5 La fibra de sacrificio puede comprender uno de: poli(óxido de etileno) soluble en agua, acetato de celulosa hidrolizada y alcohol polivinílico.

Detalles adicionales de estos y otros aspectos del objeto de esta solicitud serán evidentes a partir de la descripción detallada y los dibujos que se incluyen a continuación.

Descripción de los dibujos

Ahora se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

10 La figura 1 es una vista axonométrica parcial que incluye una porción recortada de un dispositivo atenuador de ruido de ejemplo;

La figura 2A es una vista en sección transversal parcial del dispositivo atenuador de ruido de la figura 1 tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1 que muestra orificios de ejemplo a través de una hoja frontal perforada compuesta del dispositivo según una realización;

15 La figura 2B es una vista en sección transversal parcial del dispositivo atenuador de ruido de la figura 1 tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1 que muestra otros orificios de ejemplo a través de la hoja frontal perforada compuesta del dispositivo según otra realización;

La figura 3 es una representación esquemática en sección transversal de un precursor de ejemplo usado en la fabricación de la hoja frontal compuesta perforada del dispositivo atenuador de ruido de la figura 1;

20 La figura 4 ilustra formas de sección transversal de ejemplo para una fibra de sacrificio insertada en el precursor de la figura 3;

La figura 5 es una vista en despiece ordenado de una estratificación de fibras estructurales de ejemplo y dos capas exteriores removibles del precursor de la figura 3;

25 La figura 6 ilustra la aplicación de una puntada de ejemplo de una fibra de sacrificio a través de capas exteriores removibles y también a través de fibras estructurales del precursor de la figura 3;

La figura 7 es una vista axonométrica de la puntada de ejemplo de la fibra de sacrificio aplicada de acuerdo con el método de costura ilustrado en la figura 6;

La figura 8 ilustra la aplicación de otra puntada de ejemplo de una fibra de sacrificio a través de capas exteriores removibles y también a través de fibras estructurales del precursor de la figura 3;

30 Las figuras 9A, 9B y 9C muestran respectivamente una vista desde arriba, en sección transversal y desde abajo del precursor de la figura 3 que comprende una fibra de sacrificio cosida de acuerdo con el método de cosido ilustrado en la figura 8;

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de la hoja frontal compuesta perforada del dispositivo atenuador de ruido de la figura 1;

35 La figura 11 es una representación en sección transversal esquemática de una hoja frontal compuesta perforada de ejemplo del dispositivo atenuador de ruido de la figura 1 fabricado de acuerdo con el método de la figura 10; y

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de ejemplo del método de la figura 10.

Descripción detallada

Los aspectos de diversas realizaciones se describen con referencia a los dibujos.

40 La presente divulgación se refiere a la fabricación de piezas compuestas perforadas. Tales piezas compuestas pueden, por ejemplo, ser una pieza de dispositivos atenuadores de ruido, a veces denominados "revestimientos acústicos" o "paneles acústicos" para aeronaves y otras aplicaciones. En diversos aspectos, la presente divulgación se refiere a la fabricación de piezas tales como hojas frontales perforadas de dispositivos atenuadores de ruido que comprenden materiales compuestos que incluyen estructuras reforzadas con fibra de carbono, fibra de vidrio y/o fibra

45 natural. Los dispositivos de atenuación de ruido tales como los que se mencionan en este documento pueden ser apropiados para su uso en motores de aeronaves, cabinas de pasajeros de aeronaves, trenes, camiones u otros vehículos, armazones/cuerpos estructurales de aeronaves y otros vehículos, y en aplicaciones industriales/civiles u otras que requieran atenuación de ruido.

En algunas realizaciones, la fabricación de piezas compuestas perforadas, tales como hojas frontales para dispositivos atenuadores de ruido, puede comprender el uso de fibra(s) de sacrificio(s) insertado(s) en precursores compuestos y posteriormente retiradas para formar uno o más orificios en las piezas compuestas. La retirada de las fibras de sacrificio puede comprender, por ejemplo, retirar mecánicamente las fibras de sacrificio o hacer que las fibras de sacrificio se desintegren. El uso de fibras de sacrificio para formar orificios en hojas frontales perforadas puede tener ventajas sobre los métodos convencionales de formación de orificios (por ejemplo, perforación mecánica, perforación con láser, granallado de un laminado enmascarado). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el uso de fibras de sacrificio puede dar como resultado piezas compuestas comparativamente más fuertes porque los orificios no atraviesan (es decir, intersectan, dañan) las fibras estructurales de las piezas, lo que de otro modo podría ocurrir usando otros métodos de perforación convencionales. Además, evitar daños a las fibras estructurales también puede reducir el riesgo de exponer secciones cortadas de las fibras estructurales a la humedad y, así, reducir el riesgo de entrada de fluidos y delaminación. Además, en contraste con algunos métodos de perforación con láser, el uso de fibras de sacrificio como se describe en este documento puede no causar zonas significativamente afectadas por el calor y delaminación local alrededor de los orificios producidos en las piezas. Estas y otras ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

La figura 1 es una vista axonométrica parcial que incluye una porción recortada de un dispositivo 10 atenuador de ruido de ejemplo según la presente divulgación. El dispositivo 10 atenuador de ruido puede comprender una o más hojas 12 frontales perforadas (denominadas en lo sucesivo "hoja 12 frontal"), uno o más núcleos 14 alveolares u otros núcleos celulares (denominados en lo sucesivo "núcleo 14 celular") y una o más placas 16 de respaldo reflectantes de sonido (denominadas en lo sucesivo como "placa 16 de respaldo"). El núcleo 14 celular se puede unir entre la hoja 12 frontal y la placa 16 de respaldo. El núcleo 14 celular puede dividir el espacio entre la hoja 12 frontal y la placa 16 de respaldo en una pluralidad de celdas 14A paralelas. La hoja 12 frontal puede comprender uno o más orificios 18 que se extienden a través de esta. El número, tamaño, forma y espaciado de los orificios 18 se pueden seleccionar según los métodos conocidos u otros para establecer el rendimiento acústico deseado. En algunas realizaciones, los orificios 18 pueden especificarse de modo que entre aproximadamente el 5 % y aproximadamente 12 % del área superficial de la hoja 12 frontal esté perforada. En algunas realizaciones, los orificios 18 pueden seleccionarse de modo que se perfora entre aproximadamente el 4 % y aproximadamente el 10 % del área superficial de la hoja 12 frontal. En algunas realizaciones, los orificios 18 pueden seleccionarse de modo que se perfora entre aproximadamente el 5 % y aproximadamente el 20 % del área superficial de la hoja 12 frontal. En algunas realizaciones, la placa 16 de respaldo también puede estar perforada para permitir el paso de aire caliente con fines antihielo.

Durante el uso, la hoja 12 frontal puede estar frente a una fuente de ruido y la atenuación de las ondas sonoras que inciden en la hoja 12 frontal puede ocurrir según un número de mecanismos, tales como: pérdida de energía debido a la fricción cuando las ondas sonoras penetran la hoja 12 frontal a través de los orificios 18; pérdida de presión cuando las ondas sonoras se expanden en las celdas 14A; y cancelación reactiva de una onda de sonido que ingresa y viaja en la celda 14A por una onda de sonido anterior que se ha reflejado y regresa de la placa 16 de respaldo. En algunas realizaciones, la profundidad de las celdas 14A (es decir, el espesor del núcleo 14) puede seleccionarse (es decir, sintonizarse) para atenuar una frecuencia o rango de frecuencias deseado. Dado que una pluralidad de orificios 18 pueden estar en comunicación con cada una de las celdas 14A, las celdas 14A pueden funcionar como una cavidad resonante de Helmholtz.

Los dispositivos atenuadores de ruido que tienen la construcción que se muestra en la figura 1 puede ser apropiado para su uso en motores de aeronaves. Por ejemplo, el dispositivo 10 atenuador de ruido puede ser apropiado para su instalación en una góndola u otra pieza del motor de una aeronave. Por ejemplo, el dispositivo 10 atenuador de ruido puede disponerse en posiciones seleccionadas dentro de los conductos de flujo de un motor de aeronave. Tales conducto(s) de flujo pueden comprender el conducto de entrada, el conducto del ventilador y/o el conjunto de boquilla de una góndola. Por ejemplo, el dispositivo 10 atenuador de ruido puede usarse como un revestimiento/panel acústico de labios o un revestimiento/panel acústico de entrada. El dispositivo 10 atenuador de ruido puede ser parte de un revestimiento/panel acústico de una sola pieza o de múltiples piezas que tiene una configuración generalmente lineal o curva. Por ejemplo, el dispositivo 10 atenuador de ruido puede ser parte de un revestimiento/panel acústico de forma anular de una sola pieza o de múltiples piezas para instalar en una góndola de un motor de aeronave y que comprende una región de atenuación de ruido que se extiende sustancialmente 360 grados alrededor de un eje central.

El dispositivo 10 atenuador de ruido mostrado en la figura 1 puede comprender un revestimiento/panel acústico de un solo grado de libertad (en lo sucesivo, "SDOF"), pero los aspectos de la presente solicitud son igualmente aplicables a revestimientos/paneles acústicos de doble grado de libertad (en lo sucesivo, "2DOF") que no se muestran específicamente en este documento. Por ejemplo, en un panel/revestimiento acústico 2DOF, la hoja 12 frontal perforada puede estar respaldada por dos capas de separador 14 celular que están separadas entre sí a través de una hoja de tabique perforada (no mostrada).

El rendimiento acústico del dispositivo 10 atenuador de ruido puede depender en gran medida de su construcción, incluidas las especificaciones de los orificios 18 y también de la profundidad de las celdas 14A en el separador 14 celular. En general, los dispositivos atenuadores de ruido de los tipos a los que se hace referencia en este documento pueden diseñarse para que sean más efectivos para reducir el nivel de ruido percibido efectivo y, de acuerdo con lo

anterior, el espesor del separador 14 celular (es decir, el espacio entre la hoja 12 frontal y la placa 16 de respaldo) puede ser de aproximadamente 1-2 pulgadas (25-50 mm).

La figura 2A es una vista en sección transversal parcial del dispositivo 10 atenuador de ruido tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1 que muestra orificios 18 de ejemplo que se extienden a través de la hoja 12 frontal del dispositivo 10 en un ángulo con el eje normal "A" de la hoja 12 frontal. Se ilustra un eje de uno de los orificios 18 y se etiqueta como "H".

La figura 2B es una vista en sección transversal parcial del dispositivo 10 atenuador de ruido tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1 que muestra orificios 18 de ejemplo que se extienden a través de la hoja 12 frontal del dispositivo 10 y que tienen un eje "H" sustancialmente paralelo al eje normal "A" de la hoja 12 frontal.

