

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 114**

51 Int. Cl.:

B29C 33/40 (2006.01)
B29C 49/44 (2006.01)
B29C 70/86 (2006.01)
B29C 33/52 (2006.01)
B29C 53/56 (2006.01)
B29C 53/82 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2015** **PCT/EP2015/080149**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016** **WO16097093**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2015** **E 15817214 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020** **EP 3233405**

54 Título: **Procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras**

30 Prioridad:

19.12.2014 EP 14199259

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2021

73 Titular/es:

ALPRAAZ AB (100.0%)
Kelliehousevägen 73
262 74 Ängelholm, SE

72 Inventor/es:

VON KOENIGSEGG, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 818 114 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a la fabricación de estructuras reforzadas con fibras. En particular, la presente invención se refiere a la fabricación de estructuras tridimensionales a partir de un material que comprende una resina y fibras de carbono.

10

ANTECEDENTES

Los componentes o estructuras con altas relaciones resistencia/peso tienen muchas aplicaciones, por ejemplo, en las industrias aérea y espacial, y en las industrias del automóvil de alto rendimiento. Dichos componentes se pueden fabricar a partir de aleaciones, tales como aleaciones de titanio y magnesio. Las aleaciones se pueden mecanizar o fundir con gran precisión y las estructuras se pueden fabricar dentro de estrechas tolerancias dimensionales. También se pueden producir formas tridimensionales complejas o formas huecas, por ejemplo, con máquinas herramienta CNC o mediante moldeo por fundición.

20 Se usan comúnmente materiales compuestos que incluyen fibras fijadas por una resina en componentes que requieren una alta relación resistencia/peso. Las relaciones resistencia/peso pueden incluso superar las de algunas aleaciones de alto rendimiento. Sin embargo, debido a la naturaleza de estos materiales compuestos, puede resultar difícil fabricar estructuras con las estrechas tolerancias dimensionales y los intrincados detalles que son posibles para las aleaciones. Este es particularmente el caso si un componente se fabrica a partir de láminas superpuestas prefabricadas, tal como un tejido o tela impregnada de resina, ya que las fibras reducen la flexibilidad de las láminas, haciéndolas menos maleables. Por ejemplo, puede resultar difícil obligar a una lámina a seguir un contorno agudo, tal como una esquina interna estrecha de una cavidad de molde. Además, las estructuras de alto rendimiento de formas tridimensionales complejas que tienen porciones huecas son típicamente difíciles de fabricar, en particular a partir de láminas superpuestas.

30

Por lo tanto, un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas con fibras que deje de lado los inconvenientes mencionados anteriormente y que mejore generalmente la fabricación de estructuras reforzadas con fibras. Más específicamente, es un objetivo de la invención proporcionar estructuras reforzadas con fibras con relaciones resistencia/peso mejoradas. Otro objetivo es proporcionar un procedimiento para fabricar estructuras tridimensionales reforzadas con fibras con estrechas tolerancias dimensionales. Otros objetos de la invención son mejorar la resistencia estructural o las relaciones resistencia/peso de las estructuras reforzadas con fibras, para permitir una mayor libertad en la conformación y formación de estructuras reforzadas con fibras.

35

RESUMEN

40

Los objetos anteriores, y los objetos adicionales que pueden interpretarse a partir del resumen y la descripción a continuación, se logran mediante los cuatro aspectos diferentes de la invención que se describen a continuación. Las posibles modificaciones de los aspectos se describen en esta sección y en la descripción detallada.

45 El primer aspecto es un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras. El procedimiento comprende:

(i) proporcionar un mandril de un primer material, donde el mandril comprende una superficie exterior, un interior hueco y una abertura para permitir que un fluido entre en el interior, el primer material es rígido a temperatura ambiente y tiene una temperatura de fusión a la que se funde, y el primer material se vuelve deformable cuando se acerca a la temperatura de fusión, y

50

(ii) proporcionar una capa de un segundo material en la superficie exterior del mandril sin bloquear la abertura aplicando una o más láminas del segundo material en el mandril, donde la o más láminas tienen un lado adhesivo que permite que la una o más láminas se adhieran al mandril y/o entre sí, donde el segundo material comprende una resina termoendurecible sin curar y fibras configuradas para reforzar la estructura, el segundo material tiene una temperatura de curado por debajo de la cual es maleable y por encima de la cual se cura. Adicionalmente, el procedimiento comprende:

55

(iii) colocar el mandril y la capa en una cavidad de molde formada por un molde, donde el molde está configurado para permitir que un fluido alcance la abertura del mandril, y

60

(iv) introducir un fluido presurizado en el interior del mandril a través de la abertura para generar una fuerza que actúe para expandir el mandril hacia fuera, calentar el mandril a una temperatura por debajo de la temperatura de

fusión del primer material para hacer que el mandril sea deformable y permitir que el mandril se expanda hacia fuera y presione la capa contra el molde, y calentar la capa a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material para curar y formar la estructura. El procedimiento también comprende:

- (v) calentar el mandril a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material para fundir el mandril.
- 5 El procedimiento puede comprender además:
- (vi) retirar el mandril fundido de la estructura.

El procedimiento en su conjunto permite formar estructuras de formas más complejas, en particular estructuras que tengan porciones huecas. Por ejemplo, el mandril, o núcleo, proporcionado en la etapa (i) puede tener una forma
10 compleja, y el molde puede configurarse para reflejar la forma compleja, que después se mostrará en la estructura final. Además, en la etapa (ii), proporcionar una capa de un segundo material en la superficie exterior del mandril puede configurarse para definir una porción compleja de la estructura. La configuración del molde en la etapa (iii) para permitir que un fluido alcance la abertura del mandril permite que el mandril y la forma cooperen en la etapa (iv) y juntos formen la forma de la estructura final. Dado que el mandril se funde en la etapa (v) antes de retirarlo en la etapa
15 (vi), la abertura puede mantenerse pequeña y tener poca influencia en la forma general de la estructura. Por lo tanto, todas las etapas (i)-(vi) del procedimiento contribuyen de forma sinérgica a una mayor libertad en la conformación y formación de estructuras reforzadas con fibras. Esta mayor libertad permite optimizar una estructura de una función específica con respecto a la resistencia estructural y la relación resistencia/peso.

20 A continuación se describen otros efectos sinérgicos del procedimiento. La etapa (iv), que es posible mediante las etapas (i)-(iii), hace que la capa comience a curar cuando se presiona contra el molde, lo que contribuye a mejorar la relación resistencia/peso de la estructura final, ya que se compacta el segundo material. Además, el mandril proporcionado en la etapa (i) y el molde en la etapa (iii) hacen posible que el fluido presurizado transmita una alta presión al interior del mandril en la etapa (iv), permitiendo así que el molde tenga detalles más intrincados y
25 características agudas, tal como esquinas internas estrechas. Por lo tanto, el mandril y el molde permiten una mayor libertad en la conformación y formación de la estructura. La etapa (iv) también fuerza la capa contra el molde mientras comienza a curar, lo que contribuye a mejorar las tolerancias dimensionales de la estructura final, en particular si se utiliza una alta presión del fluido presurizado.

30 La estructura puede ser una estructura hueca. En la etapa (ii), la capa puede proporcionarse para cubrir la totalidad o una porción de la superficie exterior del mandril. En la etapa (ii), la capa puede proporcionarse para encerrar o envolver el mandril o una porción del mandril. Además, en la etapa (ii), proporcionar una capa de un segundo material en la superficie exterior del mandril puede configurarse para definir un espacio hueco en la estructura o una porción de la estructura.

35 Se entiende aquí que la temperatura ambiente abarca, pero sin limitación, la temperatura ambiente a la que se realiza el procedimiento en su conjunto, o la temperatura ambiente a la que se realiza la etapa (ii). La temperatura ambiente puede estar en el intervalo de 10-50 °C, en el intervalo de 20-23 °C, o aproximadamente a 21 °C. Adicionalmente, o como alternativa, el segundo material puede ser maleable a temperatura ambiente. Aquí se entiende que maleable
40 abarca flexible. Se entiende aquí que el primer material que se vuelve deformable abarca el primer material que se vuelve elástico, maleable, flexible, blando y/o dúctil.

La temperatura a la que el primer material pasa de ser de maleable a líquido puede ser difícil de definir o no corresponder a una temperatura exacta. En estos casos, la temperatura de fusión debe entenderse como una
45 indicación aproximada de dónde se produce este cambio. Por ejemplo, la temperatura de fusión puede ser la temperatura media de un intervalo de temperaturas a las que se produce el cambio, o uno de los extremos de tal intervalo.

De manera similar, la temperatura de curado de la resina puede ser difícil de definir o no corresponder a una
50 temperatura exacta. A continuación, debe entenderse que la temperatura de curado abarca una indicación aproximada de la temperatura más baja donde puede tener lugar o comenzar un curado industrialmente aplicable u operativamente eficiente. Por ejemplo, la temperatura de curado puede ser la temperatura media de un intervalo de temperaturas a las que se produce el curado de una manera industrialmente aplicable u operativamente eficiente, o el extremo inferior o superior de tal intervalo. La resina curada puede tener una temperatura de transición vítrea superior a la temperatura
55 de fusión del primer material. En el curado de la resina, se puede lograr la gelificación o un curado inicial por debajo de la temperatura de fusión del primer material, mientras que la vitrificación o curado completo se puede lograr por encima de la temperatura de fusión del primer material. En la etapa (iv), la capa se puede calentar a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material.

60 La etapa (ii) puede comprender además: proporcionar a la capa una o más aberturas, donde cada una de las una o

más aberturas está configurada para evitar, o tiene una dimensión que impide que el mandril sea retirado a través de la una o más aberturas antes de la fusión del mandril. Además, cada una de las una o más aberturas puede configurarse para permitir, o tiene una dimensión que permite, que el mandril se retire a través de la una o más aberturas posteriormente a la fusión del mandril. El mandril puede ser rígido o autoportante a temperatura ambiente.

5

La etapa (iv) puede comprender además: suministrar calor al interior del mandril para calentar el mandril a la temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material y para calentar la capa a la temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material. La temperatura de curado del segundo material puede ser más baja que la temperatura de fusión del primer material. Esto es ventajoso si el calor se suministra al interior del

10

mandril, ya que el calor tiene que pasar a través del mandril antes de llegar a la capa, lo que significa que el primero típicamente alcanza una temperatura más alta en un tiempo dado. Por lo tanto, si la temperatura de curado del segundo material fuera más alta que la temperatura de fusión del primer material, el mandril se fundiría antes de que haya comenzado el curado de la capa.

15

La etapa (iv) puede comprender además: suministrar calor al molde para calentar el mandril en el interior del molde a la temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material y para calentar la capa en el interior del molde a la temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material. La temperatura de curado del segundo material puede ser más alta que la temperatura de fusión del primer material. Esto es ventajoso si el calor se suministra al molde, ya que el calor tiene que pasar a través de la capa antes de llegar al mandril, lo que significa que

20

el primero típicamente alcanza una temperatura más alta en un tiempo dado. Por lo tanto, si la temperatura de curado del segundo material fuera más baja que la temperatura de fusión del primer material, existe el riesgo de que el mandril no se vuelva deformable y presione la capa contra el molde antes de que la capa comience a curar.

La abertura puede ser el único acceso al interior del mandril desde fuera del molde. Esto significa que el volumen del fluido presurizado que entra en el interior del mandril a través de la abertura en la etapa (iv) estará limitado por el volumen del interior del mandril, y posiblemente también por el volumen de la cavidad de molde si el mandril no cubre completamente el interior del molde. También puede haber otra abertura a través de la cual el fluido presurizado pueda entrar en el interior del mandril, lo que limitará más el volumen que pasa a través de la primera abertura. El mandril puede comprender una abertura adicional para permitir que un fluido salga del interior del mandril. En esta configuración, el volumen del fluido presurizado que entra en el interior del mandril a través de la abertura en la etapa

30

(iv) estará limitado por el flujo que se genera a través de la abertura y la abertura adicional.

El molde puede tener una abertura para permitir el acceso a la cavidad de molde desde fuera del molde. La abertura puede configurarse para permitir el acceso a la abertura desde fuera del molde, o la abertura puede configurarse para ser accesible desde fuera del molde a través de la abertura. En la etapa (vi), retirar el mandril fundido de la estructura puede comprender: retirar el mandril fundido a través de la abertura o hacer que el material fundido fluya fuera de la cavidad de molde a través de la abertura. Esto significa que se puede utilizar la misma abertura para aumentar la presión en el interior del mandril y para retirar el mandril fundido del interior de la cavidad de molde, lo que permite una estructura con un solo orificio y una mayor libertad en la formación de la estructura.

40

Un segundo aspecto de la invención es un mandril para ser colocado en la cavidad de molde de un molde que tiene una abertura para permitir el acceso a la cavidad de molde desde fuera del molde. El mandril comprende un interior hueco y una abertura para permitir que un fluido entre en el interior, donde el mandril está configurado para permitir que se acceda a la abertura a través de la abertura cuando el mandril se coloca en la cavidad de molde. Además, el mandril es de un primer material que es rígido a temperatura ambiente y tiene una temperatura de fusión a la que se funde, y el primer material se vuelve deformable cuando se acerca a la temperatura de fusión. El mandril del segundo aspecto permite realizar el procedimiento del primer aspecto.

45

Un tercer aspecto de la invención es un sistema de moldeo que comprende:

50

un molde que tiene una cavidad de molde y una abertura para permitir el acceso a la cavidad de molde desde fuera del molde, y

un mandril que comprende un interior hueco y una abertura para permitir que un fluido entre en el interior. El mandril está configurado para permitir el acceso a la abertura a través de la abertura cuando el mandril se coloca en la cavidad de molde. El mandril es de un primer material que es rígido a temperatura ambiente y tiene una temperatura de fusión a la que se funde, y el primer material se vuelve deformable cuando se acerca a la temperatura de fusión. El mandril puede configurarse para formar un espacio entre él y el molde para alojar una capa dispuesta en al menos una porción del mandril. El sistema de moldeo del tercer aspecto permite realizar el procedimiento del primer aspecto.

55

60

El mandril según el segundo aspecto y el sistema de moldeo según el tercer aspecto pueden configurarse para ser utilizados en el procedimiento según el primer aspecto, con o sin cualquiera de las modificaciones del procedimiento descrito a lo largo de estas especificaciones.