La figura 3 es una representación esquemática en sección transversal de un precursor de ejemplo 19 usado en la fabricación de la hoja 12 frontal perforada del dispositivo 10 atenuador de ruido. El precursor 19 puede comprender una preforma que incluye fibras 24 estructurales infundidas con material 26 de matriz que se ha curado parcial o totalmente. Aunque la presente divulgación se dirige principalmente a la fabricación de la hoja 12 frontal perforada, se entiende que el precursor 19 y los métodos divulgados en este documento pueden usarse de fabricación de otras piezas compuestas perforadas que tienen una estructura reforzada con fibras. De acuerdo con lo anterior, las referencias hechas en este documento a la hoja 12 frontal no pretenden ser limitativas. El precursor 19 puede tener una configuración de hoja y un eje normal "A" como se ilustra. El precursor 19 puede comprender dos capas 20 exteriores removibles, una estratificación 22 de fibras 24 estructurales incrustadas en un material 26 de matriz parcial o totalmente curado e interpuestas entre las capas 20 removibles. El precursor 19 también puede comprender una o más fibras 28 de sacrificio (denominadas en lo sucesivo "fibra 28 de sacrificio") que se extienden a través de capas 20 removibles, material 26 de matriz y entre fibras 24 estructurales. En algunas realizaciones, se puede aplicar una película de liberación relativamente delgada entre una o ambas capas 20 removibles y la estratificación 22 (por ejemplo, entre las caras 22A, 22B y sus respectivas capas 20 removibles). El uso de dicha película antiadherente puede ser beneficioso en los casos en los que se desea una superficie más lisa en las caras 22A y/o 22B.

El término "precursor", como se usa en este documento, pretende abarcar un componente o un conjunto de componentes que se usa en la fabricación de una pieza compuesta final, tal como la hoja 12 frontal, pero que se encuentra en una etapa (por ejemplo, prefinal) en el procedimiento de fabricación que precede a la pieza compuesta final. Por ejemplo, el precursor 19 puede comprender una preforma o un laminado de la pieza compuesta final. Por ejemplo, el precursor 19 puede comprender capas secas de fibras 24 estructurales (por ejemplo, telas tejidas o no onduladas), capas secas de fibras 24 estructurales con fibra 28 de sacrificio insertada entre estas, estratificación 22 de fibras 24 estructurales y fibra 28 de sacrificio infundida con material 26 de matriz que se ha curado parcial o totalmente, estratificación 22 de fibras 24 estructurales y fibra 28 de sacrificio incrustadas en el material 26 de matriz curado antes de la retirada de la fibra 28 de sacrificio. En algunas realizaciones, el precursor 19 mostrado en la figura 3 puede estar en forma de laminado curado.

La estratificación 22 puede comprender una primera cara 22A y una segunda cara 22B opuesta entre las cuales se pueden interponer fibras 24 estructurales incrustadas en un material 26 de matriz curado. La primera cara 22A puede representar una cara superior de la hoja 12 frontal que mira hacia una fuente de ruido y la segunda cara 22B puede representar una cara inferior opuesta de la hoja 12 frontal que mira hacia la placa 16 de respaldo. La fibra 28 de sacrificio puede extenderse a lo largo del espesor de la estratificación 22 y a través de la primera cara 22A y la segunda cara 22B.

Las capas 20 exteriores removibles pueden comprender un medio de liberación apropiado que se usa normalmente durante la fabricación de materiales compuestos reforzados con fibras. De acuerdo con lo anterior, las capas 20 exteriores removibles se pueden unir de forma removable a la estratificación 22. Por ejemplo, las capas 20 exteriores removibles pueden configurarse para que no se unan químicamente al material 26 de matriz, de modo que se puedan retirar fácilmente pelándolos después del curado del material 26 de matriz. Por ejemplo, cada una de las capas 20 exteriores puede comprender una malla de plástico formada cohesivamente que comprende aberturas a su través y que no se adhiere fácilmente a otros polímeros. Tales aberturas pueden permitir que el material 26 de matriz penetre a través de estas durante la infusión del material 26 de matriz (por ejemplo, resina) en la estratificación 22 de las fibras 24 estructurales. En algunas realizaciones, las capas 20 exteriores removibles pueden comprender cada una un tejido de fibra de vidrio recubierta de politetrafluoroetileno (PTFE) del tipo vendido con el nombre comercial RELEASE EASE. En algunas realizaciones, las capas 20 exteriores pueden comprender un medio de tejido en el que el tejido es poroso y ofrece una resistencia al desgarro aceptable que permite la retirada de las capas 20 exteriores mediante pelado y también permite el corte de la fibra 28 de sacrificio. Las flechas "P" ilustran el pelado de las capas 20 exteriores removibles del precursor 19.

En algunas realizaciones, una de las capas 20 exteriores removibles puede ser del tipo conocido como capa despegable "húmeda" que puede facilitar la unión a una herramienta (por ejemplo, mandril, molde) que se usa para el preformado. En tales casos, la inserción de la fibra 28 de sacrificio en el precursor 19 podría realizarse después del preformado.

El precursor 19 se puede producir usando métodos de fabricación conocidos u otros apropiados para producir estructuras reforzadas con fibras. Por ejemplo, el precursor 19 puede comprender fibras 24 estructurales impregnadas previamente que posteriormente se calientan para provocar la unión y el curado del precursor 19. Como alternativa o además, el precursor 19 puede comprender fibras 24 estructurales secas que posteriormente se infunden con el material 26 de matriz usando uno u otros procedimientos de infusión de resina conocidos tales como, por ejemplo, infusión de transferencia de resina (RTI), moldeo por transferencia de resina (RTM), moldeo por transferencia de resina asistido por vacío (VARTM), infusión de resina asistida por vacío (VARI), infusión de resina asistida por autoclave (AARI), inyección de línea única (SLI), infusión de película de resina (RFI) y procedimiento de moldeo por infusión de resina compuesta Seemann (SCRIMP). Tales procedimientos de infusión de resina pueden realizarse dentro o fuera de un autoclave. En algunas situaciones, puede ser preferible insertar la fibra 28 de sacrificio a través de un precursor 19 que tiene fibras 24 estructurales secas en lugar de fibras 24 estructurales impregnadas previamente porque las fibras 24 estructurales impregnadas previamente pueden hacer que parte del material 26 de matriz para acumular en las agujas que se usan durante la costura.

El material 26 de matriz puede ser de cualquier tipo conocido o apropiado para producir estructuras reforzadas con fibras. Por ejemplo, el material 26 de matriz puede tener una temperatura de curado/gelificación (por ejemplo, < 150 °C), es decir, entre la etapa B y la etapa C, que es más baja que la temperatura de fusión de la fibra 28 de sacrificio. En diversas realizaciones, el material 26 de matriz puede comprender poliéster, éster de vinilo, epoxi, benzoxanina y/o bismaleimida. Algunos materiales 26 de matriz que tienen buenas propiedades de fuego, humo y toxicidad (FST) pueden ser apropiados para aplicaciones de transporte "en cabina". Por ejemplo, dependiendo de la aplicación y los requisitos específicos, el material 26 de matriz puede comprender uno de los siguientes productos: nombre de producto T-PRIME 160 vendido bajo el nombre comercial GURIT; nombre del producto 337 vendido bajo el nombre comercial EPO-TEK; nombre del producto TOOLFUSION 3 vendido bajo el nombre comercial TYGAVAC; nombre del producto RENLAM LY120 vendido bajo el nombre comercial HUNTSMAN; nombres de productos ARALDITE LY1564, ARALDITE FST 40002, ARALDITE FST 40003 y ARADUR 2594 vendidos bajo el nombre comercial HUNTSMAN; nombres de productos CYCOM 890 y CYCOM 5250-4 vendidos bajo el nombre comercial CYTEK; nombres de productos RTM 6 y RTM 651 vendidos bajo el nombre comercial H EXCEL; nombre del producto EPON 862 vendido bajo el nombre comercial MOMENTIVE; nombres de productos LOCTITE BZ 9120 y LOCTITE BZ 9121 vendidos bajo el nombre comercial HENKEL; y nombre de producto BMI-1 vendido bajo el nombre comercial RAPTOR RESINS.

En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede configurarse para evaporarse a una temperatura que no sea perjudicial para el precursor 19. Por ejemplo, la fibra 28 de sacrificio puede comprender un poliéster alifático termoplástico. Por ejemplo, la fibra 28 de sacrificio puede comprender ácido poliláctico o polilactida (PLA) (por ejemplo, 0.5 mm de diámetro y una temperatura de fusión de aproximadamente 160 °C) que tiene la fórmula molecular $(C_3H_4O_2)_n$ y ser un poliéster alifático termoplástico biodegradable derivado de recursos renovables, tales como almidón de maíz, raíces de tapioca, chips o almidón, o caña de azúcar. Por ejemplo, la fibra 28 de sacrificio puede comprender uno de: poliácridamidas, poliácridatos, copolímeros de acrilamida-dimetilaminoetilacrilato, poliaminas, polietileniminas, poliamidoaminas y óxido de polietileno. En algunas realizaciones, el material 26 de matriz puede curarse/gelificarse hasta un nivel entre la etapa B y la etapa C antes de la retirada de la fibra 28 de sacrificio, de modo que la retirada de la fibra 28 de sacrificio por evaporación pueda provocar posteriormente el curado completo del material 26 de matriz.

Alternativamente, la fibra 28 de sacrificio puede configurarse para disolverse usando un disolvente que de otro modo no sea perjudicial para el precursor 19. Por ejemplo, la fibra 28 de sacrificio puede ser soluble en agua. En algunas realizaciones, la fibra de sacrificio puede comprender uno de: óxido de polietileno soluble en agua, acetato de celulosa hidrolizada y alcohol polivinílico.

La figura 4 ilustra formas de sección transversal de ejemplo para la fibra 28 de sacrificio insertada en el precursor 19. La fibra 28 de sacrificio puede comprender un monofilamento producido por extrusión. La fibra 28 de sacrificio puede tener un perfil de sección transversal generalmente circular o no circular. La dimensión máxima de la sección transversal (por ejemplo, el diámetro) y la forma de la fibra 28 de sacrificio pueden ser generalmente equivalentes al tamaño y la forma de los orificios 18 que se formarán en la hoja 12 frontal para lograr el rendimiento acústico deseado. Por ejemplo, en diversas aplicaciones, la fibra 28 de sacrificio puede tener una dimensión de sección transversal máxima entre aproximadamente 0.08 mm y aproximadamente 2 mm. En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede ser pieza de un hilo de sacrificio que comprende una pluralidad de fibras 28 de sacrificio. La fibra 28 de sacrificio puede estar en forma de un monofilamento continuo o puede ser pieza de un conjunto de filamentos continuos en forma de estopa o retorcidos juntos. En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede ser hueca.

La figura 5 es una vista en despiece ordenado de una estratificación 22 de ejemplo de fibras 24 estructurales y capas 20 exteriores removibles del precursor 19 de la figura 3. La estratificación 22 de fibras 24 estructurales puede comprender una pluralidad de capas 24A-24D de tela. En algunas realizaciones, una o más de las capas 24A-24D de tela pueden comprender tela no ondulada. La estratificación 22 puede comprender más o menos capas 24A-24D de tela que las que se muestran en este documento, dependiendo de la aplicación y los requisitos específicos. Por ejemplo, las capas 24A-24C de la estratificación 22 pueden comprender 5 capas de tela de carbono de arnés que tienen una arquitectura de 0/90, +/- 0,45 y 0/90 respectivamente. La capa 24D puede comprender uno de: una tela de fibra de vidrio estilo 120; un restaurador de resina sin curar; un velo o vellón de fibra de vidrio; un velo o vellón termoplástico; una película termoplástica que es sustancialmente estable hasta 200 °C; una película delgada (por ejemplo, 0.002" o 0.05 mm) de polietersulfona (PES); una película delgada (por ejemplo, 0.002" o 0.05 mm) de

polietersulfona (PES); una película delgada (por ejemplo, 0.002" o 0.05 mm) de poliamidas (PA); y una película delgada (por ejemplo, 0.002" o 0.05 mm) (PTFE). La capa 24D puede recibir tratamiento Corona (es decir, plasma) y puede ser transparente o pigmentada. Tal tratamiento puede proporcionar resistencia adicional a los rayos UV y a la abrasión y, en algunas aplicaciones, puede retirar la necesidad de pintar. Dependiendo de la aplicación, es posible que no se requiera la capa 24D. En algunas aplicaciones, se puede disponer una capa adicional de construcción igual o similar a la de la capa 24D entre la capa 24A y la capa 20 exterior removible.

La tela en una o más capas 24A-24D puede unirse con un polvo epoxi no catalizado u otro polvo compatible con el material 26 de matriz que puede activarse a una temperatura de preformado (por ejemplo, entre 90 °C y 130 °C) que puede ser inferior a la temperatura de curado. Después de la preformación, la estratificación 22 puede ser lo suficientemente sólida y facilitar la introducción de la fibra 28 de sacrificio en el precursor 19 cosiendo como se describe a continuación. Alternativamente, la fibra 28 de sacrificio puede insertarse en el precursor 19 sin requerir calentar el precursor 19 para activar el aglutinante. En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede no comprender un hilo de trama ni de urdimbre. La estratificación 22 y las capas 20 exteriores removibles se pueden ensamblar usando una máquina de tela sin ondulación (NCF) vendida con los nombres comerciales LIBA o KARL MAYER y cosidas juntas usando una tela de punto por urdimbre, tufting u otro estilo/patrón de puntada usando fibra 28 de sacrificio. El estilo y la densidad de la puntada pueden seleccionarse en base a la capacidad de manejo de la estratificación 22, la cantidad de perforación deseada en la hoja 12 frontal y también el rendimiento acústico deseado de la hoja 12 frontal. Dependiendo de la máquina usada, el patrón de puntada (por ejemplo, cadeneta, tricot, tricot modificado, puntada ciega, tufting, tela de punto por urdimbre, etc.), la frecuencia (por ejemplo, pasadas por pulgada en la dirección del rollo o eje de 0°), y se puede seleccionar el calibre (filas de puntadas a lo largo del ancho del rollo). En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede insertarse (por ejemplo, coserse) en capas 24A-24D de tela seca.

La figura 6 muestra la aplicación de una puntada de ejemplo no limitativa de fibra 28 de sacrificio usando agujas de coser a través de ambas capas 20 exteriores removibles y también a través de fibras 24 estructurales del precursor 19. La aplicación de la fibra 28 de sacrificio mediante cosido puede dar como resultado que la fibra 28 de sacrificio se inserte entre las fibras 24 estructurales sin dañar las fibras 24 estructurales. Por ejemplo, las agujas pueden desviar fibras 24 estructurales o hilos sin romperlos o dañarlos de otro modo para insertar fibra 28 de sacrificio entre estos. En esta realización particular, ambas agujas de coser pueden manipularse desde el mismo lado del precursor 19. Usando el método de costura que se muestra en la figura 6, el ángulo de la fibra 28 de sacrificio desde el eje A normal (mostrado en la figura 2) puede variar entre 0 grados (por ejemplo, paralelo) desde el eje "A" hasta aproximadamente 45 grados desde el eje "A". El método de costura ilustrado en la figura 6 también puede denominarse "costura de un lado".

La figura 7 es una vista axonométrica de una puntada de ejemplo de fibra 28 de sacrificio obtenida con el método de costura ilustrado en la figura 6.

La figura 8 ilustra la aplicación de otra puntada de ejemplo de fibra 28 de sacrificio a través de capas 20 exteriores removibles y también a través de fibras 24 estructurales del precursor 19. La aplicación de la fibra 28 de sacrificio se ilustra en tres etapas etiquetadas como 1, 2 y 3. El procedimiento de costura ilustrado en la figura 8 también puede denominarse "tufting". Se puede utilizar un respaldo 30 de espuma de soporte para soportar el precursor 19 durante el cosido y puede permitir que la(s) aguja(s) penetre(n) a través del espesor del precursor 19 sin dañar las agujas. En lugar del respaldo 30 de espuma de soporte, podría usarse una estructura de soporte más rígida que tenga una ranura para permitir el paso de la(s) aguja(s).

Las figuras. 9A, 9B y 9C muestran respectivamente una vista desde arriba, en sección transversal y desde abajo del precursor 19 que comprende la fibra 28 de sacrificio que ha sido cosida de acuerdo con el método de cosido ilustrado en la figura 8.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método 100 de ejemplo de fabricación de una pieza compuesta perforada, tal como una hoja 12 frontal compuesta del dispositivo 10 atenuador de ruido. El método 100 puede comprender producir y/o usar el precursor 19 como se muestra en la figura 3. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el método 100 puede comprender: producir el precursor 19 que comprende fibras 24 estructurales incrustadas en un material 26 de matriz curado e interpuestas entre dos capas 20 removibles donde el precursor 19 también comprende una o más fibras 28 de sacrificio que se extienden a través de las capas 20 removibles, material 26 de matriz y entre fibras 24 estructurales (véase el bloque 102); retirar al menos una de las capas 20 removibles del precursor 19 (véase el bloque 104); y retirar la(s) fibra(s) 28 de sacrificio(s) del precursor 19 después retirar la al menos una de las capas 20 removibles para formar uno o más orificios 18 pasantes en el precursor 19.

En algunas realizaciones del método 100, puede ser deseable realizar una inspección sin destrucción (NDI) en el precursor 19 antes de retirar la fibra 28 de sacrificio. Por ejemplo, puede ser deseable realizar uno o más escaneos relacionados con NDI (por ejemplo, ultrasonido, radiografía) en el precursor 19 mientras no haya orificios 18 en el precursor 19 para que los datos obtenidos de tales escaneos puedan ser más fáciles de interpretar.

La retirada de la fibra 28 de sacrificio puede comprender retirar mecánicamente la fibra 28 de sacrificio del precursor 19, fundir la fibra 28 de sacrificio y evacuar la fibra 28 de sacrificio, o hacer que la fibra 28 de sacrificio se desintegre (por ejemplo, evaporación, disolución).

Como se explicó anteriormente, producir el precursor 19 puede comprender formar una estratificación 22 que comprenda fibras 24 estructurales e infundir material 26 de matriz (por ejemplo, resina) entre las fibras 24 estructurales. La producción del precursor 19 también puede comprender la inserción de la fibra 28 de sacrificio en el precursor 19 antes de infundir el material 26 de matriz entre las fibras 24 estructurales.

Alternativamente, en lugar de usar un procedimiento de infusión de resina, las fibras 24 estructurales que se usan para producir el precursor 19 pueden impregnarse previamente con material 26 de matriz y calentarse para provocar la unión y el curado del precursor 19. En tal caso, la fibra 28 de sacrificio puede insertarse entre las fibras 24 estructurales del precursor 19 antes de curar el material 26 de matriz. La inserción de la fibra 28 de sacrificio entre las fibras 24 estructurales y a través de las capas 20 exteriores removibles puede comprender técnicas de costura conocidas u otras. Por ejemplo, la inserción de la fibra 28 de sacrificio puede comprender tufting y/o el tela de punto por urdimbre. En algunas realizaciones, la inserción de la fibra 28 de sacrificio en el precursor 19 se puede realizar de acuerdo con las enseñanzas de Patente de los Estados Unidos No. 5,490,602.

Las capas 20 exteriores removibles pueden comprender cada una, una capa de liberación tal como, por ejemplo, una tela/malla de fibra de vidrio recubierta de politetrafluoroetileno o tejidos secos de poliamida (nylon) o que están tratados con poliéster para facilitar la retirada posterior por pelado. En diversas realizaciones, las capas 20 exteriores pueden comprender telas tejidas de peso ligero a pesado hechas de nylon o poliéster. En algunas realizaciones, la(s) capa(s) 20 exterior(es) pueden comprender una tela de liberación tejida de nylon tal como el número de producto 60B o 60BR vendido con el nombre comercial TYGAVAC.

La retirada de las capas 20 exteriores puede comprender pelar las capas 20 exteriores de las fibras 24 estructurales y el material 26 de matriz como se ilustra en la figura 3 (véanse las flechas P). Dado que la fibra 28 de sacrificio puede extenderse a través del espesor del precursor 19 (por ejemplo, a través y entre la primera superficie 22A y la segunda superficie 22B) y a través de las capas 20 exteriores, la retirada de las capas 20 exteriores puede provocar el corte de la fibra 28 de sacrificio para exponer el extremo de la fibra 28 de sacrificio (es decir, en cada lado del espesor del precursor 19) y facilitar la desintegración de la fibra 28 de sacrificio. Por ejemplo, dado que la fibra 28 de sacrificio se puede coser a través de las capas 20 exteriores removibles, la retirada de las capas 20 puede causar que las porciones de fibra 28 de sacrificio que se extienden fuera de la estratificación 22 se rompan de las porciones de fibra 28 de sacrificio que se extienden dentro (es decir, a través) de la estratificación 22. En algunos casos, la fibra 28 de sacrificio se puede cortar cerca o en la primera superficie 22A y/o la segunda superficie 22B. De acuerdo con lo anterior, las capas 20 exteriores removibles también pueden denominarse elementos de corte de fibras. La retirada de las capas 20 exteriores también puede provocar la retirada de las porciones torcidas, enrolladas o anudadas de la fibra 28 de sacrificio que pueden haberse producido a partir del procedimiento de cosido. Exponer los extremos opuestos de la fibra 28 de sacrificio al cortarlos puede facilitar la retirada de la fibra 28 de sacrificio por evaporación o disolución de ambos extremos de la fibra 28 de sacrificio que se extiende a través de la estratificación 22.