- 5 Un cuarto aspecto de la presente invención es una estructura fabricada mediante el procedimiento según el primer aspecto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 10 A continuación se describen posibles modificaciones adicionales de los aspectos de la invención. Las modificaciones implican características o funciones adicionales o alternativas que pueden aplicarse a los aspectos de la invención.

En el primer y cuarto aspectos, el primer material puede ser un termoplástico. El termoplástico puede estar compuesto o comprender polietileno. La resina puede comprender una resina epoxi. Esta combinación de materiales típicamente
 15 tiene la ventaja de que el primer material no se pega al segundo material después de que el mandril se ha fundido, y el primer material se puede retirar fácilmente de la estructura, por ejemplo, inclinando la estructura o molde para permitir que el primer material fundido fluya. Además, esta elección de materiales típicamente hará que las paredes de la estructura final que han estado en contacto con el mandril sean lisas y brillantes. El segundo material puede ser un tejido o tela de fibra de carbono preimpregnado, por ejemplo, los preimpregnados HexPly® fabricados por Hexcel
 20 Corporation, tales como HexPly® M26T y HexPly®M76.

Adicional, y como alternativa, el polietileno puede ser un polietileno de alta densidad. El primer material puede comprender polipropileno. La resina puede comprender melamina, fenol formaldehído, poliéster, poliimida y/o éster vinílico. Las fibras pueden comprender fibras de carbono. Como alternativa, o adicionalmente, las fibras pueden
 25 comprender fibras de aramida, fibras de vidrio y/o fibras vegetales. Las fibras vegetales pueden comprender fibras de cáñamo.

El primer material se puede elegir de una gama de materiales que tienen una temperatura de fusión, o un punto de fusión, dentro de 85-145 °C. El segundo material se puede elegir entre una gama de materiales que tienen una
 30 temperatura de curado dentro de 110-135 °C.

En la etapa (iv), el fluido presurizado puede aumentar la presión en el interior del mandril a una presión de más de 5 bar, preferiblemente más de 7 bar. El calentamiento del mandril en la etapa (iv) puede comprender: calentar el mandril a una temperatura en el intervalo de 110-140 °C, preferiblemente 120 °C. El calentamiento de la capa en la etapa (iv)
 35 puede comprender: calentar la capa a una temperatura en el intervalo de 110-140 °C, preferiblemente 120 °C. El calentamiento de la capa en la etapa (iv) puede comprender: calentar la capa y el mandril a la misma temperatura. El calentamiento del mandril en la etapa (v) puede comprender: calentar el mandril a una temperatura en el intervalo de 140-200 °C, preferiblemente 170 °C o superior a 170 °C. Las presiones y temperaturas enumeradas anteriormente son adecuadas cuando el primer material comprende polietileno y si la resina es una resina epoxi.

40 En el curado en la etapa (iv), la temperatura puede estar entre la temperatura de curado del segundo material y la temperatura de fusión del primer material. Esto asegura que el mandril no se derrita antes de que el segundo material comience a curar, lo que significa que el mandril puede presionar la capa contra el molde durante esta fase del curado o un curado inicial. El calentamiento de la capa en la etapa (iv) puede realizarse durante un periodo suficientemente
 45 largo para que la resina alcance la gelificación. Como alternativa, el calentamiento de la capa en la etapa (iv) puede realizarse durante un periodo suficientemente largo para que la resina alcance la vitrificación o un curado completo.

En la etapa (iii), el molde puede configurarse para dejar la abertura abierta a los alrededores del molde. La etapa (iv) puede comprender además: colocar el molde en un autoclave y generar una atmósfera presurizada y calentada dentro
 50 del autoclave para proporcionar el fluido presurizado y para calentar el mandril y la capa. Esto tiene el efecto de que el fluido presurizado entra en el interior del mandril a través de la abertura. Además, la atmósfera calentada calentará el mandril y la capa por conducción a través del molde. Adicionalmente, o como alternativa, el calentamiento del mandril y la capa también se puede lograr mediante convección a través de la abertura, ya que el fluido presurizado se calienta. Este es particularmente el caso si el calentamiento de la atmósfera se realiza antes de que se aumente la
 55 presión de la atmósfera, o si se genera un flujo del fluido presurizado en el interior del mandril a través de la abertura.

La etapa (iv) en el primer y cuarto aspectos puede comprender además: conectar la abertura del mandril a una fuente de presión a través de un conducto de presión, donde la fuente de presión proporciona el fluido presurizado y el conducto de presión transporta el fluido presurizado a la abertura. Esto tiene la ventaja de que la estructura no está
 60 limitada en tamaño por una cámara de presión, un autoclave o similares, lo que permite una mayor libertad en el

diseño de las estructuras. La etapa (iv) puede comprender además: colocar el molde en un horno que genera calor para calentar el mandril y la capa.

El mandril puede comprender una abertura adicional para permitir que un fluido salga del interior para permitir que el fluido presurizado fluya a través de al menos una porción del interior del mandril. El molde puede tener una abertura adicional para permitir el acceso a la cavidad de molde desde fuera del molde. La abertura adicional puede configurarse para permitir el acceso a la abertura adicional desde fuera del molde, o la abertura adicional puede configurarse para ser accesible desde fuera del molde a través de la abertura adicional.

La etapa (iv) puede comprender además: calentar el fluido presurizado y generar un flujo del fluido presurizado, donde el flujo entra al interior del mandril a través de la abertura y sale del interior del mandril a través de la abertura adicional para calentar el mandril y la capa. El calentamiento puede calentar el mandril a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material y la capa a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material.

El flujo del fluido presurizado puede restringirse en o después de la abertura adicional para permitir que se acumule una presión y genere la fuerza que actúa para expandir el mandril hacia fuera. Con las modificaciones descritas aquí, no hay necesidad de una cámara de presión, un horno o un autoclave. Esto significa que las dimensiones de la estructura no están limitadas y se pueden fabricar estructuras de mayor tamaño. En una redacción alternativa a lo anterior, la etapa (iv) puede comprender además: calentar el fluido presurizado y generar un flujo del fluido presurizado calentado a través de la abertura.

La etapa (v) puede seguir inmediatamente a la etapa (iv), lo que contribuye a mejorar la eficiencia del procedimiento de fabricación. La etapa (v) se puede realizar en un autoclave o en un horno. Si la etapa (iv) implica un autoclave o un horno, la etapa (v) puede realizarse en el mismo autoclave u horno. En la etapa (v), un flujo de fluido presurizado puede calentar el mandril a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material para fundir el mandril.

El curado en la etapa (iv) puede ser un primer curado, y el procedimiento puede comprender además la etapa de: (vii) someter la capa o estructura a un segundo curado a una temperatura que es mayor que la temperatura del primer curado.

Se puede lograr la gelificación o un curado inicial de la resina en el primer curado. Se puede lograr la vitrificación o un curado completo de la resina en el segundo curado. El segundo curado en la etapa (vii) permite que la formación de la estructura en la etapa (iv) se realice a una temperatura más baja, pero con la eficiencia de curado general de la temperatura más alta en el segundo curado.

La etapa (vii) puede realizarse entre las etapas (iv) y (v), simultáneamente a la etapa (v), o después de la etapa (vi). En el segundo curado, la temperatura puede estar por encima del punto de fusión del primer material. Esto permite que la fusión del mandril en la etapa (v) y el segundo curado en la etapa (vii) se realicen simultáneamente, lo que reduce el número de etapas del procedimiento y mejora la eficiencia del procedimiento.

La etapa (v) puede comprender: continuar el calentamiento del mandril en la etapa (iv) para lograr la fusión del mandril. La etapa (vii) puede comprender: calentar continuamente la capa en la etapa (iv) para lograr el segundo curado.

La etapa (vii) se puede realizar en un autoclave o en un horno. Si la etapa (iv) implica un autoclave o un horno, la etapa (vii) puede realizarse en el mismo autoclave u horno. Esto permite una operación continua y mejora la eficiencia del procedimiento. El sometimiento del segundo material a un segundo curado en la etapa (vii) puede comprender: calentar la capa o estructura a una temperatura en el intervalo de 140-200 °C, preferiblemente 170 °C o por encima de 170 °C. Estas temperaturas enumeradas anteriormente son adecuadas cuando el primer material comprende polietileno y si la resina es una resina epoxi.

En las diferentes etapas del procedimiento, cada temperatura que se logra mediante el calentamiento puede variarse o aumentarse monótonamente dentro de un intervalo de temperaturas. Por ejemplo, en la etapa (iv), calentar el mandril a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material puede comprender el mandril de la temperatura ambiente a 120 °C, y calentar la capa a una temperatura por encima de la temperatura de curado puede comprender el mandril de la temperatura ambiente a 120 °C. En la etapa (v), calentar el mandril a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material puede comprender calentar el mandril de 120 °C a 170 °C, y en la etapa (vii) someter la capa o estructura a un segundo curado puede comprender calentar la capa o estructura de 120 °C a 170 °C.

En la etapa (iv), se puede proporcionar una presión elevada en la cavidad de molde o el espacio dejado por el mandril para presionar la capa o estructura contra el molde. De forma similar, en la etapa (vii), se puede proporcionar una presión elevada en la cavidad de molde o el espacio dejado por el mandril para presionar la capa o estructura contra el molde. La presión elevada puede ser superior a 5 bar, preferiblemente superior a 7 bar. Esto asegura que la forma de la estructura formada en la etapa (iv) se mantenga y en el segundo curado de la etapa (vii).

El procedimiento puede comprender además la etapa de:
(viii) retirar la capa o estructura del molde.

- 10 La etapa (viii) se puede realizar posteriormente a la etapa (iv), entre las etapas (iv) y (v), o entre las etapas (v) y (vi). Adicionalmente, o como alternativa, se puede dejar enfriar el mandril y/o la capa o estructura entre las etapas (iv) y (v). Se puede dejar enfriar el mandril para que se vuelva rígido, proporcionando así soporte estructural a la capa, lo que permite que el mandril y la capa se retiren del molde, incluso si la capa ha alcanzado el curado completo en la etapa (iv). Como se ha explicado anteriormente, el procedimiento puede comprender la etapa de: (vii) someter la capa o estructura a un segundo curado. Por lo tanto, la retirada antes de la etapa (vi) permite que el segundo curado tenga lugar en otro lugar o momento que el primer curado. Por ejemplo, el primer curado puede realizarse en un autoclave y el segundo curado puede realizarse en un horno.

- La retirada de la capa o estructura en la etapa (viii) puede realizarse entre las etapas (vi) y (vii), o después de la etapa (vii). Esto es posible si la capa ha alcanzado una resistencia estructural suficiente en el primer curado para sostenerse.

- La temperatura por encima de la temperatura de curado en la etapa (iv) puede mantenerse durante un tiempo suficientemente largo para alcanzar un curado completo o vitrificación del segundo material. Esto tiene la ventaja de que no es necesaria ninguna etapa adicional para el curado completo en la fabricación de la estructura, lo que tiene la ventaja de un procedimiento más eficiente.

- En la etapa (ii), proporcionar una capa de un segundo material en la superficie exterior del mandril puede comprender: aplicar una o más láminas del segundo material sobre el mandril. Esto tiene la ventaja de que la capa puede tener una integridad estructural antes de ser aplicada al mandril que puede contribuir a la integridad estructural y resistencia de la estructura final. Cada una de las láminas puede definir una orientación de las fibras, y las láminas pueden aplicarse para definir múltiples orientaciones de las fibras entre diferentes capas, lo que contribuye a aumentar la resistencia de la estructura final, o entre porciones de la estructura final, lo que permite una gran libertad en el diseño de la estructura. Las láminas pueden estar prefabricadas.

- Las fibras en la una o más láminas pueden formar un tejido o tela y la resina puede impregnar el tejido o tela. Esto contribuye a mejorar la resistencia de la estructura final. La una o más láminas se pueden aplicar en capas superpuestas. Esto también contribuye a mejorar la resistencia de la estructura final. La una o más láminas tienen un lado adhesivo para permitir que la una o más láminas se adhieran al mandril y/o entre sí. Esto tiene el efecto de que las láminas se pueden aplicar fácilmente al mandril y en capas superpuestas, lo que contribuye a mejorar la eficiencia del procedimiento de fabricación. El procedimiento del primer aspecto es particularmente adecuado para láminas formadas de un tejido o tela impregnada con una resina, ya que estas son relativamente rígidas, y el fluido presurizado en la etapa (iv) se puede proporcionar a una presión alta para forzar las láminas relativamente rígidas a seguir las paredes de la cavidad de molde.

- El procedimiento puede comprender antes y/o simultáneamente a la etapa (iv):
(ix) evacuar aire dentro de la cavidad de molde entre el mandril y el molde.

- La etapa (ix) tiene el efecto de que en la etapa (iv), el mandril puede expandirse hacia fuera y presionar la capa contra el molde sin atrapar aire entre el mandril y la capa o entre la capa y el molde. El aire atrapado podría impedir que la estructura alcance la forma deseada, lo que se evita de este modo y la fabricación se mejora.

- La estructura puede formar parte de una estructura mayor. El procedimiento puede configurarse además para formar una estructura adicional reforzada con fibras y unida a la estructura. El molde puede comprender una superficie exterior adicional y un espacio para permitir el acceso a la cavidad de molde desde fuera del molde, y la etapa (iii) puede comprender además: proporcionar una capa adicional del segundo material en la superficie exterior adicional del molde y unir la capa adicional a la capa proporcionada en la superficie exterior del mandril a través del espacio. La etapa (iv) puede comprender además: generar una presión que fuerce la capa adicional contra la superficie exterior adicional y calentar la capa adicional a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material para formar la estructura adicional.

60

El espacio puede configurarse además para permitir el acceso a la abertura desde el exterior del molde. Por lo tanto, la abertura descrita anteriormente y el espacio pueden ser iguales. Esto significa que se puede llegar a la abertura a través de la estructura adicional, lo que a su vez significa que la estructura como tal se puede fabricar sin ninguna abertura, lo que puede contribuir a una resistencia mejorada. La estructura puede constituir el cubo y los radios de una rueda, y la estructura adicional puede constituir la llanta de la rueda.