Dependiendo de los materiales involucrados, el pelado de la(s) capa(s) exterior(es) 20 puede causar alternativamente la retirada completa de la fibra 28 de sacrificio del precursor 19 al hacer que la fibra 28 de sacrificio se extraiga del precursor 19 y, así, retirar la necesidad de una desintegración o evaporación posterior de la fibra 28 de sacrificio. En algunas realizaciones, el uso de una fibra 28 de sacrificio de menor diámetro puede facilitar el pelado de la(s) capa(s) 20 exterior(es).

En lugar de o además de las capas 20 exteriores removibles, uno o más tipos de miembros de corte también pueden ser apropiados para cortar la fibra 28 de sacrificio antes de retirar la fibra 28 de sacrificio por evaporación, disolución u otro método. Por ejemplo, un elemento de corte apropiado puede comprender una fibra, hilo o cordón de corte enganchado con la fibra 28 de sacrificio de modo que la retirada de la fibra/hilo/cordón de corte puede provocar el corte de la fibra 28 de sacrificio. Por ejemplo, tal fibra/hilo/cordón de corte podría integrarse con el precursor 19 durante el cosido de la fibra 28 de sacrificio o en algún otro momento. En algunas realizaciones, tal(s) elemento(s) de corte podría(n) incluir algún otro material (por ejemplo, en forma de tira) que se pueda unir de manera removible al precursor 19 con el fin de provocar el corte de la fibra 28 de sacrificio cuando se retira.

En cualquier caso, tal(s) elemento(s) de corte puede(n) retirarse manualmente o con la ayuda de una herramienta apropiada.

En algunas realizaciones, puede ser suficiente retirar solo una de las dos capas 20 exteriores removibles antes de retirar la fibra 28 de sacrificio de la estratificación 22 por evaporación o disolución. Por ejemplo, la evaporación o disolución de la fibra 28 de sacrificio desde un solo extremo (es decir, desde un solo lado del precursor 19) puede ser aceptable en algunas circunstancias.

La desintegración de la fibra estructural 24 puede provocar la formación de uno o más orificios 18 pasantes que se extienden a lo largo del espesor de la hoja 12 frontal. El espesor de la hoja 12 frontal, como se menciona en este documento, puede considerarse a lo largo del eje A normal de la hoja 12 frontal y/o el precursor 19. Sin embargo, como se explicó anteriormente, los orificios 18 pueden estar orientados sustancialmente paralelos o en ángulo con respecto al eje A normal. Los orificios 18 pueden seguir la trayectoria seguida anteriormente por la fibra 28 de sacrificio a través del precursor 19. En algunas realizaciones, los orificios 18 pueden seguir una trayectoria sustancialmente totalmente lineal. Alternativamente, en algunas realizaciones, los orificios 18 podrían seguir una trayectoria curva. En

cualquier caso, los orificios 18 formados por la desintegración de la fibra 28 de sacrificio pueden ser réplicas sustancialmente de alta fidelidad del diámetro y la trayectoria de la fibra 28 de sacrificio.

En algunas realizaciones, la desintegración de la fibra 28 de sacrificio se puede realizar según los métodos descritos en la Patente de los Estados Unidos No. 5,490,602 y/o la Publicación de la Patente de los Estados Unidos No. US2013065042A1. Dependiendo del material de la fibra 28 de sacrificio, la desintegración de la fibra 28 de sacrificio puede realizarse por evaporación o por disolución. La evaporación de la fibra 28 de sacrificio puede comprender calentar el precursor 19 a una temperatura y duración que sean suficientes para provocar la evaporación de la fibra 28 de sacrificio pero que no sean perjudiciales para las fibras 24 estructurales o el material 26 de matriz. El procedimiento de evaporación puede comprender mantener una temperatura suficientemente alta durante un período de tiempo suficiente para lograr una retirada satisfactoria de la fibra 28 de sacrificio. Para acelerar el procedimiento de evaporación, los fluidos (por ejemplo, aire) que rodean al precursor 19 pueden circular para proporcionar ventilación. Como alternativa o además, el precursor 19 se puede encerrar en una bolsa de vacío durante dicha evaporación y la bolsa se puede evacuar de forma continua o intermitente durante la evaporación.

La disolución de la fibra 28 de sacrificio puede comprender la exposición del precursor 19 a un disolvente que provoque la disolución de la fibra 28 de sacrificio pero que de otro modo no sea perjudicial para las fibras 24 estructurales o para el material 26 de matriz. En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio puede ser soluble en agua. En algunos casos, una pequeña cantidad de residuos de la fibra 28 de sacrificio puede permanecer dentro de los orificios 18 y tales residuos pueden retirarse usando un flujo de aire o agua a presión, por ejemplo.

En algunas realizaciones, la fibra 28 de sacrificio se puede recubrir con un agente que impide una reacción química entre la fibra 28 de sacrificio y el material 26 de matriz. Tal agente puede comprender un agente de liberación apropiado o un uretano elastomérico inerte, silicona o inmersión acrílica, vidrio líquido o una barrera de conformación tal como la que se vende con el nombre comercial PARYLENE. El uso de tal agente puede facilitar la retirada de la fibra 28 de sacrificio por evaporación o disolución. En algunos casos, el uso de tal agente puede provocar que la fibra 28 de sacrificio se extraiga total o parcialmente del precursor 19 cuando se pelan las capas 20 exteriores removibles. En los casos en los que la fibra 28 de sacrificio no se retire por completo del precursor 19 cuando se pelan las capas 20 exteriores removibles, puede ser deseable retirar el resto de la fibra 28 de sacrificio por evaporación o disolución como se describe anteriormente.

La figura 11 es una representación en sección transversal esquemática parcial de una hoja 12 frontal compuesta perforada de ejemplo del dispositivo 10 atenuador de ruido de la figura 1 fabricado de acuerdo con el método 100 de la figura 10 usando el precursor 19. La figura 11 muestra la hoja 12 frontal compuesta después de que el material 26 de matriz se haya curado, se hayan quitado las capas 20 removibles y se haya quitado la fibra 28 de sacrificio para formar orificios pasantes 18. Como se explica a continuación, los orificios 18 pueden extenderse a través del espesor (es decir, a lo largo del eje A) de la hoja 12 frontal. Los orificios 18 pueden seguir una trayectoria sustancialmente lineal (recta). Alternativamente, los orificios 18 pueden seguir una trayectoria curva. Los orificios 18 pueden extenderse sustancialmente paralelos al eje A para seguir la trayectoria más corta a través del espesor de la hoja 12 frontal. Alternativamente, los orificios 18 pueden estar orientados en una inclinación con respecto al eje A.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de ejemplo del método 100 de la figura 10. La parte superior de la figura 12 ilustra una realización del bloque 102 del método 100 donde se produce el precursor 19. Por ejemplo, la primera etapa (es decir, superior) en la figura 12 muestra las capas planas de fibras 24 estructurales (es decir, véanse 24A-24D que se muestran en la figura 5) y las capas 20 exteriores removibles superpuestas. La inserción de la fibra 28 de sacrificio en el precursor 19 mediante cosido puede realizarse antes del preformado (por ejemplo, véase 102A) o después del preformado (por ejemplo, véase 102B). El número de referencia 102A ilustra que la fibra 28 de sacrificio se puede insertar a través de las capas planas mediante costura y el precursor 19 se puede preformar posteriormente en una forma que se aproxime a la forma final de la hoja 12 frontal. Por ejemplo, el precursor 19 se puede preformar en una configuración anular de una sola pieza después de que la fibra 28 de sacrificio se haya cosido a través de las capas. Alternativamente, el número de referencia 102B muestra que el precursor 19 se puede preformar en la configuración anular de una sola pieza y la fibra 28 de sacrificio se puede agregar posteriormente al precursor 19 cosiendo a lo largo de una superficie curva.

En algunas realizaciones, dependiendo del tipo de material usado como fibra 28 de sacrificio, puede ser deseable realizar el cosido a una temperatura que ablande temporalmente el material de la fibra 28 de sacrificio. La elevación de la temperatura durante el cosido puede ser particularmente útil cuando se usa un monofilamento polimérico de diámetro y rigidez relativamente grandes como fibra 28 de sacrificio.

El número de referencia 104 ilustra la retirada de una de las capas 20 exteriores removibles mediante pelado. Como se explicó anteriormente, la retirada de las capas 20 exteriores (u otro elemento de corte de fibra apropiado) puede provocar el corte de la fibra 28 de sacrificio, como se ilustra en la figura 3 para exponer uno o más extremos de fibra 28 de sacrificio.

En algunas realizaciones, dependiendo del tipo de material usado como fibra 28 de sacrificio, puede ser posible facilitar el pelado de las capas 20 exteriores debilitando primero la fibra 28 de sacrificio usando una plancha de ropa doméstica o cualquier otro medio apropiado para aplicar calor y/o presión a la fibra 28 de sacrificio. Por ejemplo, se puede

presionar una plancha de ropa calentada contra los lados interior y/o exterior del precursor 19 después de coser la fibra 28 de sacrificio a través del precursor 19. En el caso de que la fibra 28 de sacrificio esté hecha de un polímero (o algún otro material que pueda debilitarse por calor y/o presión), la aplicación de calor puede debilitar la estructura molecular del polímero. La aplicación de presión también puede provocar el aplanamiento de las porciones de la fibra 28 de sacrificio que se extienden a través de las superficies interior y/o exterior del precursor 19, lo que debilita aún más la fibra 28 de sacrificio y, así, facilita el corte de la fibra 28 de sacrificio cuando la(s) capa(s) exterior(es) 20 posteriormente se pela(n). De acuerdo con lo anterior, la temperatura de la plancha de ropa debe ser más baja que el punto de fusión de la fibra 28 de sacrificio pero lo suficientemente alta como para debilitar la estructura molecular del material de la fibra 28 de sacrificio. El planchado de la fibra 28 de sacrificio se puede realizar después del cosido pero antes de la preformación del precursor 19. De acuerdo con lo anterior, el aplanamiento de las porciones de la fibra 28 de sacrificio que se extiende a través de las superficies interior y/o exterior del precursor 19 puede aumentar el área de la fibra 28 de sacrificio frente al precursor 19 y, así, reducir la penetración de la fibra 28 de sacrificio en las superficies interior/exterior del precursor. precursor 19 durante el preformado. De acuerdo con lo anterior, el aplanamiento y/o debilitamiento de la fibra 28 de sacrificio puede reducir la muesca del precursor 19 provocada por la fibra 28 de sacrificio durante la preformación.

Después de retirar una o más capas 20 exteriores removibles, la fibra 28 de sacrificio puede retirarse por evaporación (por ejemplo, véase 106A) o disolución (por ejemplo, véase 106B). El número de referencia 106A muestra que el precursor 19 puede luego calentarse en una cámara de calentamiento ventilada a una temperatura y durante un tiempo suficiente para lograr una cantidad deseada de eliminación de fibra 28 de sacrificio del precursor 19 por evaporación como se explicó anteriormente. Alternativamente, el número de referencia 106B muestra que el precursor 19 puede exponerse a un disolvente (por ejemplo, agua) durante un tiempo apropiado para lograr una cantidad deseada de retirada de la fibra 28 de sacrificio del precursor 19 por disolución como se explicó anteriormente. En algunas realizaciones, puede ser deseable calentar y agitar el disolvente para acelerar la disolución de la fibra 28 de sacrificio. En algunas realizaciones que usan agua como disolvente, puede ser deseable calentar el agua a una temperatura de alrededor de 95 °C durante la disolución. En algunas realizaciones, el agua se puede calentar a una temperatura entre 90 °C y 95 °C. En algunas realizaciones, el uso de agua que es ligeramente alcalina o ácida puede acelerar la disolución de la fibra 28 de sacrificio.

Después de que la fibra 28 de sacrificio haya sido retirada sustancialmente del precursor 19, se puede obtener la hoja 12 frontal en la forma que se muestra en la figura 11. Alternativamente, el precursor 19 puede requerir un procesamiento posterior para obtener una pieza compuesta final y funcional. Por ejemplo, el número de referencia 108 ilustra una etapa adicional de secado del precursor 19 después de que la fibra 28 de sacrificio se haya retirado sustancialmente del precursor 19. Puede que no sea necesario un procesamiento adicional del precursor 19 después de la retirada de la fibra 28 de sacrificio, pero en algunos casos se puede desear el secado del precursor 19 para retirar el disolvente del precursor 19 después de la disolución de la fibra 28 de sacrificio.

La descripción anterior pretende ser solo un ejemplo, y un experto en las técnicas pertinentes reconocerá que se pueden realizar cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención tal según se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, los bloques y/o las operaciones en los diagramas de flujo y dibujos descritos en este documento son solo para fines de ejemplo. Puede haber muchas variaciones de estos bloques y/u operaciones sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación. Por ejemplo, los bloques se pueden realizar en un orden diferente, o se pueden agregar, retirar o modificar bloques. La presente divulgación puede incorporarse en otras formas específicas sin apartarse del objeto de las reivindicaciones. Además, aunque los dispositivos, hojas frontales, precursores y métodos divulgados en este documento y mostrados en este documento pueden comprender un número específico de elementos/etapas, los dispositivos, hojas frontales, precursores y métodos podrían modificarse para incluir tales elementos/etapas adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) de fabricación de una pieza compuesta perforada, comprendiendo el método:

producir un precursor (19) que comprende una estratificación (22) que tiene una primera cara (22A) y una segunda cara (22B) opuesta, la estratificación (22) que comprende fibras (24) estructurales incrustadas en un material (26) de matriz parcial o totalmente curado e interpuesto entre dos capas removibles, caracterizado porque el precursor (19) comprende también una fibra (28) de sacrificio que se extiende a través de las capas removibles, el material (26) de matriz y entre las fibras (24) estructurales;

retirar al menos una de las capas removibles del precursor (19);

retirar la fibra (28) de sacrificio del precursor (19) después de retirar al menos una de las capas removibles para formar un orificio pasante en el precursor (19) en una ubicación de la fibra (28) de sacrificio; y
 pelar las capas removibles del precursor (19) para provocar el corte de la fibra (28) de sacrificio.

2. El método según se define en la reivindicación 1, en el que la retirada de la fibra (28) de sacrificio comprende provocar que la fibra (28) de sacrificio se desintegre.

3. El método según se define en la reivindicación 2, en el que la retirada de al menos una de las capas removibles hace que un extremo de la fibra (28) de sacrificio quede expuesto para facilitar la desintegración de la fibra (28) de sacrificio.

4. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la retirada de al menos una de las capas removibles provoca el corte de la fibra (28) de sacrificio.

5. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende retirar la fibra (28) de sacrificio después de retirar ambas capas removibles.

6. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la retirada de la fibra (28) de sacrificio comprende provocar la evaporación de la fibra (28) de sacrificio.

7. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la fibra (28) de sacrificio comprende uno de un poliéster alifático termoplástico y una polilactida (PLA),.

8. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la retirada de la fibra (28) de sacrificio comprende provocar la disolución de la fibra (28) de sacrificio.

9. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la fibra (28) de sacrificio se recubre con un agente que impide una reacción química entre la fibra (28) de sacrificio y el material (26) de matriz.

10. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las fibras (24) estructurales son piezas de una tela no ondulada.

11. El método según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que las capas removibles comprenden una tela de fibra de vidrio recubierto con politetrafluoroetileno.

12. Un precursor (19) de fabricación de una pieza compuesta perforada, comprendiendo el precursor (19):

una estratificación (22) que tiene una primera cara (22A) y una segunda cara (22B) opuesta, comprendiendo la estratificación (22), fibras (24) estructurales incrustadas en un material (26) de matriz curado e interpuestas entre la primera cara (22A) y la segunda cara (22B); y

una fibra (28) de sacrificio que se extiende a través de la estratificación (22) y a través de la primera cara (22A) y la segunda cara (22B) de la estratificación (22),

caracterizado porque la fibra (28) de sacrificio es removible de la estratificación (22) para formar un orificio pasante en la estratificación (22) en una ubicación de la fibra (28) de sacrificio; y

un elemento de corte de fibra removible unido a la estratificación (22) y configurado para cortar la fibra (28) de sacrificio al retirar el elemento de corte de fibra de la estratificación (22), en el que el elemento de corte de fibra comprende una primera capa (20) exterior removible dispuesta contra la primera cara (22A) de la estratificación (22).

13. El precursor (19) según se define en la reivindicación 12, que comprende una segunda capa (20) exterior removible dispuesta contra la segunda cara (22B) de la estratificación (22).

14. El precursor (19) según se define en la reivindicación 12 o 13, en el que el elemento de corte de fibra está configurado para no unirse químicamente con el material (26) de matriz.

15. El precursor (19) según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el elemento de corte de fibras comprende una tela de fibra de vidrio recubierto con politetrafluoroetileno.