En todos los aspectos de la invención, el mandril se puede conformar para adaptarse o seguir la forma de la cavidad de molde. Esto permite un ajuste perfecto entre el mandril, la capa y el molde, y permite una estructura con paredes delgadas y/o uniformemente gruesas. Adicionalmente, o como alternativa, la abertura puede ser la única abertura al interior del mandril desde fuera del mandril. Esto tiene el efecto de que se puede mantener una presión aumentada en el interior del mandril, incluso si los alrededores del mandril o del molde están a una presión más baja. Por ejemplo, el fluido presurizado puede generarse por un compresor y transportarse a la abertura por una tubería, donde el exterior del tubo y el mandril están a presión atmosférica.

En todos los aspectos, el mandril puede comprender una porción sobresaliente en la que se ubica la abertura. Esto significa que la porción sobresaliente es del mismo material que el resto del mandril. La porción sobresaliente puede configurarse para posicionar la abertura en el exterior del molde, o la porción sobresaliente puede configurarse para extenderse a través de la abertura del molde para posicionar la abertura en el exterior del molde, cuando el mandril se coloca en la cavidad de molde. Esto hace que la abertura sea más fácil de alcanzar al acoplar la abertura a una fuente de presión, lo que contribuye a un manejo más sencillo. La porción sobresaliente puede configurarse para proporcionar un sellado entre la porción sobresaliente y el molde para evitar que el fluido escape o entre en la cavidad de molde a través de la abertura. Esto evita que el aire se filtre entre la capa y el molde, lo que significa que la presión se puede aumentar en el interior del mandril simplemente aumentando la presión en la abertura, por ejemplo, colocando la forma con el mandril dentro de la cavidad de molde en una cámara de presión o autoclave. El mandril se puede fabricar mediante moldeo por soplado, moldeo por rotación, o impresión en 3D.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las figuras 1-10 ilustran una realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras.

Las figuras 11-20 ilustran otra realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras.

Las figuras 21-30 ilustran aún otra realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras.

La figura 31 es una vista frontal de una realización de un mandril en otra realización para fabricar una rueda reforzada con fibras.

La figura 32 es una vista frontal en sección transversal del mandril de la figura 31.

La figura 33 es una vista lateral en sección transversal del mandril de la figura 31.

Las figuras 34-43 ilustran las etapas de la realización de un procedimiento para fabricar una rueda reforzada con fibras.

La figura 44 ilustra una etapa en otra realización de un procedimiento para fabricar una rueda reforzada con fibras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción detallada de realizaciones ejemplares se refiere a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia se utilizan en diferentes dibujos para identificar elementos iguales o similares. Además, la descripción detallada se proporciona con el propósito de ilustrar y explicar los diferentes aspectos de la invención. Cualquiera de las modificaciones o funciones descritas anteriormente para los diferentes aspectos de la invención se puede aplicar a las siguientes realizaciones, ya sea por reemplazo de las características descritas, o por adición.

Se ilustra una realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras en las figuras 1-10. En una primera etapa, se proporciona un mandril 10. En la figura 1a se muestra una vista en perspectiva del mandril, y en la figura 1b se muestra una vista en sección transversal tomada en el centro del mandril 10 en las direcciones de su extensión longitudinal. El mandril tiene una superficie exterior 12, un interior hueco 14 y una abertura 16. La abertura 16 permite que un fluido entre en el interior 14 del mandril 10. El mandril 10 está hecho de un primer material que es rígido a temperatura ambiente y tiene una temperatura de fusión a la que se funde, y el primer material se vuelve deformable cuando se acerca a la temperatura de fusión.

En una segunda etapa, se proporciona una capa 18 de un segundo material sobre el mandril 10 en la superficie exterior 12 del mandril 10, como se muestra en la vista en perspectiva de la figura 2a y la vista en sección transversal de la figura 2b. La vista en sección transversal de la figura 2b corresponde al corte de la figura 1b. La capa 18 se proporciona sin bloquear la abertura 16. El segundo material comprende una resina termoendurecible sin curar y fibras configuradas para reforzar la estructura final. El segundo material tiene una temperatura de curado por debajo de la cual es maleable, y por encima de la cual se cura. Además, la temperatura de curado del segundo material es más baja que la temperatura de fusión del primer material.

- 10 En una tercera etapa, que se ilustra en las figuras 3 y 4, el mandril 10 y la capa 18 se colocan en una cavidad de molde 22 formada por un molde 20. Como se muestra en la figura 4, el molde 20 tiene una abertura 32 que permite el acceso a la abertura 16 desde fuera del molde 20.

- En una cuarta etapa, que se ilustra en las figuras 5 y 6, el mandril 10 se calentó a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material, es decir, el material del que está hecho de manera se vuelva deformable. Las secciones transversales de las figuras 5b y 6b corresponden a la sección transversal de la figura 1b. El calentamiento se ilustra en las figuras 5a y b. Se proporciona un fluido presurizado en la abertura 16 para aumentar la presión en el interior 14 del mandril 10 y se genera así una fuerza que actúa para expandir el mandril 10 hacia fuera, y el mandril 10 se expande hacia fuera y presiona la capa 18 contra el molde 20, que se ilustra en las figuras 6a y b.
- 20 La capa 18 se calienta a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material, es decir, el material del que está hecha, de manera que la capa 18 se endurece cuando se presiona contra la base.

- En una quinta etapa, el mandril 10 se calienta a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material de manera que el mandril 10 se funda, como se ilustra en las figuras 7a y b. La sección transversal de la figura 7b corresponde a la sección transversal de la figura 1b. En una sexta etapa, el mandril fundido 10 se retira de la estructura 24, que también se ilustra en las figuras 7a y b. El molde 20 y la estructura 24 están formados y orientados de modo que el mandril fundido 10 fluya hacia fuera a través de la abertura 32 del molde 20 por sí solo.

- El curado en la cuarta etapa, que se describe en relación con las figuras 6a y b, es un primer curado o inicial. En una séptima etapa, que se ilustra en las figuras 8a y b, la capa 18 o estructura 24 se somete a un segundo curado a una temperatura que es mayor que la temperatura del primer curado. La sección transversal de la figura 8b corresponde a la sección transversal de la figura 1b. La vitrificación o curado completo se logra en el segundo curado. En una realización alternativa, el primer curado es suficiente para alcanzar la vitrificación o el curado completo, y el segundo curado no se realiza. En el segundo curado, la temperatura está por encima del punto de fusión del primer material del mandril 10. Esto permite que el mandril 10 se derrita mientras se calienta para alcanzar la temperatura del segundo curado. Se ha descrito anteriormente que el mandril fundido 10 sale del molde 20 por sí solo, lo que significa que la quinta y sexta etapas se realizan continuamente cuando se pasa de la cuarta etapa a la séptima etapa. En realizaciones alternativas, el segundo curado se realiza entre la cuarta y quinta etapa, simultáneamente a la quinta etapa, o después de la sexta etapa.

- En la cuarta etapa, el molde 20 con el mandril 10 y la capa 18 en su interior se colocan en un autoclave 26, que se ilustra esquemáticamente en la figura 10. El autoclave 26 tiene una fuente de presión 28 en forma de compresor de aire que puede generar una atmósfera presurizada dentro de la cámara de presión 32 del autoclave cerrado 26. El autoclave tiene además un elemento calefactor 30 que puede calentar la atmósfera presurizada. La cuarta etapa se realiza en el autoclave 26, donde la atmósfera calentada calienta el mandril 10 y la capa 18, tanto por convección a través de la abertura 16 como por conducción a través del molde 20. En la tercera etapa descrita en relación con las figuras 3 y 4, la abertura 16 del mandril 10 se deja abierta a los alrededores del molde 20. Por lo tanto, la atmósfera presurizada entra en el interior 14 del mandril 10 a través de la abertura 16 y obliga al mandril 10 a expandirse hacia fuera.

- La quinta a séptima etapas también se realizan en el autoclave 26, donde el elemento calefactor 30 aumenta la temperatura de la atmósfera dentro del autoclave 26, provocando así el calentamiento. Se mantiene una atmósfera presurizada en el autoclave a lo largo de la cuarta a séptima etapas, lo que significa que una presión elevada presiona la capa 18 contra el molde 20 hasta que se completa la vitrificación o el curado final.

- El mandril 10 está hecho de polietileno, es decir, el primer material es un termoplástico. El polietileno tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 120-130 °C, por encima de la cual comienza a fundirse. La capa está compuesta de fibras de carbono fusionadas con una resina epoxi, es decir, el segundo material tiene estos componentes. La resina epoxi tiene efectivamente una temperatura de curado de 110 °C, por encima de la cual se cura. Después de que se haya colocado el molde 20 en el autoclave, con el mandril 10 y la capa 18 en su interior, el

elemento calefactor 30 calienta ininterrumpidamente la atmósfera dentro del autoclave 26 desde la temperatura ambiente a aproximadamente 170 °C. El transporte de calor limitado de la atmósfera dentro del autoclave 26, y la inercia térmica del mandril 10, la capa 18 y el molde 20 hacen que la temperatura de estos componentes aumente más lentamente que la temperatura de la atmósfera. Por lo tanto, el curado de la capa 18 en la cuarta etapa va seguido
 5 uniformemente de la fusión del mandril 10 en la quinta etapa, y la retirada del mandril fundido 10 en la sexta etapa. La temperatura se mantiene a 170 °C durante un tiempo suficientemente largo para que la capa 18 o la estructura 24 consigan la vitrificación o el curado completo de la resina en la séptima etapa.

Después de que el molde 20 se haya colocado en el autoclave, como se ha descrito anteriormente, la fuente de presión
 10 28 aumenta la presión de la atmósfera a una presión elevada en el intervalo de 7-8 bares. La presión se mantiene hasta que se completa la séptima etapa. Cuando la temperatura del mandril se acerca a la temperatura de fusión del polietileno, el mandril 10 se vuelve blando y maleable. Cuando esto sucede, la presión elevada dentro del autoclave 26 obliga al mandril 10 a presionar la capa 18 contra el molde y formar la estructura 24, permitiendo así la cuarta etapa del procedimiento.

15 En la segunda etapa descrita anteriormente en relación con las figuras 2a y b, la capa 18 se proporciona sobre el mandril 10 aplicando una o más láminas (no mostradas) del segundo material sobre el mandril 10. Cada lámina es un tejido prefabricado de fibras de carbono impregnadas con la resina. Por lo tanto, el tejido de las láminas define orientaciones específicas de las fibras. Las láminas tienen un lado adhesivo que está orientado hacia el mandril 10 y
 20 las láminas se aplican en varias capas superpuestas. Las láminas se aplican de modo que la capa resultante 18 envuelva completamente y cubra la superficie exterior 12 del mandril 10 o una porción del mandril 10. Por lo tanto, se forma un espacio hueco que da como resultado una estructura final hueca 24.

Después de la séptima etapa, la capa 18 o la estructura 24 se retiran del molde en una octava etapa, que se ilustra
 25 en las figuras 9a y b que muestran la estructura final 24 fabricada mediante el procedimiento anterior. La sección transversal de la figura 9b corresponde a la sección transversal de la figura 1b. Por ejemplo, la estructura 24 puede usarse como una sección de tubería que tiene una alta relación resistencia/peso.

Como se ha descrito anteriormente, la realización implica un mandril 10 configurado para colocarse en la cavidad de
 30 molde 22 del molde 20. El molde tiene una abertura 32 para permitir el acceso a la cavidad de molde 22 desde fuera del molde 20. El mandril 10 tiene un interior hueco 14 y una abertura 16, y el mandril 10 está configurado para permitir el acceso a la abertura 16 a través de la abertura cuando se coloca en la cavidad de molde 22. Además, el mandril 10 está fabricado con un material que es rígido a temperatura ambiente y se vuelve suave y maleable cuando la temperatura alcanza su temperatura de fusión. El mandril del segundo aspecto permite realizar el procedimiento del
 35 primer aspecto.

También se ha descrito anteriormente un sistema de moldeo en relación con las figuras 1-10. El sistema de moldeo consiste en un molde 20 y un mandril 10. El molde 20 tiene una cavidad de molde 22 y una abertura 32 para permitir
 40 el acceso a la cavidad de molde 22 desde el exterior del molde 20. El mandril 10 tiene un interior hueco 14 y una abertura 16 que permite que un fluido entre en el interior 14. La abertura 16 está ubicada en el mandril 10 de manera que se puede acceder a ella a través de la abertura 32 cuando el mandril 10 se coloca en la cavidad de molde 22. El mandril 10 es más pequeño que la cavidad de molde 22, formando así un espacio entre el mandril 10 y el molde 20 para alojar la capa 18.

45 En la realización anterior, el mandril 10 está conformado para adaptarse y seguir la forma de la cavidad de molde 22. Esto se logra teniendo un mandril con una sección transversal cuadrada, como se ilustra en la figura 1b, y un molde compuesto por cuatro secciones de pared rectangulares 34 que se ensamblan en ángulo recto y se bloquean entre sí mediante tornillos 36 y orificios 37 en las secciones de pared 34, formando así el molde 20 con una cavidad de molde que tiene una sección transversal cuadrada, como se muestra en la figura 5b. Existe un ajuste perfecto entre el mandril
 50 10, la capa 18 y el molde 20, lo que da como resultado una estructura final 24 con paredes delgadas. Además, la abertura 16 es la única abertura al interior 14 del mandril 10 desde el exterior del mandril 10.

Se ilustra una segunda realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras en las figuras 11-20. Esta realización tiene muchas características en común con la primera realización descrita en relación con las
 55 figuras 1-10. Aquí solo se describen las diferencias, y las características que tienen la misma función comparten la misma indexación numérica. A los índices numéricos de algunas de las características se les ha dado un número primo para distinguirlos funcionalmente. Las etapas ilustradas en las figuras 11-19 se asemejan a las etapas de las figuras 1-9, correspondiendo la etapa de la figura 11 a la etapa de la figura 1, correspondiendo la etapa de la figura 12 a la etapa de la figura 2, etc.

En la primera etapa ilustrada en las figuras 11 a y b, el mandril 10 está dotado en un extremo de una porción sobresaliente 38 en la que se ubica la abertura 16. El otro extremo del mandril 10 está cerrado de modo que la abertura 16 es el único acceso al interior 14 del mandril 10. La porción sobresaliente 38 es del mismo material que el resto del mandril 10. En la segunda etapa, la capa 18 se aplica a la superficie exterior 12 del mandril 10 de la misma manera
5 que en la primera realización. Sin embargo, el extremo de la porción sobresaliente 38 no está cubierto por la capa 18, lo que significa que ahora solo una porción de la superficie exterior 12 está cubierta por la capa 18.