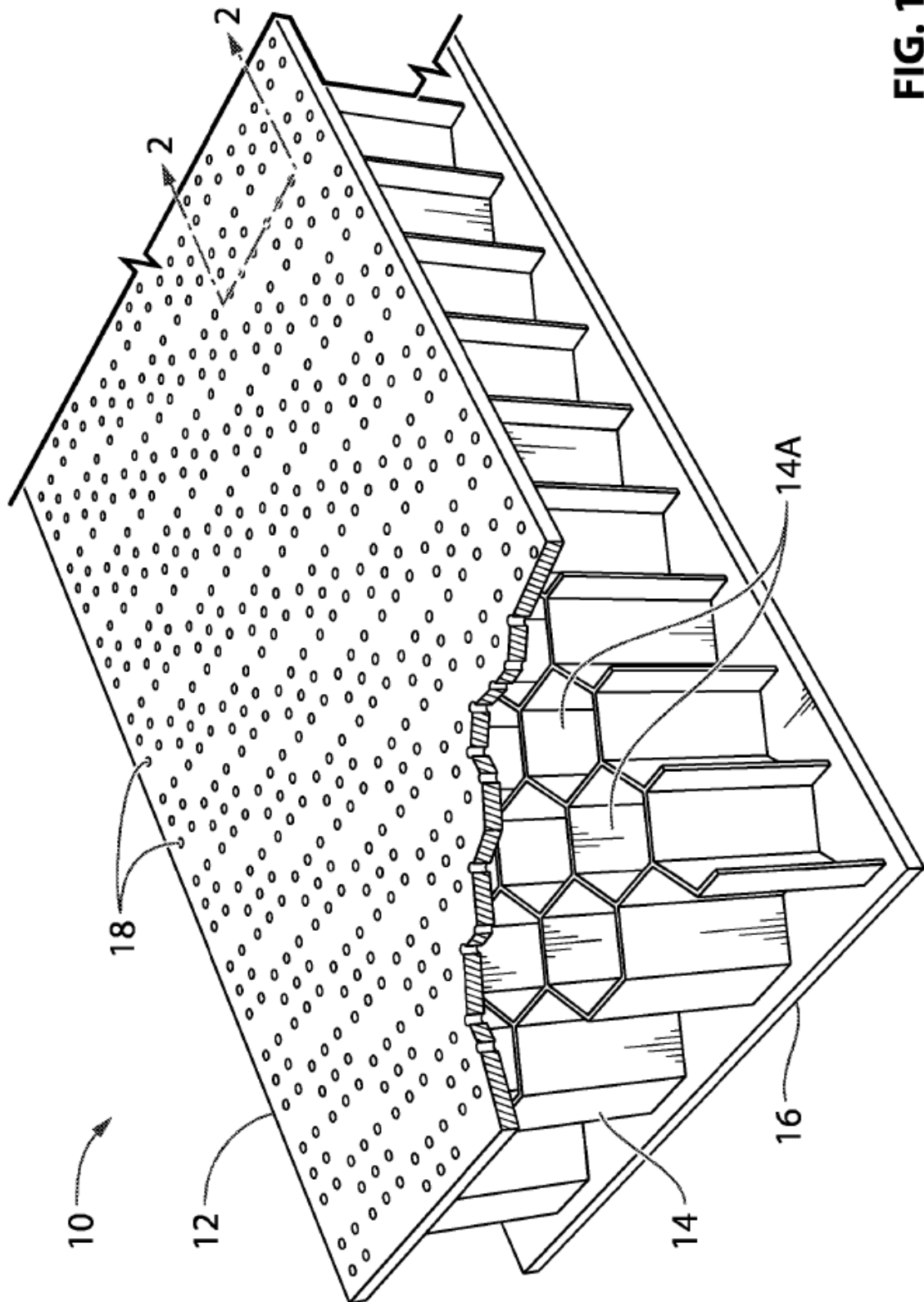


FIG. 1

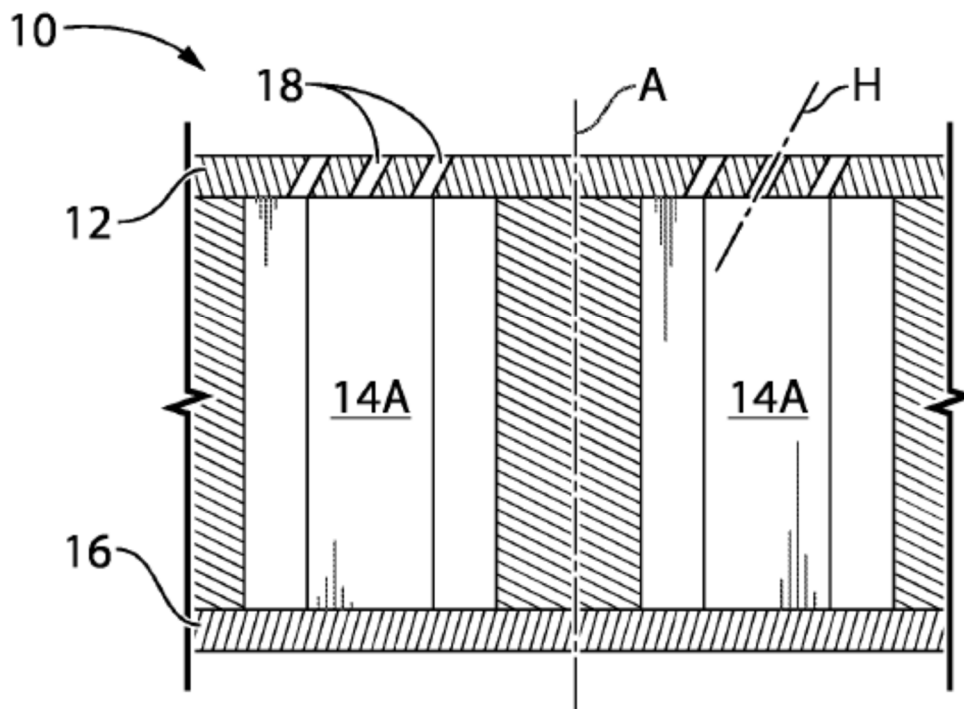


FIG. 2A

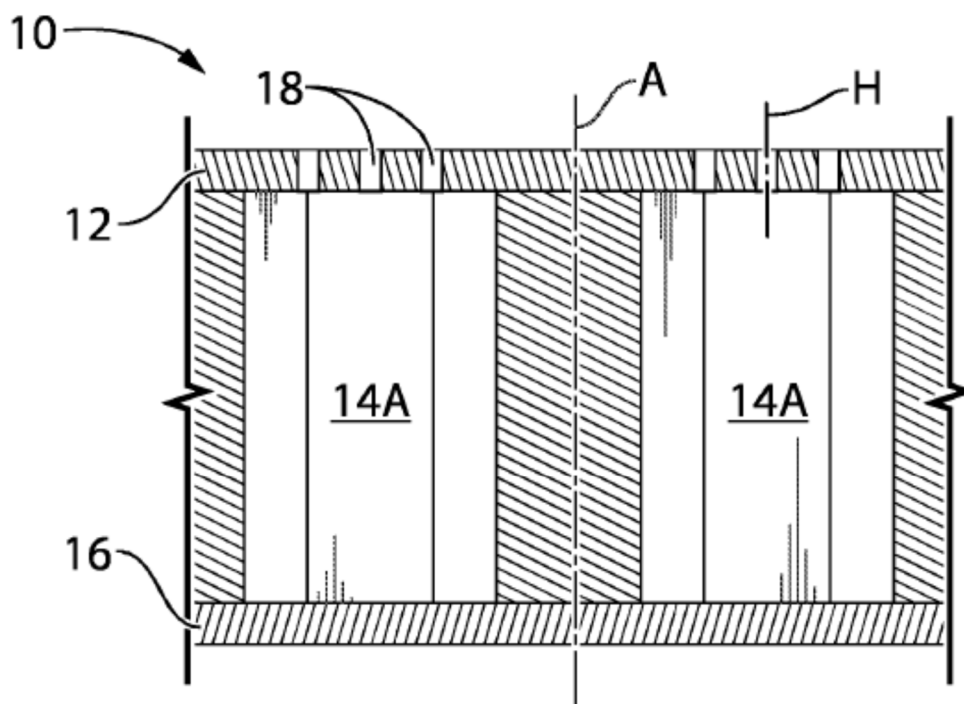


FIG. 2B

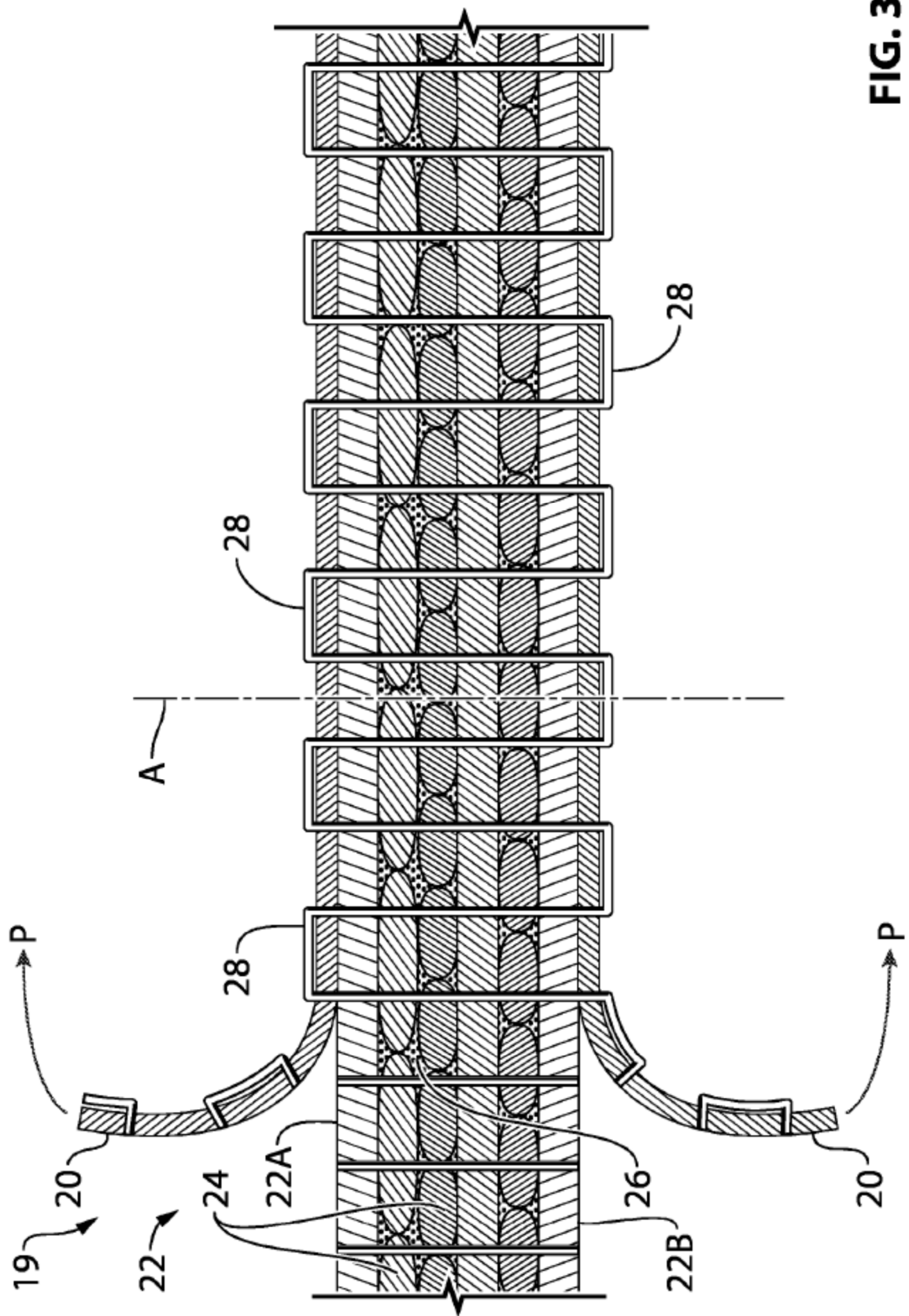


FIG. 3

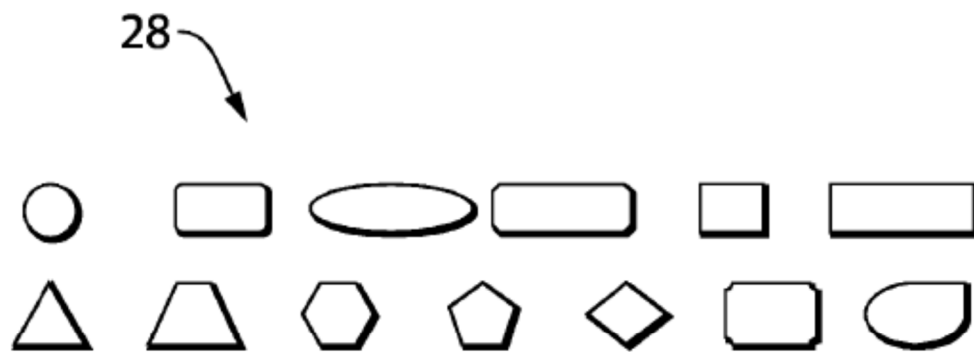


FIG. 4

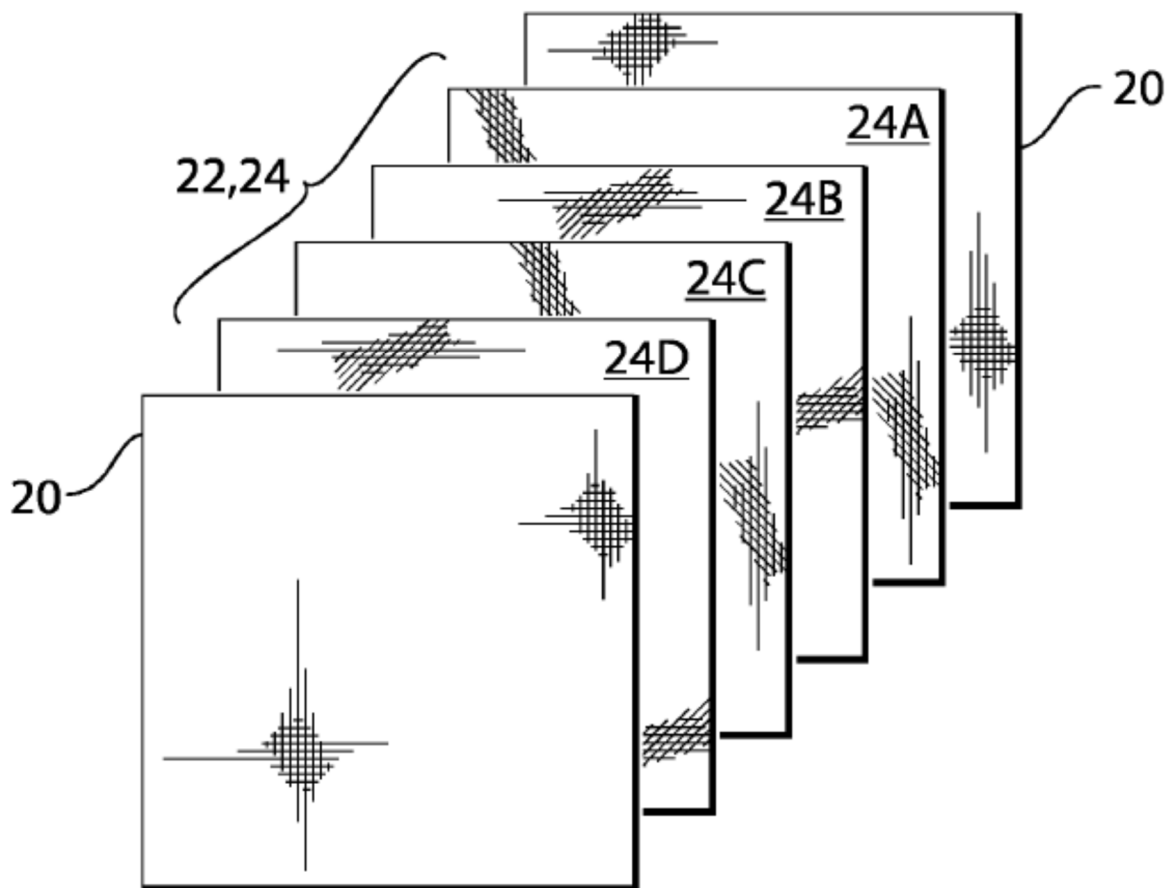


FIG. 5

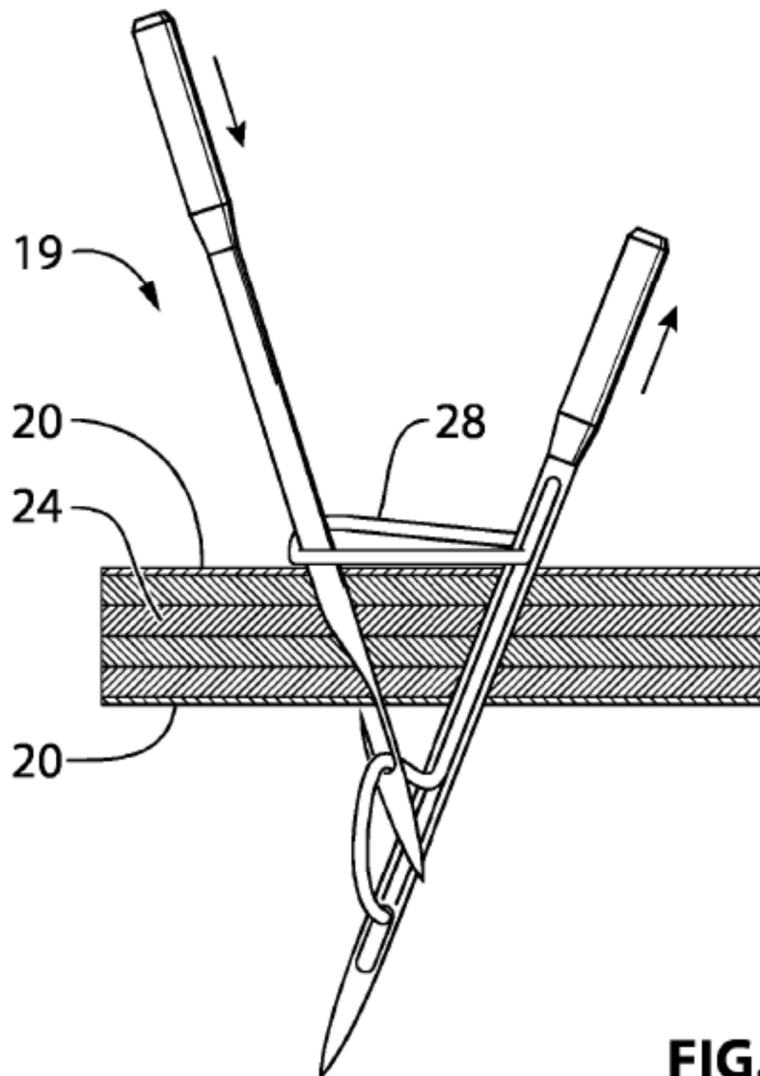


FIG. 6

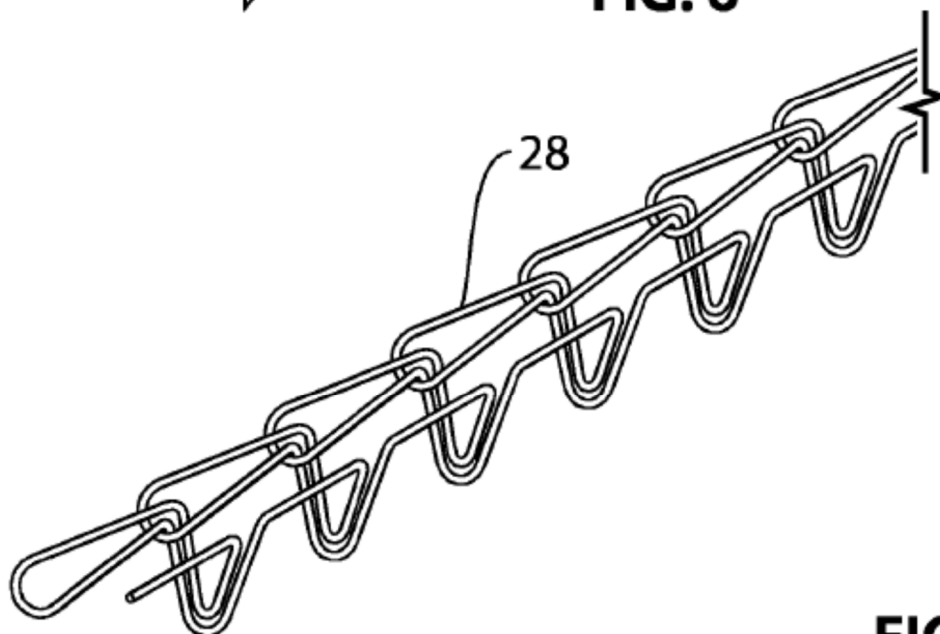


FIG. 7

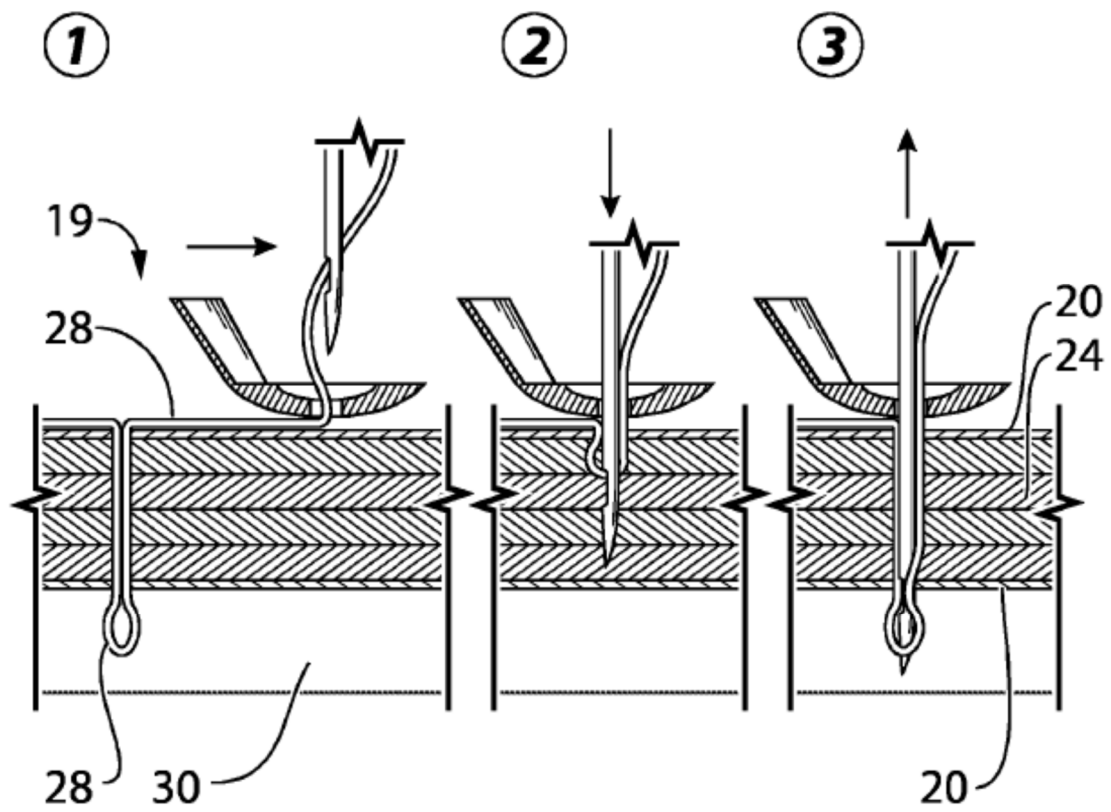


FIG. 8



FIG. 9A