En la tercera etapa ilustrada en las figuras 13 y 14, el mandril 10 y la capa 18 se colocan en una cavidad de molde 22 formada por un molde 20. El molde 20 tiene una abertura 32 con una sección transversal circular a través de la cual
10 se extiende la porción sobresaliente 38 y posiciona la abertura 16 en el exterior del molde 20. La porción sobresaliente 38 se acopla con el interior de la abertura 32 y proporciona un sellado entre la porción sobresaliente 38.

En la cuarta etapa, que se ilustra en las figuras 15 y 16, la abertura 14 está conectada a través de un conducto de presión 40 a una fuente de presión 28' en forma de un compresor de aire, como se muestra esquemáticamente en la
15 figura 20. La fuente de presión 28' proporciona el fluido presurizado y el conducto de presión 40 transporta el fluido presurizado a la abertura 16. El molde 20, con el mandril 10 y la capa 18 en su interior, se coloca en un horno 42 que tiene un elemento calefactor 30' que calienta la atmósfera dentro del horno 42. La atmósfera calentada calienta el molde 20, que a su vez calienta la capa 18 y el mandril 10.

En la quinta etapa, el mandril 10 se calienta de manera que el mandril 10, incluida su porción sobresaliente 38, se funde, como se ilustra en las figuras 17a y b. La quinta etapa va seguida inmediatamente de la séptima etapa ilustrada en las figuras 18 a y b, lo que significa que la capa 18 o estructura 24 se someten al segundo curado con el mandril fundido 10 en su interior. La sexta etapa, en la que el mandril fundido 10 se retira de la estructura 24, y la octava etapa, en la que la capa 18 o la estructura 24 se retiran del molde, se realizan al mismo tiempo. El molde 20 se inclina para
20 que el mandril fundido 10 pueda fluir hacia fuera a través de la abertura 32, después de lo cual se abre el molde 20 para revelar la estructura final 24 ilustrada en las figuras 19a y b. La sexta y octava etapas no se muestran explícitamente en las figuras.

Se ilustra una tercera realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras en las figuras
30 21-30. Esta realización también comparte muchas características con la primera realización descrita en relación con las figuras 1-10. Aquí solo se describen las diferencias, y las características que tienen la misma función comparten la misma indexación numérica. A la indexación numérica de algunas de las características se le ha dado un número primo para distinguirlas de la primera realización. Las etapas ilustradas en las figuras 21-29 se asemejan a las etapas de las figuras 1-9, correspondiendo la etapa de la figura 11 a la etapa de la figura 1, correspondiendo la etapa de la
35 figura 12 a la etapa de la figura 2, etc.

En la primera etapa ilustrada en las figuras 21 y b, el mandril 10 está dotado de una abertura adicional 46, que es idéntica en forma y tamaño a la abertura 16, lo que significa que el mandril 10 es efectivamente un tubo con una sección transversal cuadrada. Por lo tanto, un fluido puede fluir hacia el interior 14 del mandril 10 a través de la abertura
40 16 y salir a través de la abertura adicional 46. En la segunda etapa, la capa 18 se aplica a la superficie exterior 12 del mandril 10 de la misma manera que en la primera realización, con la diferencia de que la abertura adicional 46 no está cubierta por la capa 18.

En la tercera etapa ilustrada en las figuras 23 y 24, el mandril 10 y la capa 18 se colocan en una cavidad de molde 22 formada por un molde 20. El molde 20 tiene una abertura 32 y una abertura adicional 52 que permite el acceso a la
45 cavidad de molde 22 desde el exterior del molde y permite que un flujo de un fluido entre en el interior 14 del mandril 10 a través de la abertura 32 y salga del interior del mandril 10 a través de la abertura adicional 52.

En la cuarta etapa, que se ilustra en las figuras 25 y 26, la abertura 32 está conectada a través de un conducto de presión 40 a una fuente de presión 28' en forma de un compresor de aire, como se muestra esquemáticamente en la
50 figura 30. La fuente de presión 28' proporciona el fluido presurizado y el conducto de presión 40 transporta el fluido presurizado a la abertura 32 y por lo tanto también a la abertura 16. El conducto de presión 40 pasa a través de un calentador 50 que calienta el fluido presurizado. El fluido presurizado calentado entra en el interior 14 del mandril 10 a través de la abertura 32 y sale del interior 14 a través de la abertura adicional. El fluido presurizado calentado calienta
55 el mandril 10, que a su vez calienta la capa 18. La abertura adicional 52 es más pequeña que la abertura 32, de modo que el flujo del fluido presurizado se restringe en la abertura adicional 46, lo que provoca que se acumule presión y se genere la fuerza que actúa para expandir el mandril 10 hacia fuera.

En la quinta etapa, el calentador 50 proporciona más calor al flujo de fluido presurizado, lo que provoca la fusión del
60 mandril 10, que se ilustra en las figuras 17a y b. La quinta etapa va seguida inmediatamente de la séptima etapa

ilustrada en las figuras 28a y b, en la que el fluido presurizado continúa calentando la capa 18 o la estructura 24, sometiendo así la capa 18 o la estructura 24 al segundo curado. La sexta etapa, en la que el mandril fundido 10 se retira de la estructura 24, y la octava etapa, en la que la capa 18 o la estructura 24 se retiran del molde, se realizan al mismo tiempo. El molde 20 se inclina para que el mandril fundido 10 pueda fluir hacia fuera a través de la abertura 32, después de lo cual se abre el molde 20 para revelar la estructura final 24 ilustrada en las figuras 29a y b. La sexta y octava etapas no se muestran explícitamente en las figuras.

Una cuarta realización de un procedimiento para fabricar una estructura reforzada con fibras se ilustra en las figuras 31-42, donde la estructura 24 es una rueda para un vehículo terrestre.

Esta realización tiene muchas características en común con la primera realización descrita en relación con las figuras 1-10. Aquí sólo se describen las diferencias con respecto a la primera realización y las características que tienen la misma función comparten la misma indexación numérica. A la indexación numérica de algunas de las características se le ha dado un número primo para distinguirlas de la primera realización.

En la primera etapa ilustrada en las figuras 31 a 34, se proporciona el mandril 10. La figura 31 es una vista frontal, la figura 32 una vista frontal en sección transversal, y la figura 33 una vista lateral en sección transversal tomada a lo largo de la línea de simetría vertical en la figura 31. El mandril tiene un centro anular hueco 54 y cinco protuberancias huecas 56 que se extienden simétricamente hacia fuera desde el centro anular 54. El centro anular 54 y las protuberancias están unidos de manera que formen un único interior hueco 14 del mandril 10. El centro anular 54 forma un espacio hueco dentro de un cubo de rueda, y cada una de las protuberancias 56 debe formar un espacio hueco dentro de un radio unido al cubo. El eje de giro 58 de la rueda a fabricar se indica mediante un punto y una línea discontinua.

La porción sobresaliente 38 en la que se ubica la abertura 16 está unida al centro anular. La porción sobresaliente 38 es del mismo material que el resto del mandril 10. La figura 34 es una réplica de la figura 33, pero girada para ajustarse a las figuras que ilustran las etapas posteriores. Las figuras 35 a 42 son todas las secciones transversales correspondientes a la sección transversal de la figura 33.

En la segunda etapa, que se ilustra en la figura 35, la capa 18 se aplica a la superficie exterior 12 del mandril 10 de la misma manera que en la primera realización. Aparte de la porción sobresaliente 38, se cubre el mandril 10 completo. Esto significa que la capa 18 está dotada de una abertura 39 en la porción sobresaliente 38. La abertura 39 es pequeña en comparación con las dimensiones del mandril 10 e impide que el mandril 10 se retire a través de la abertura 39. Sin embargo, si el mandril 10 se funde, se puede retirar a través de la abertura 39.

En la tercera etapa ilustrada en la figura 36, el mandril 10 y la capa 18 se colocan en la cavidad de molde 22 formada por un molde 20. La ilustración del molde 20 es del lado izquierdo para encajar en el dibujo. El molde 20 está constituido por una primera parte 60 y una segunda parte 62 unidas por un perno 64. El mandril 10 está conformado para adaptarse y seguir la forma de la cavidad de molde 22 de manera que deje espacio para la capa 18 dentro de la cavidad de molde 22. El molde tiene cinco espacios 66, estando cada espacio 66 colocado en la punta 68 de una protuberancia 56 del mandril 10, y permite el acceso al mandril 10 desde fuera del molde 20.

El molde 20 tiene una superficie exterior adicional 70, y una capa adicional 78 del segundo material se aplica a la superficie exterior adicional 70 del molde y se une a la capa 18 proporcionada en la superficie exterior 12 del mandril 10 a través de todos los espacios 66. La capa adicional 78 se aplica en láminas de la misma manera que la capa 18, que se describe en relación con las figuras 2a y b anteriores. La capa adicional 78 es para formar el manguito cilíndrico y los bordes libres de una llanta de la rueda final.

El molde 20 tiene una abertura 32 con una sección transversal circular a través de la cual se extiende la porción sobresaliente 38 y posiciona la abertura 16 en el exterior del molde 20. La porción sobresaliente 38 se acopla al interior de la abertura 32 y proporciona un sellado entre la porción sobresaliente 38 y el molde 20.

La cuarta etapa se ilustra en las figuras 37 a 39. El molde completo 20 se reviste con un vellón 72 y se coloca en una bolsa hermética 74, que se ilustra en la figura 37. La bolsa tiene una conexión pasante hermética 76 para la porción sobresaliente 38 y una salida 80 a través de la cual se puede evacuar el aire del interior de la bolsa. El molde 10 y la bolsa 74 se colocan en un autoclave 26, como se ilustra esquemáticamente en la figura 43. Una bomba 44 se acopla a la salida 80 de la bolsa 74, y la bolsa se evacúa. El vellón 72 evita un sellado entre la bolsa 74 y el molde 20, permitiendo así que se evacue todo el interior de la bolsa, que se ilustra en la figura 38. A continuación, se escapará el aire entre la primera parte 60 y la segunda parte 62 del molde 20. Esto constituye la novena etapa, en la que se evacua el aire dentro de la cavidad de molde entre el mandril 10 y el molde 20 y entre la capa adicional 78 y la superficie

exterior adicional 70.

Como en la primera realización, el autoclave 26 tiene una fuente de presión 28 en forma de compresor de aire que puede generar una atmósfera presurizada dentro de la cámara de presión 32 del autoclave cerrado 26. El autoclave 5 tiene además un elemento calefactor 30 que puede calentar la atmósfera presurizada. La cuarta etapa se realiza en el autoclave 26, donde la atmósfera calentada calienta todo el contenido dentro de la bolsa 74, que incluye el mandril 10 y la capa 18. La atmósfera presurizada entra en el interior 14 del mandril 10 a través de la abertura 16 y fuerza el mandril 10 a expandirse hacia fuera y presionar la capa contra el molde 20, después de lo cual la capa 18 se cura en esta posición, como se ilustra en la figura 39.

10

Simultáneamente, la atmósfera presurizada calentada también fuerza la capa adicional 78 contra la superficie exterior adicional 70 y calienta la capa adicional 78 a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material, que también se ilustra en la figura 39.

- 15 La cuarta etapa se concluye retirando el molde de la bolsa 74. A esto le sigue la quinta etapa en la que el mandril 10 se calienta a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material de manera que el mandril 10 se funde. A esto le sigue la sexta etapa, en la que el mandril fundido 10 sale a través de la abertura 32 del molde 20 por sí solo. La quinta y sexta etapas se ilustran en la figura 40. El curado adicional de la séptima etapa se ilustra en la figura 41. La cuarta realización difiere de la primera realización en que el autoclave 26 se abre brevemente para 20 permitir la retirada de la bolsa 74 al final de la cuarta etapa descrita anteriormente. El calentamiento y presurización se interrumpen antes de abrir el autoclave, y se reanudan después de cerrar el autoclave 26.

- En la séptima etapa, que se ilustra en la figura 41, la capa 18 y la capa adicional 78 se someten a un segundo curado similar al segundo curado en la primera realización. La séptima etapa va seguida de una octava etapa en la que la 25 capa 18 o la estructura 24 se retiran del molde 20. Esto se ilustra en la figura 42, que muestra una vista lateral en sección transversal de una rueda reforzada con fibras 82 que tiene una llanta 84 compuesta por un manguito cilíndrico 86 y dos bordes libres anulares 88, y un cubo hueco 90 unido al interior de la llanta 84 por cinco radios huecos 92.

- En una realización alternativa a la cuarta realización, la porción sobresaliente 38 está ubicada en el mandril 10 en la 30 punta 68 de una de las protuberancias 58 de manera que se extienda a través de uno de los espacios 66. Por lo tanto, el espacio 66 tiene la función de la abertura, pero con la diferencia de que no hay sellado entre la porción sobresaliente y la abertura. Esta realización alternativa se ilustra en la figura 44, que muestra el estado al final de la cuarta etapa. El molde 20 permanece en la bolsa 74 hasta después del curado adicional en la séptima etapa, y el contenido de la bolsa 74 se calienta continuamente en la atmósfera presurizada calentada dentro del autoclave desde la cuarta etapa 35 hasta el final de la séptima etapa. La sexta etapa no se realiza antes de la séptima etapa. Esto significa que el mandril fundido 10 permanece dentro del molde 20 durante el curado adicional, como en la segunda realización.

- La porción sobresaliente 38 deja un orificio de acceso 94 en la llanta final a través del cual se puede llegar al hueco en el interior del radio. Una vez que se ha retirado el molde de la bolsa 74, se perforan los orificios correspondientes 40 en cada uno de los otros radios. A esto le sigue la sexta etapa, en la que se hace girar la rueda en torno al eje de rotación 58 de manera que el mandril fundido 10 se expulsa a través de los orificios y, por lo tanto, se retira de la estructura. A esto le sigue la octava etapa, en la que la estructura final 24 o la rueda 82 se retiran del molde 20.

LISTA DE ELEMENTOS

45

- | | |
|-------|----------------------------------|
| 10 | mandril |
| 12 | superficie exterior |
| 14 | interior hueco |
| 16 | abertura |
| 50 18 | capa |
| 20 | molde |
| 22 | cavidad de molde |
| 24 | estructura |
| 26 | autoclave |
| 55 28 | fuelle de presión |
| 30 | elemento calentador |
| 32 | abertura de molde |
| 34 | secciones de pared rectangulares |
| 36 | tornillos |
| 60 37 | orificios |

	38	porción sobresaliente
	40	conducto de presión
	42	horno
	44	bomba
5	50	calentador
	52	abertura adicional de molde
	54	centro anular
	56	protuberancia
	58	eje de rotación
10	60	primera parte
	62	segunda parte
	64	perno
	66	espacio
	68	punta de protuberancia
15	70	superficie exterior adicional
	72	vellón
	74	bolsa
	76	conexiones pasantes
	78	capa adicional
20	80	salida
	82	rueda
	84	llanta
	86	manguito cilíndrico
	88	bordes libres
25	90	cubo
	92	radios
	94	orificio de acceso

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar una estructura (24) reforzada con fibras, el procedimiento comprende:
 - 5 (i) proporcionar un mandril (10) de un primer material, donde el mandril (10) comprende una superficie exterior (12), un interior hueco (14) y una abertura (16) para permitir que un fluido entre en el interior, el primer material es rígido a temperatura ambiente y tiene una temperatura de fusión a la que se funde, y el primer material se vuelve deformable cuando se acerca a la temperatura de fusión,
 - 10 (ii) proporcionar una capa (18) de un segundo material en la superficie exterior (12) del mandril (10) sin bloquear la abertura (16) aplicando una o más láminas del segundo material en el mandril, donde la o más láminas tienen un lado adhesivo que permite que la una o más láminas se adhieran al mandril y/o entre sí, donde el segundo material comprende una resina termoendurecible sin curar y fibras configuradas para reforzar la estructura (24), el segundo material tiene una temperatura de curado por debajo de la cual es maleable y por encima de la cual se cura,
 - 15 (iii) colocar el mandril (10) y la capa (18) en una cavidad de molde (22) formada por un molde (20), donde el molde (20) está configurado para permitir que un fluido alcance la abertura (16) del mandril (10),
 - (iv) introducir un fluido presurizado en el interior del mandril (10) a través de la abertura (16) para generar una fuerza que actúe para expandir el mandril (10) hacia fuera, calentar el mandril (10) a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del primer material para hacer que el mandril sea deformable y permitir que el mandril
 - 20 (10) se expanda hacia fuera y presione la capa (18) contra el molde (20), y calentar la capa (18) a una temperatura por encima de la temperatura de curado del segundo material para curar y formar la estructura (24),
 - (v) calentar el mandril (10) a una temperatura por encima del punto de fusión del primer material para fundir el mandril (10), y
 - 25 (vi) retirar el mandril fundido (10) de la estructura (24).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde la estructura (24) es una estructura hueca, y en la etapa (ii) se proporciona la capa (18) para encerrar o envolver el mandril (10) o una porción del mandril (10).
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, donde el primer material es un
 30 termoplástico, la resina comprende una resina epoxi, y/o las fibras comprenden fibras de carbono.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde, en la etapa (iii), el molde (20) está configurado para dejar la abertura (16) abierta a los alrededores del molde (20), y la etapa (iv) comprende además:
 35 colocar el molde (20) en un autoclave (26) y generar una atmósfera presurizada y calentada dentro del autoclave (26) para proporcionar el fluido presurizado y para calentar el mandril (10) y la capa (18).
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde la etapa (iv) comprende además: conectar la abertura (16) del mandril (10) a una fuente de presión (28) a través de un conducto de presión, donde la
 40 fuente de presión (28) proporciona el fluido presurizado y el conducto de presión transporta el fluido presurizado a la abertura (16), y la etapa (iv) comprende además: colocar el molde (20) en un horno que genera calor para calentar el mandril (10) y la capa (18).
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el curado en la etapa (iv) es un
 45 primer curado, y el procedimiento comprende además la etapa de: (vii) someter la capa (18) o estructura (24) a un segundo curado a una temperatura que es mayor que la temperatura del primer curado.
7. El procedimiento según la reivindicación 6, donde someter el segundo material a un segundo curado en la etapa (vii) comprende: calentar la capa (18) o estructura (24) a una temperatura en el intervalo de 170-200 °C.
- 50 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde el procedimiento comprende antes de y/o simultáneamente a la etapa (iv):
 (ix) evacuar aire dentro de la cavidad de molde (22) entre el mandril (10) y el molde (20).
9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde la etapa (ii) comprende además:
 55 proporcionar a la capa (18) una o más aberturas, donde cada una de las una o más aberturas está configurada para evitar que el mandril (10) se retire a través de una o más aberturas antes de la fusión del mandril (10), y donde cada una de las una o más aberturas está configurada para permitir que el mandril (10) se retire a través de la una o más aberturas posteriormente a una fusión del mandril (10).
- 60 10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde el procedimiento está configurado

además para formar una estructura adicional reforzada con fibras y unida a la estructura (24), y donde el molde (20) comprende una superficie exterior adicional (12) y un espacio para permitir el acceso a la cavidad de molde (22) fuera del molde (20), y la etapa (iii) comprende además: proporcionar una capa adicional (78) del segundo material en la superficie exterior adicional (12) del molde (20) y unir la capa adicional (78) a la capa (18) proporcionada en la
5 superficie exterior (12) del mandril (10) a través del espacio.