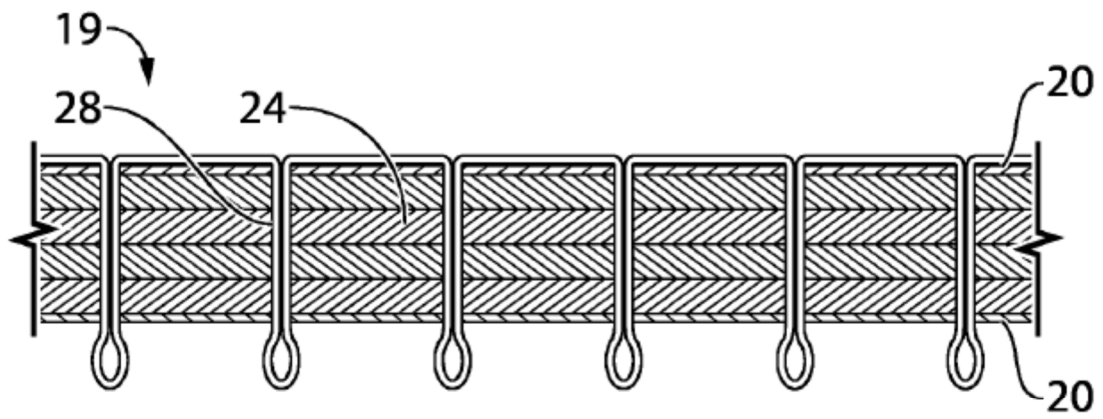


FIG. 9B

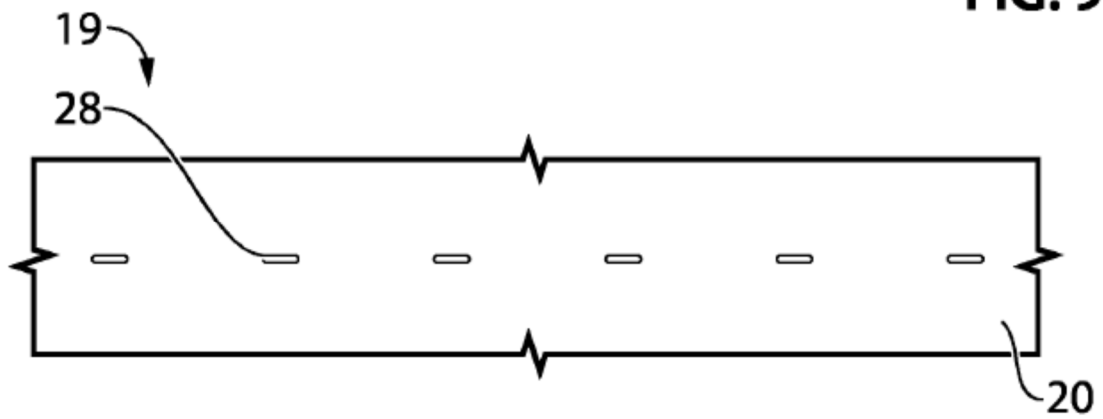


FIG. 9C

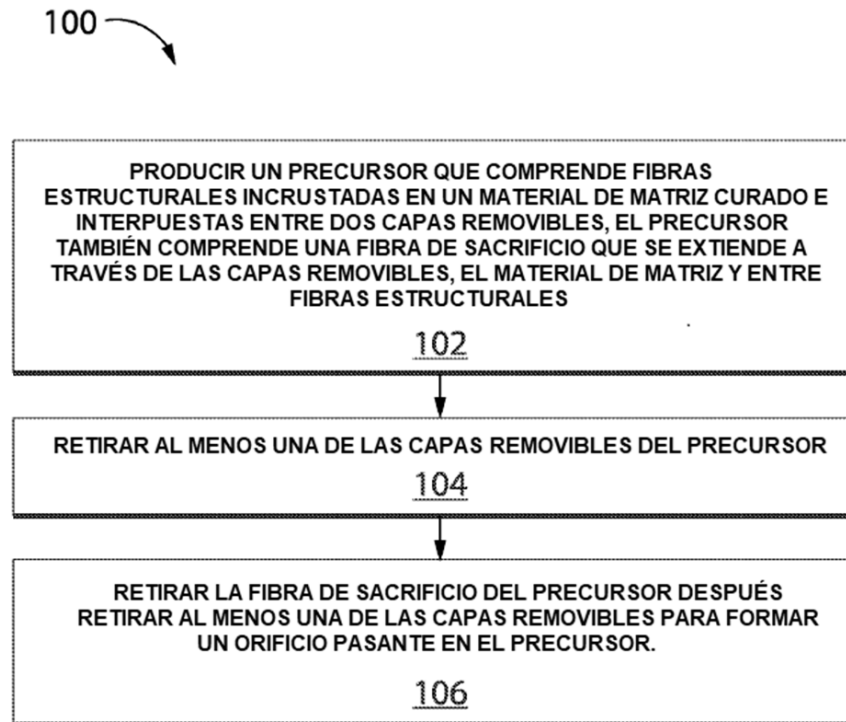


FIG. 10

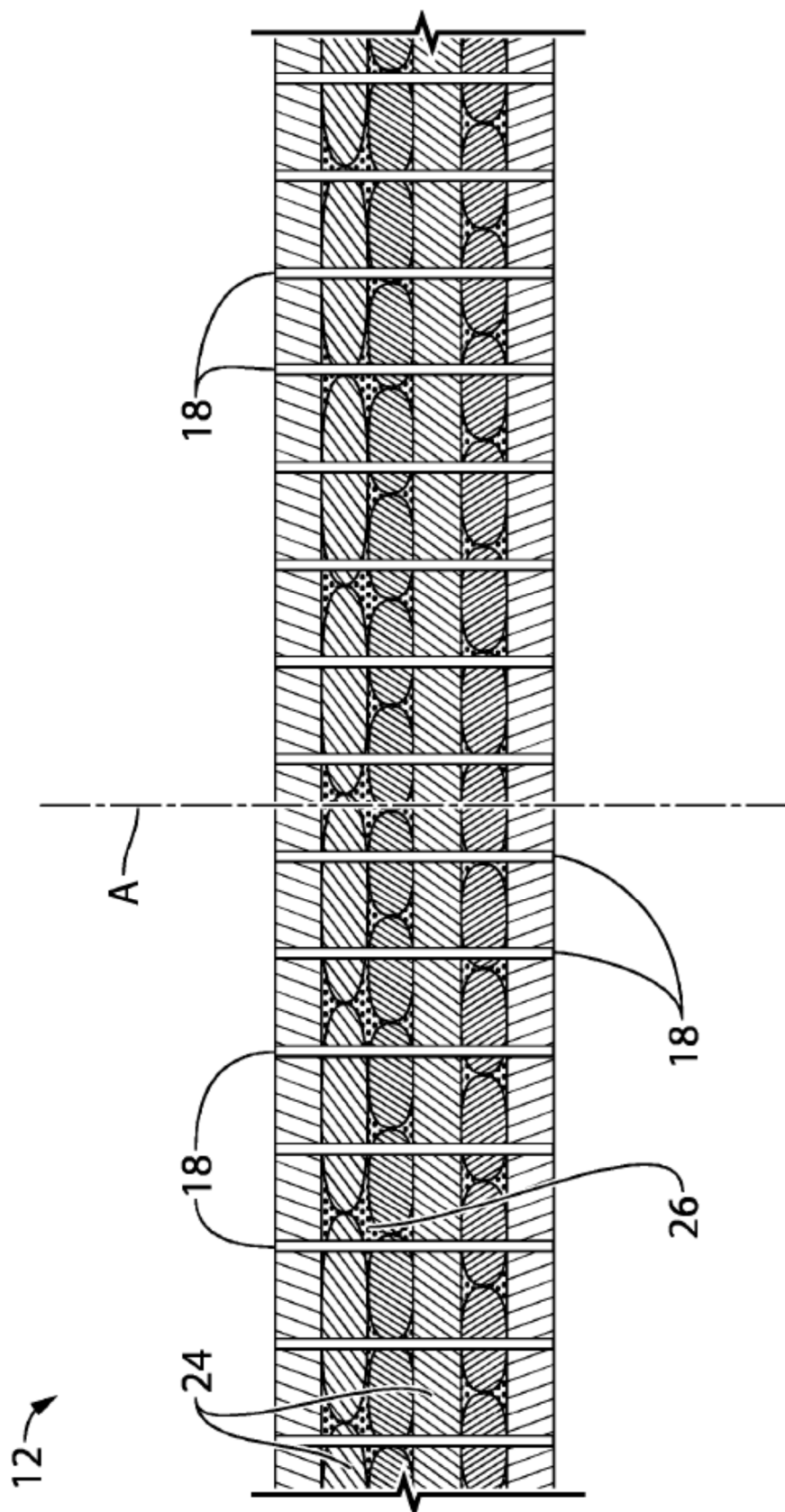


FIG. 11

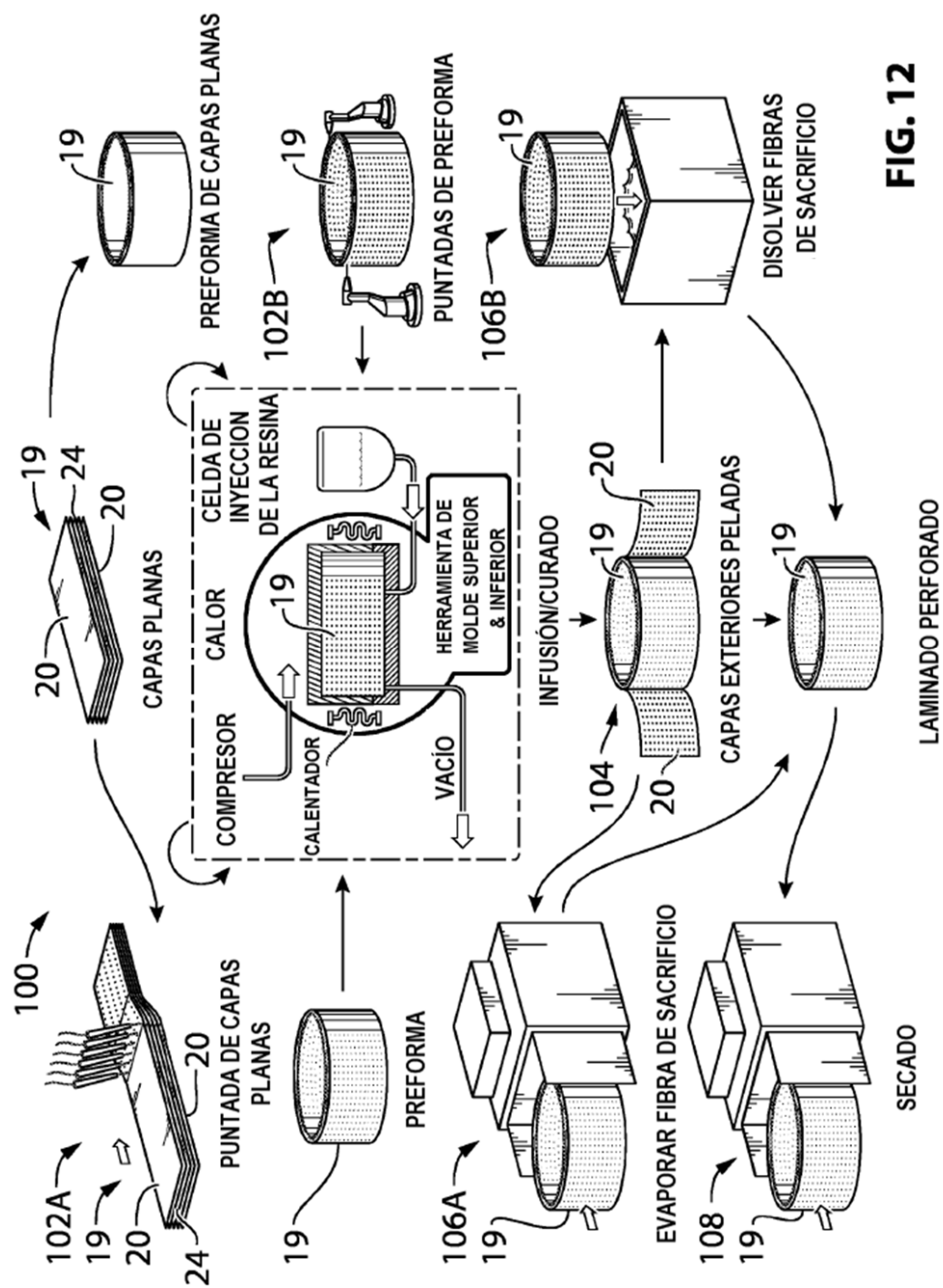


FIG. 12