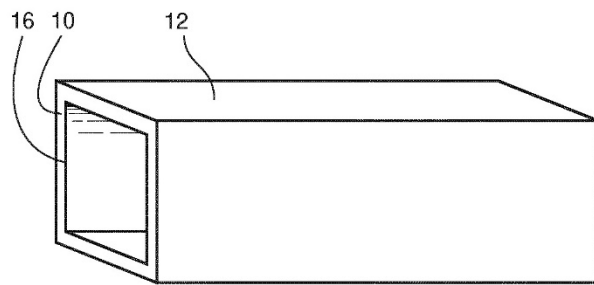


Fig. 1a

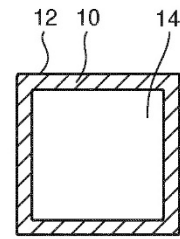


Fig. 1b

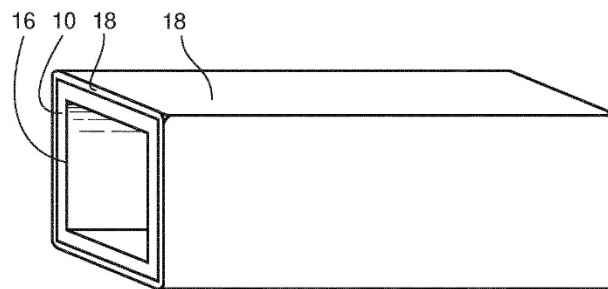


Fig. 2a

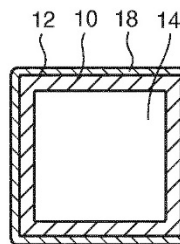


Fig. 2b

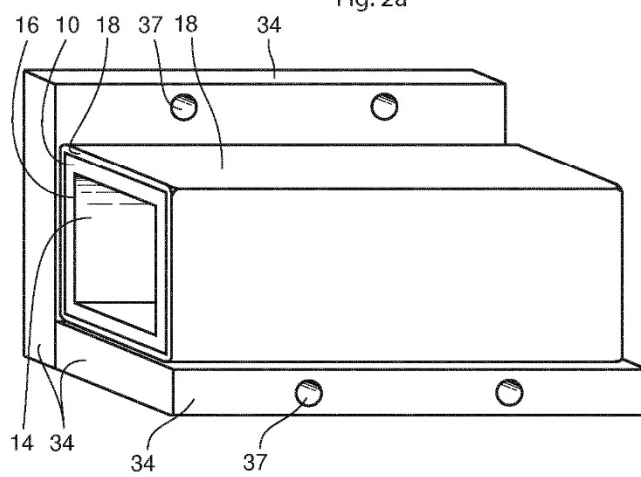


Fig. 3

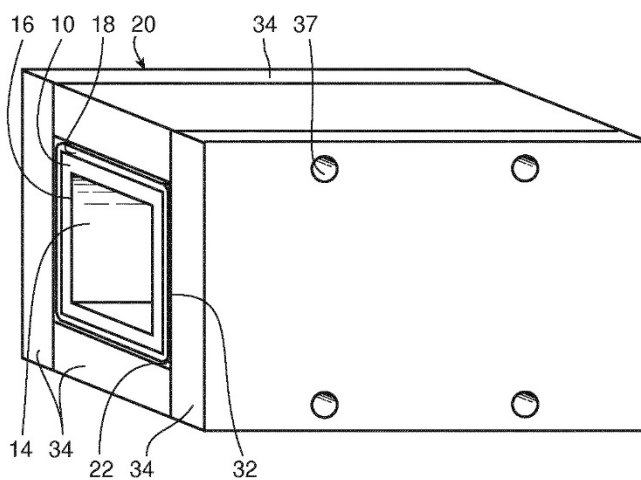


Fig. 4

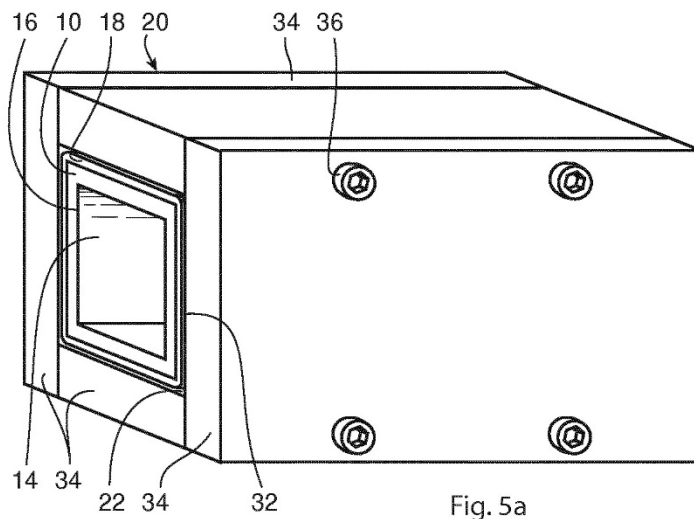


Fig. 5a

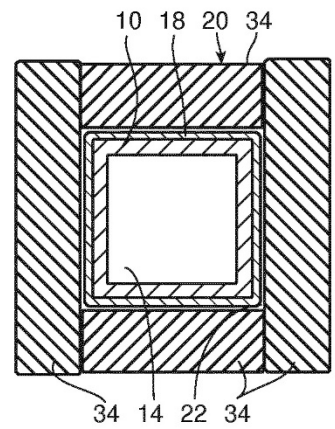


Fig. 5b

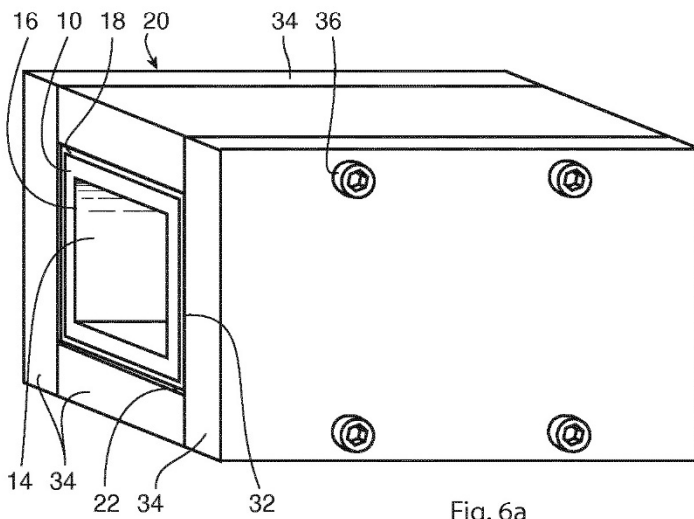


Fig. 6a

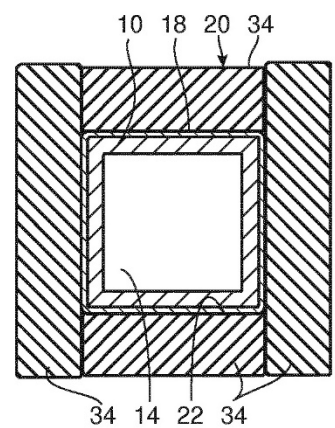


Fig. 6b

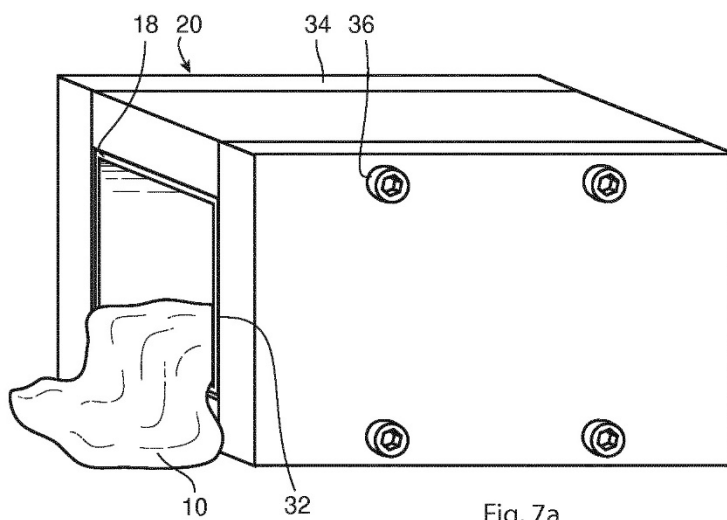


Fig. 7a

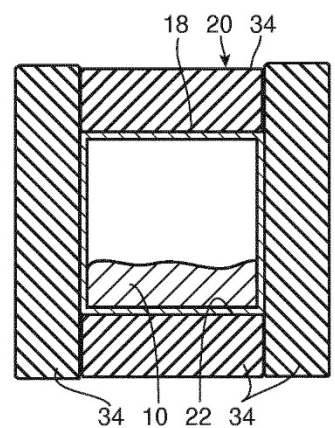


Fig. 7b

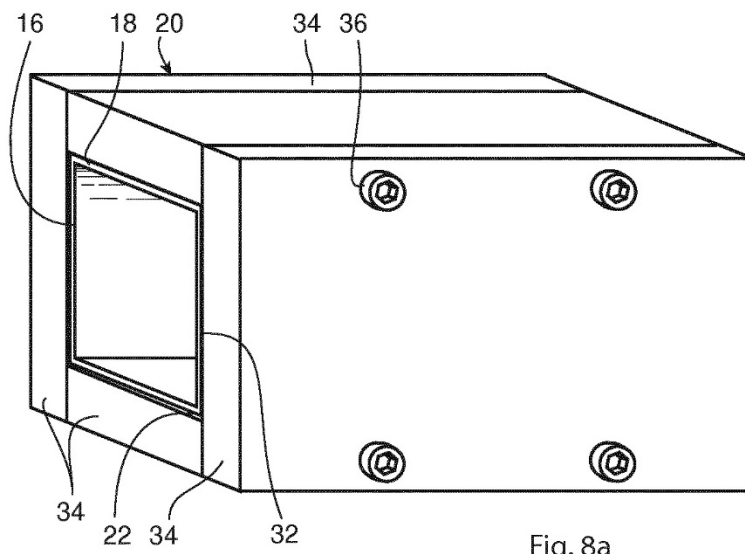


Fig. 8a

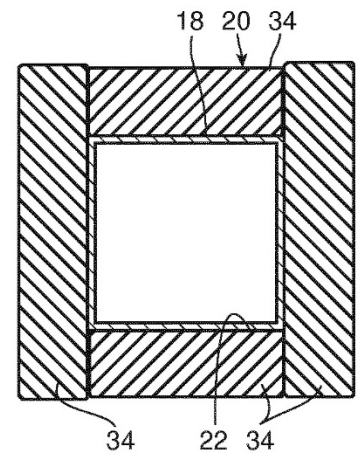


Fig. 8b

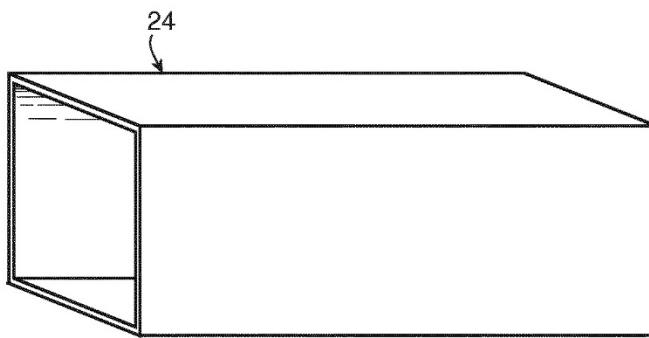


Fig. 9a

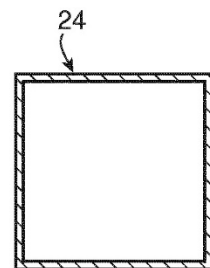


Fig. 9b

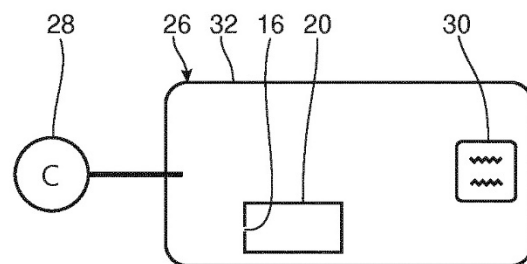


Fig. 10

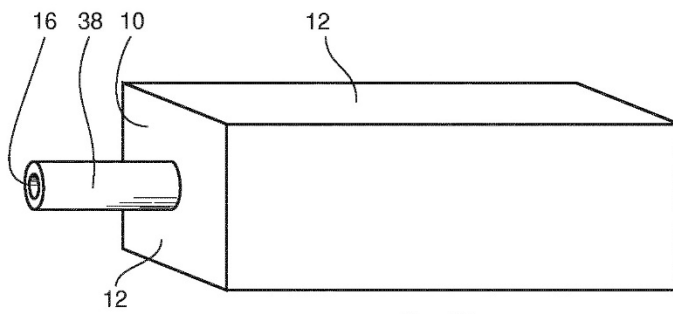


Fig. 11a

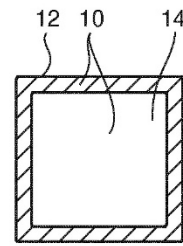


Fig. 11b

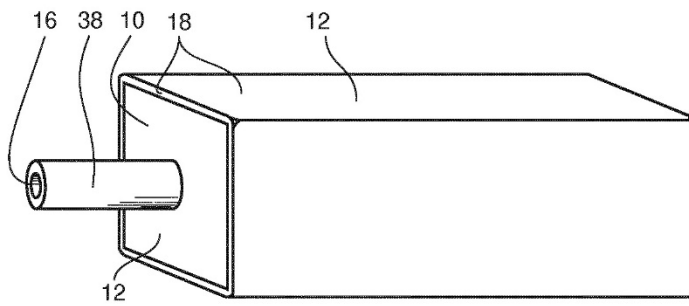


Fig. 12a

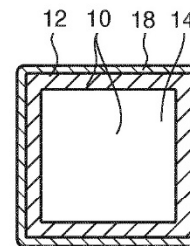


Fig. 12b

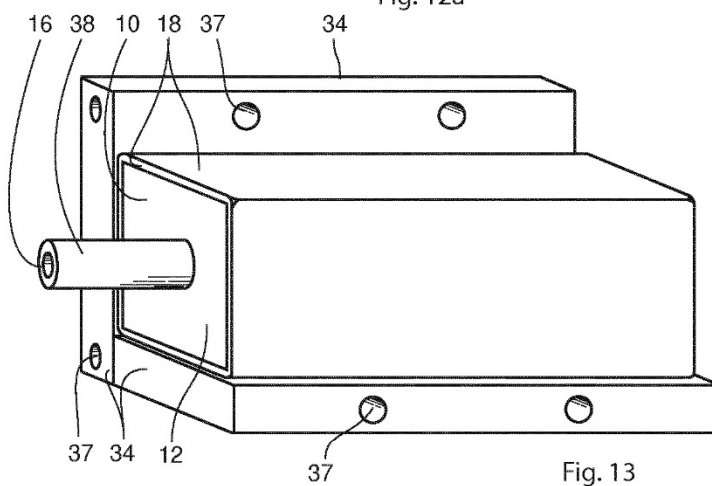


Fig. 13

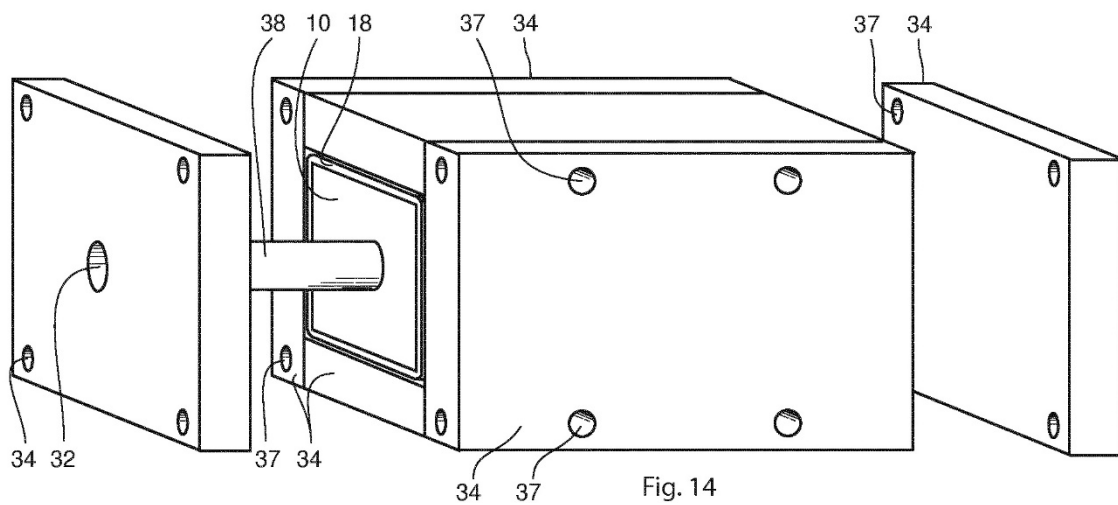
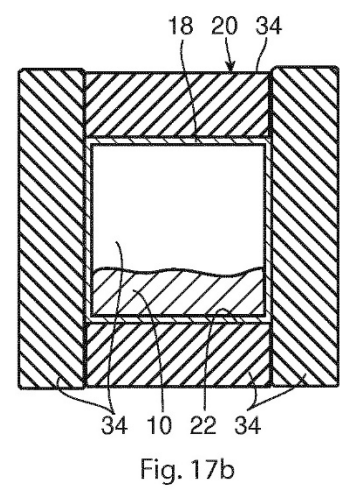
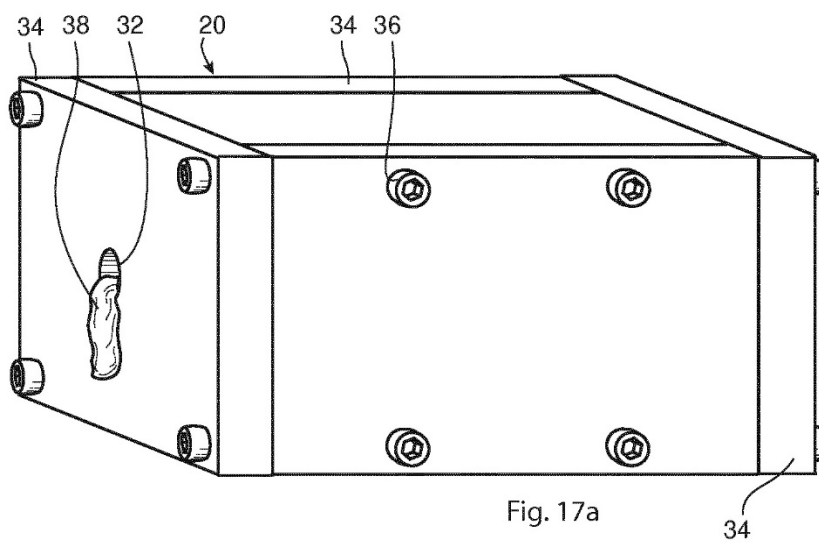
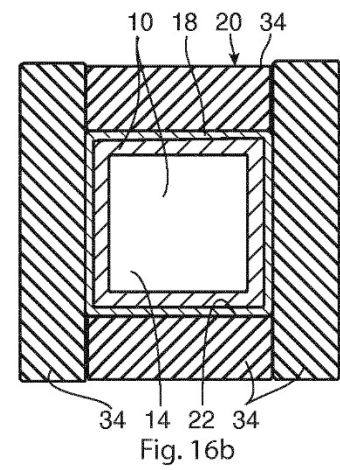
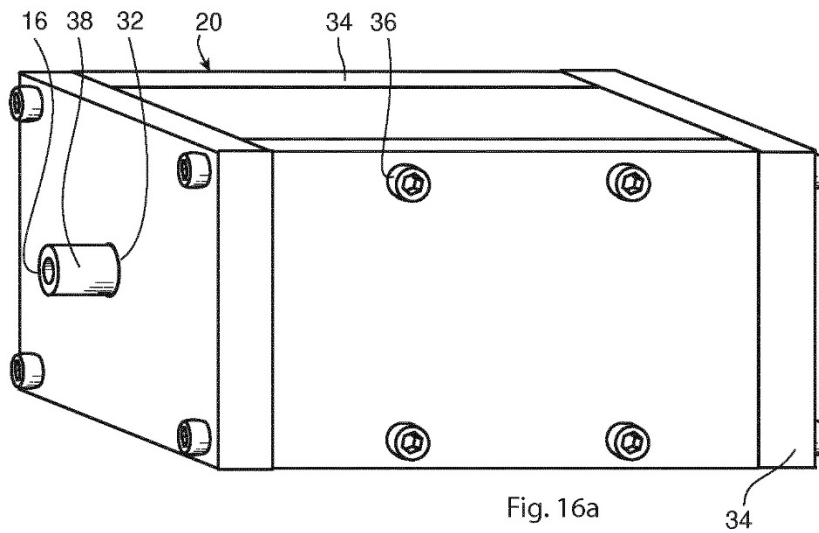
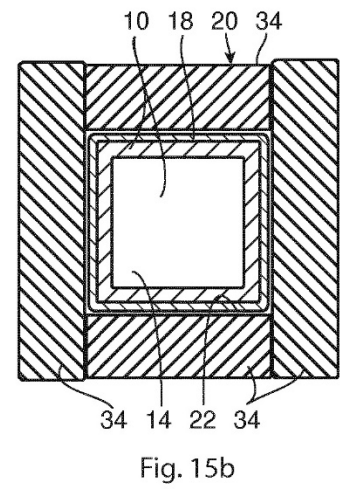
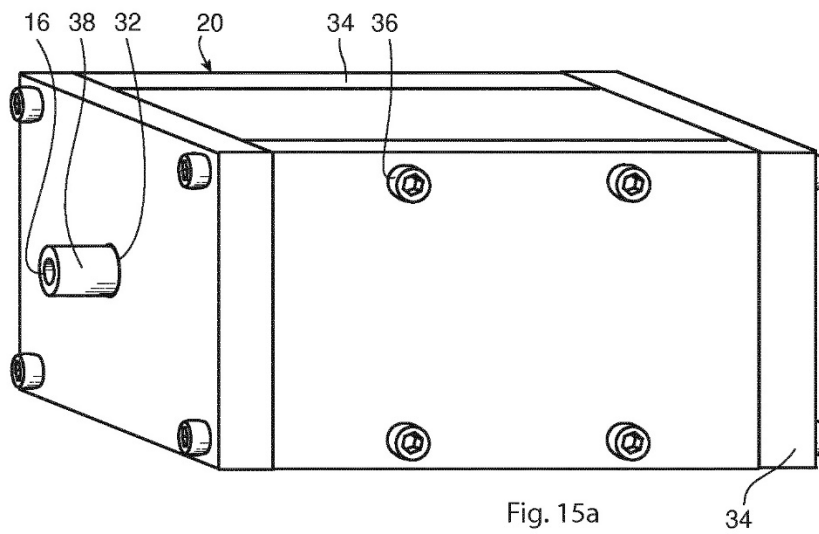
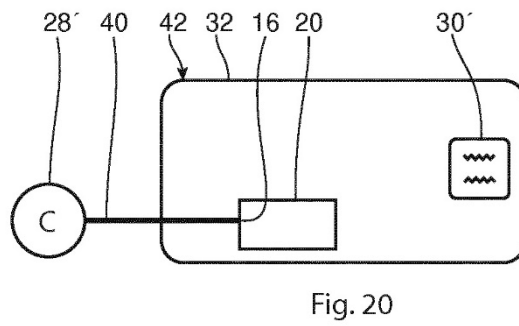
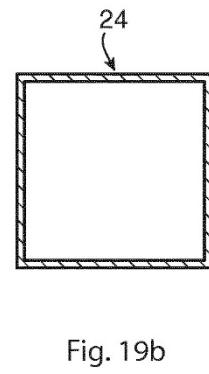
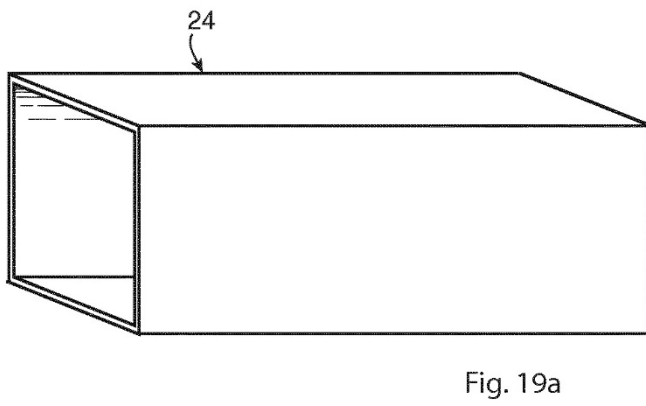
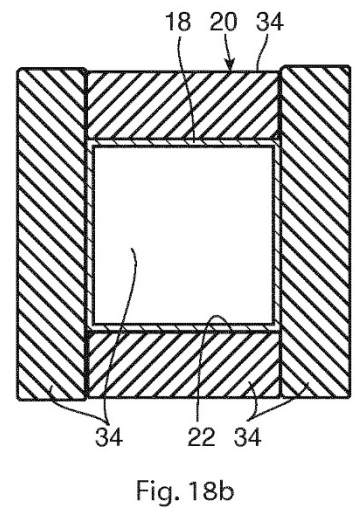
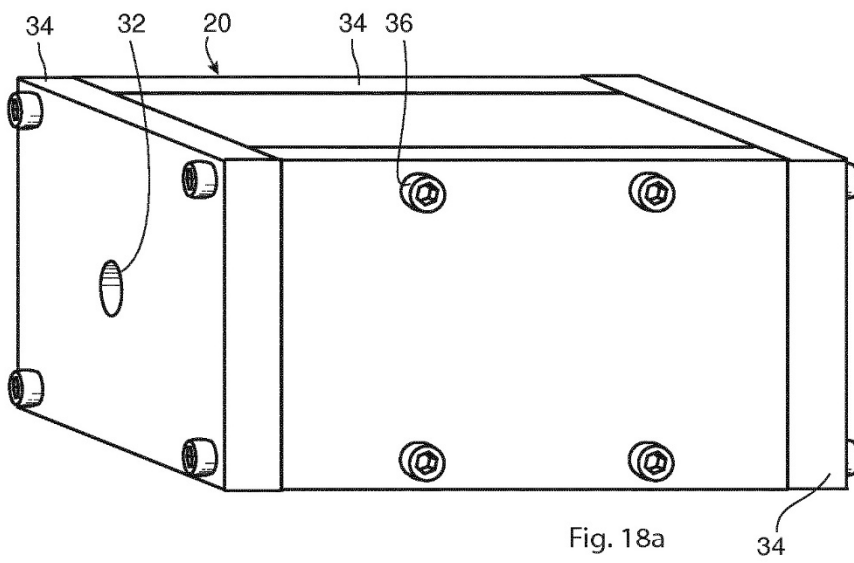


Fig. 14





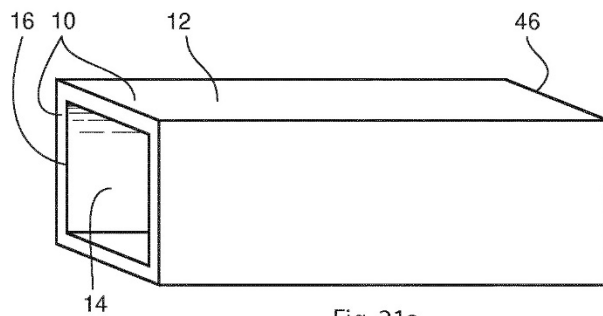


Fig. 21a

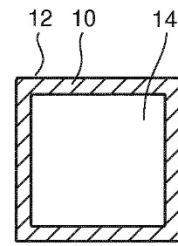


Fig. 21b

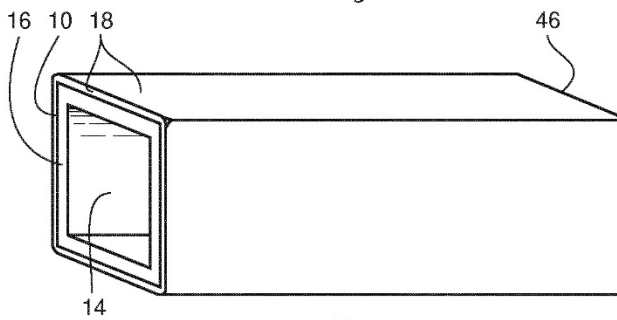


Fig. 22a

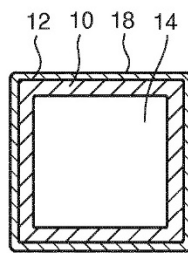


Fig. 22b

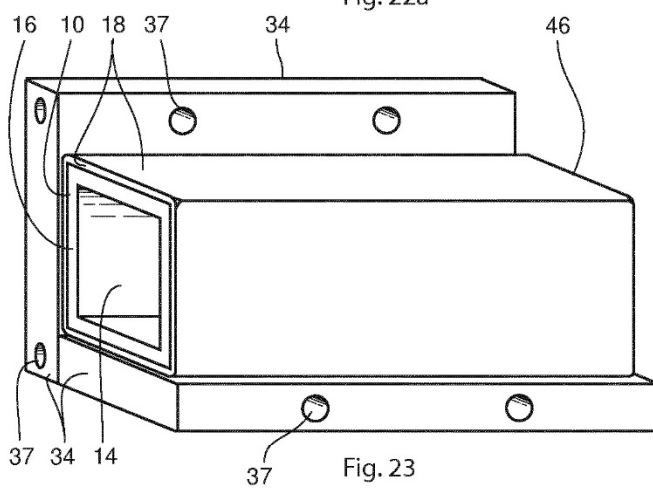


Fig. 23

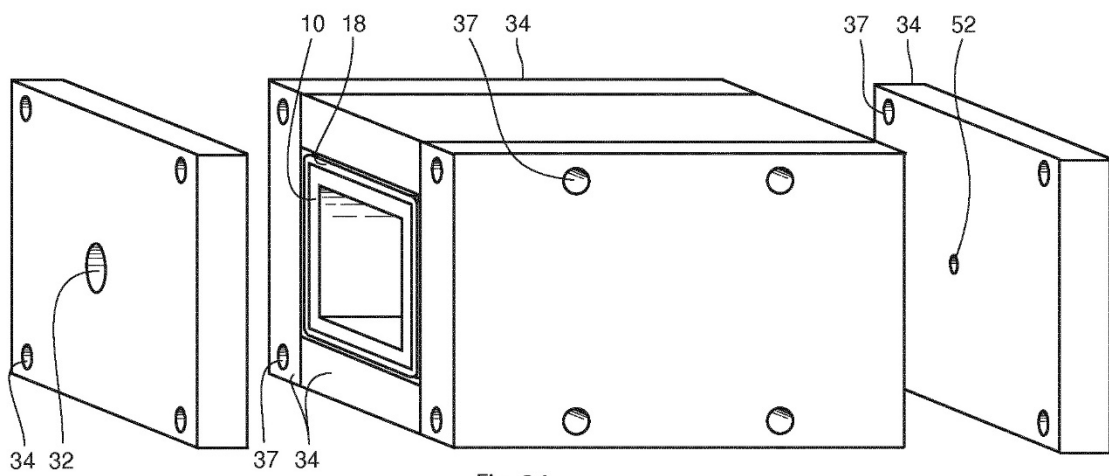
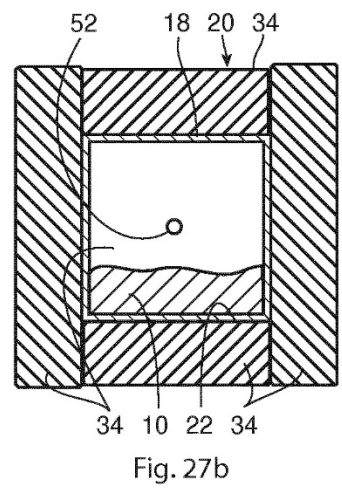
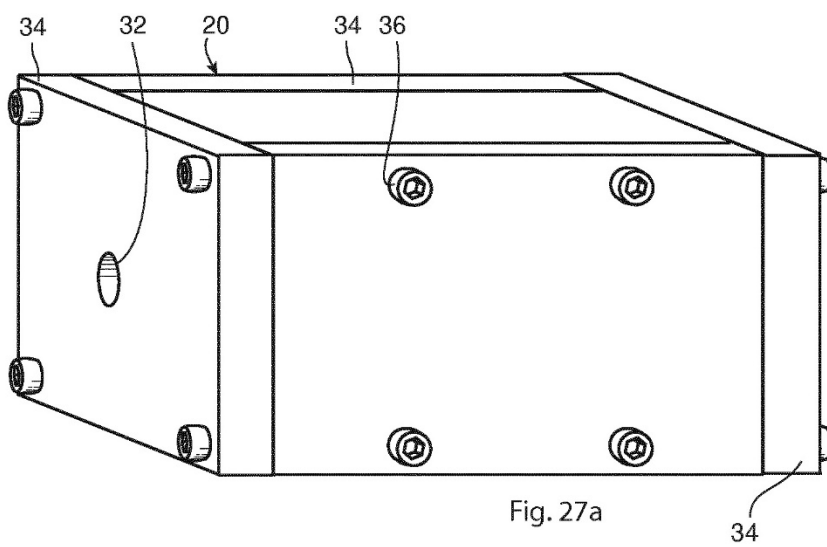
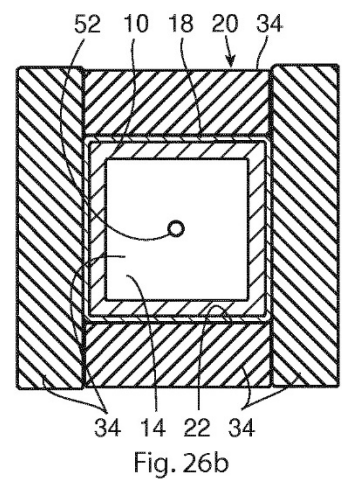
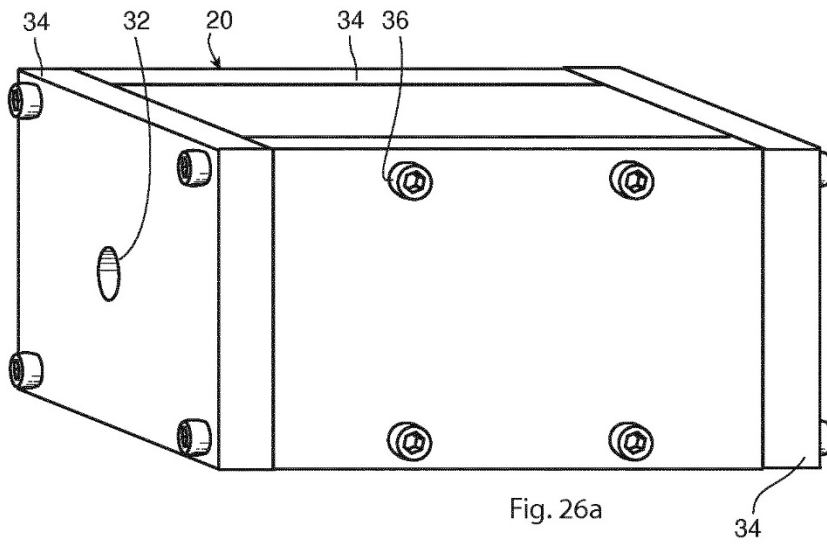
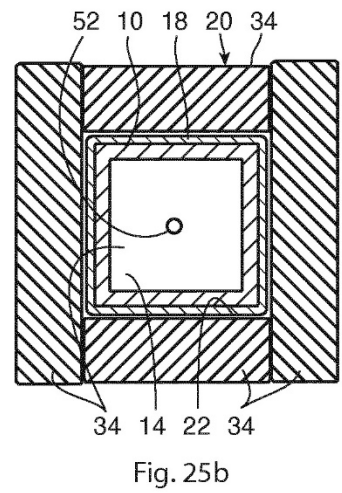
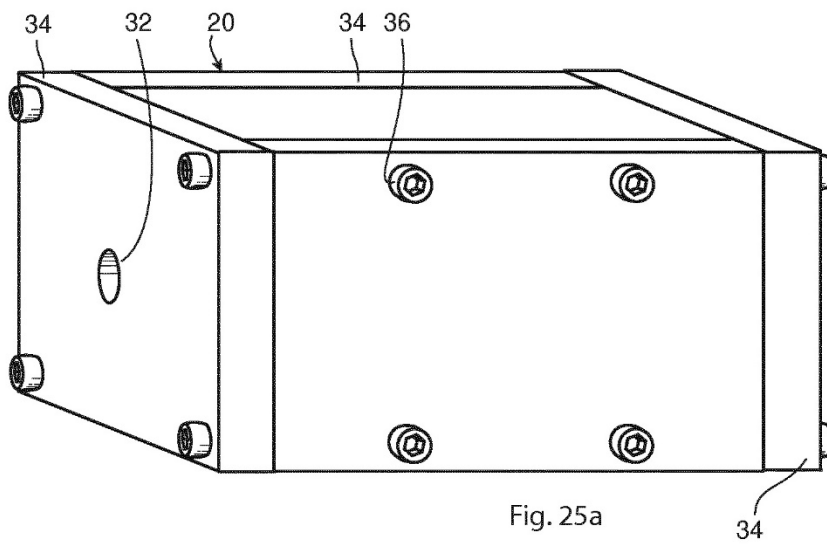
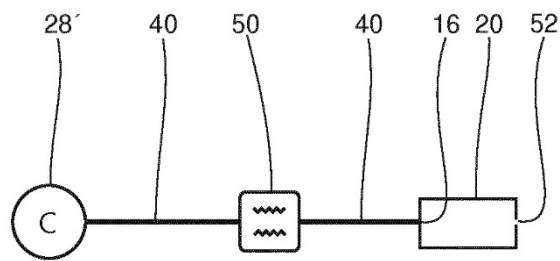
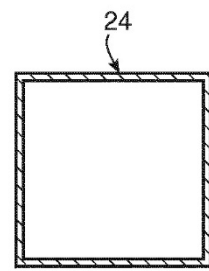
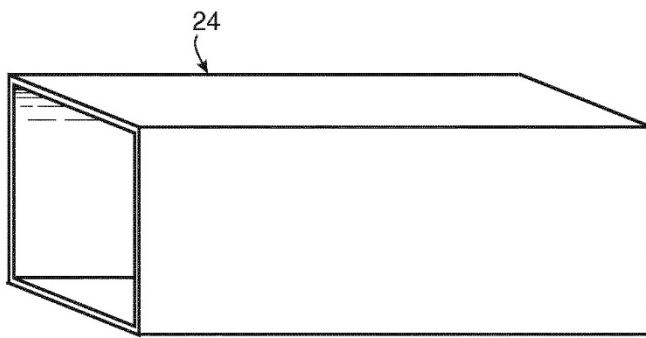
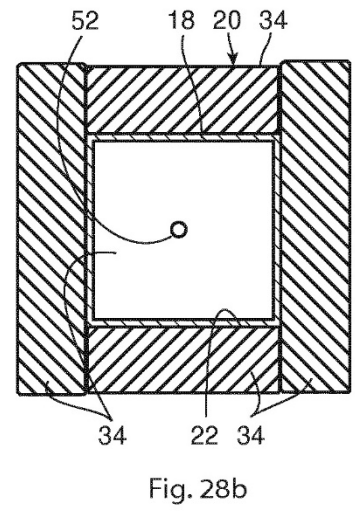
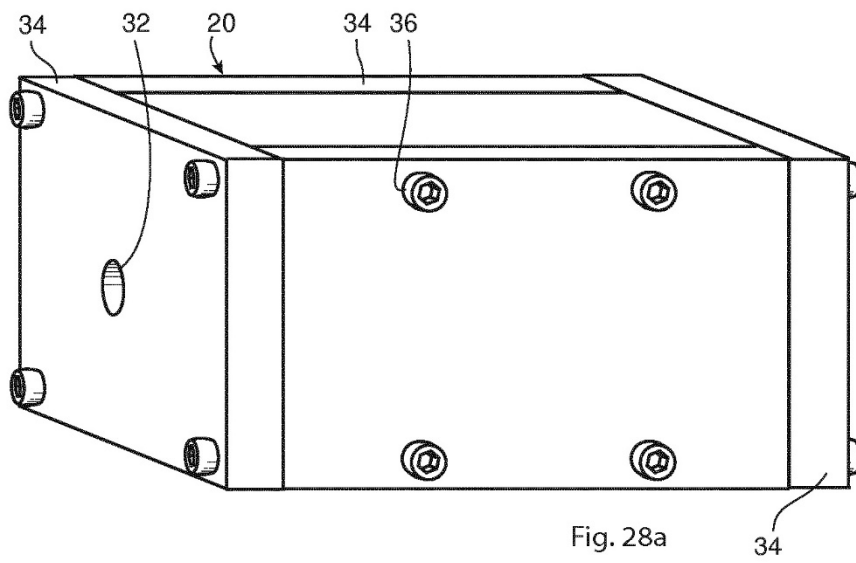
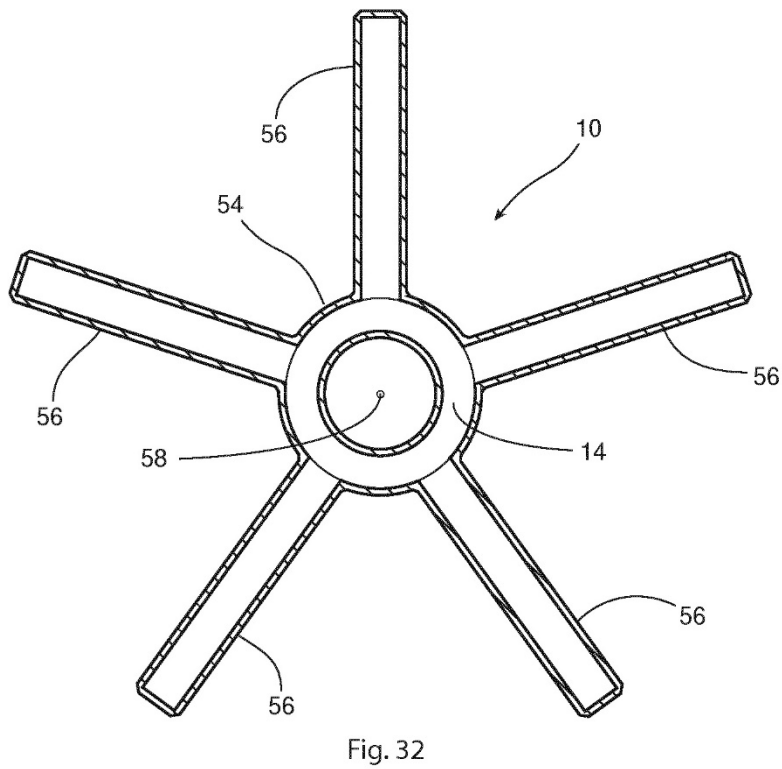
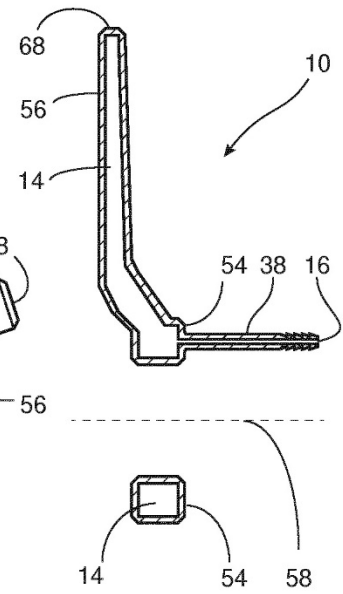
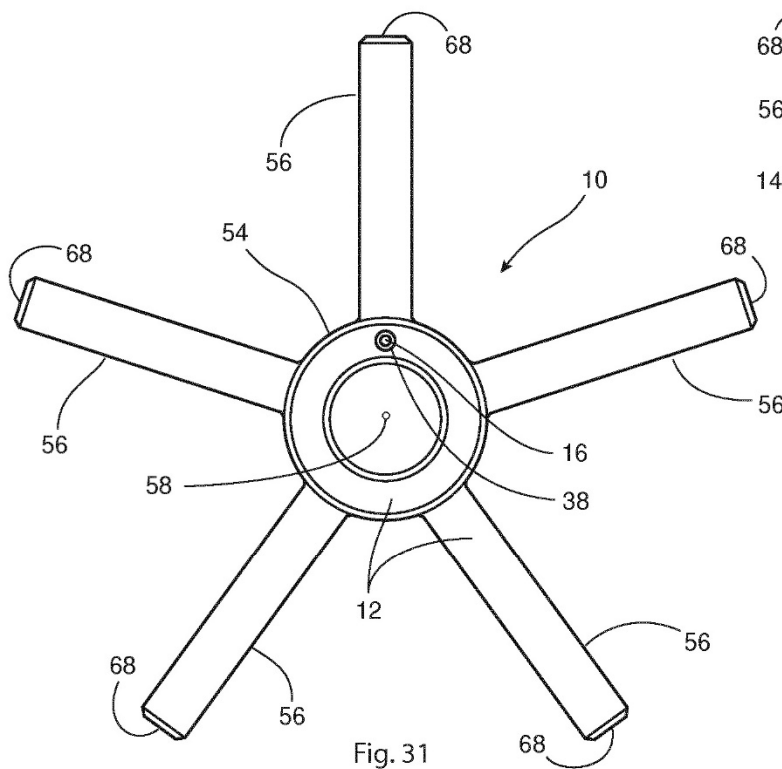
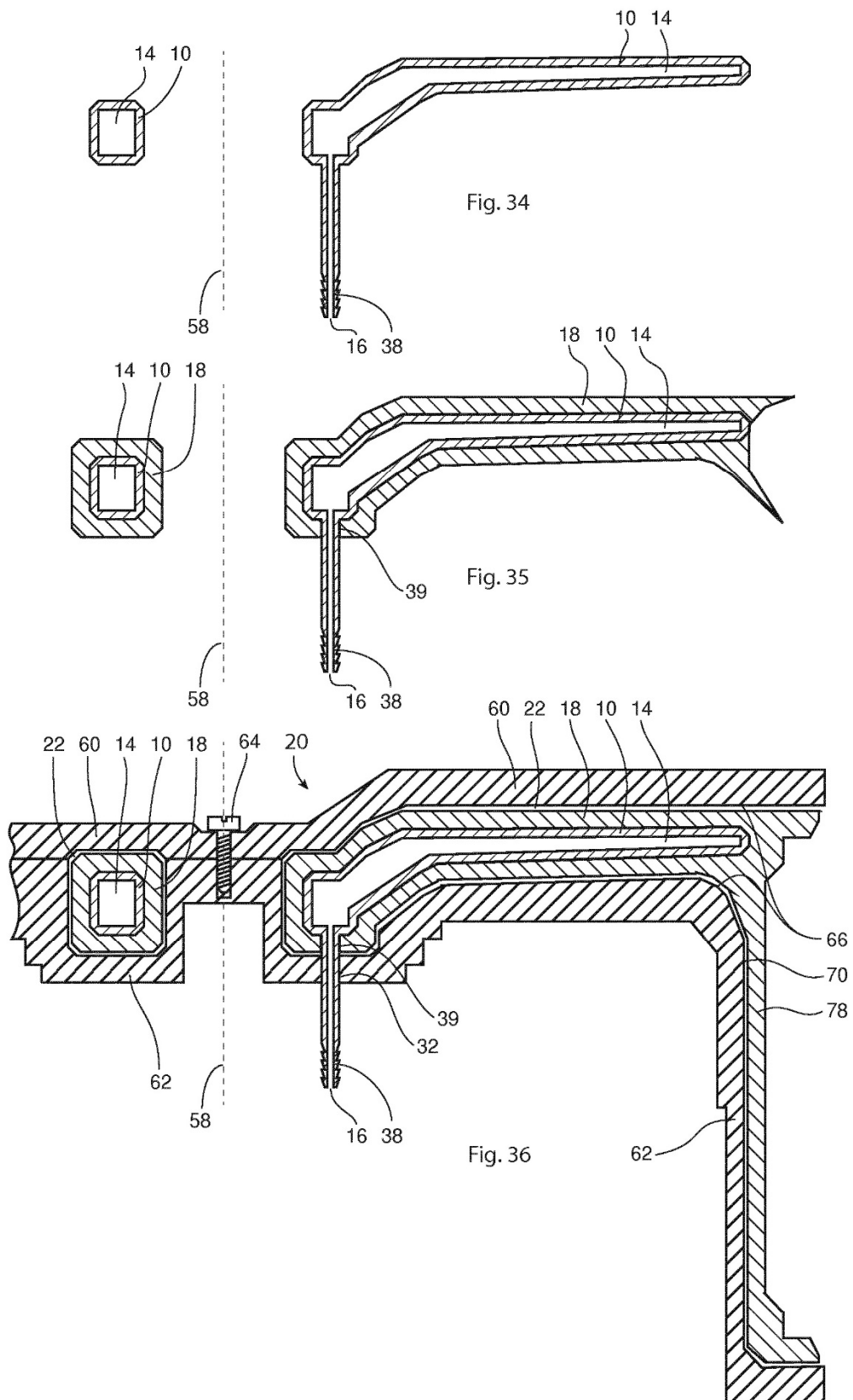


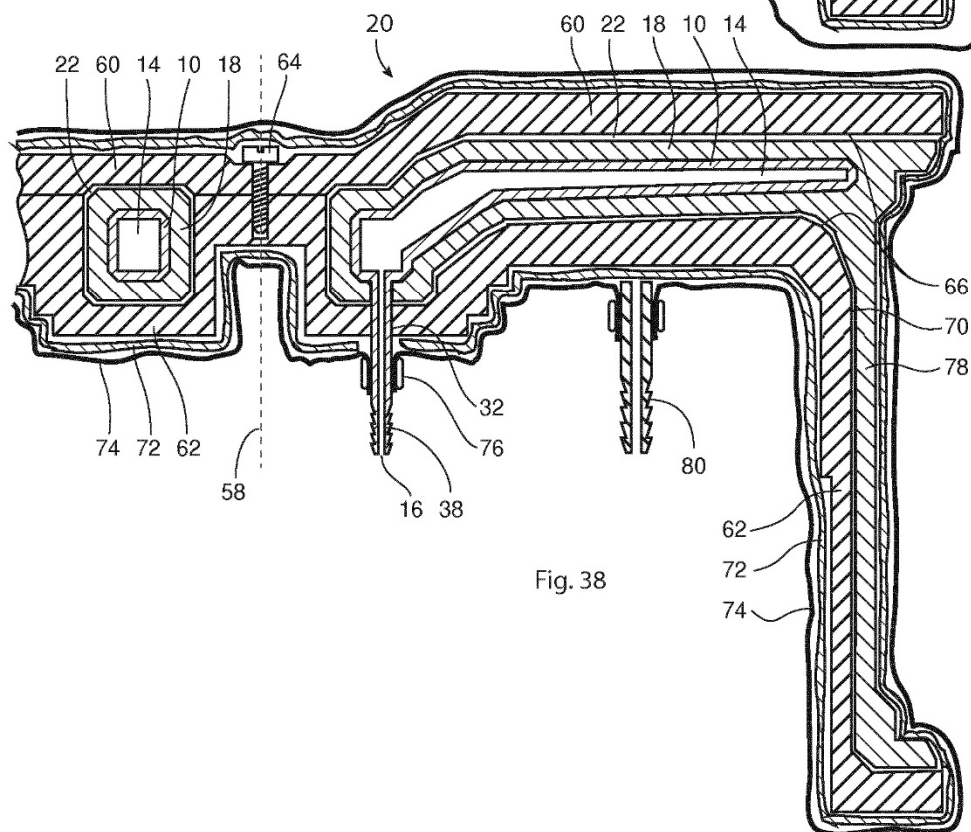
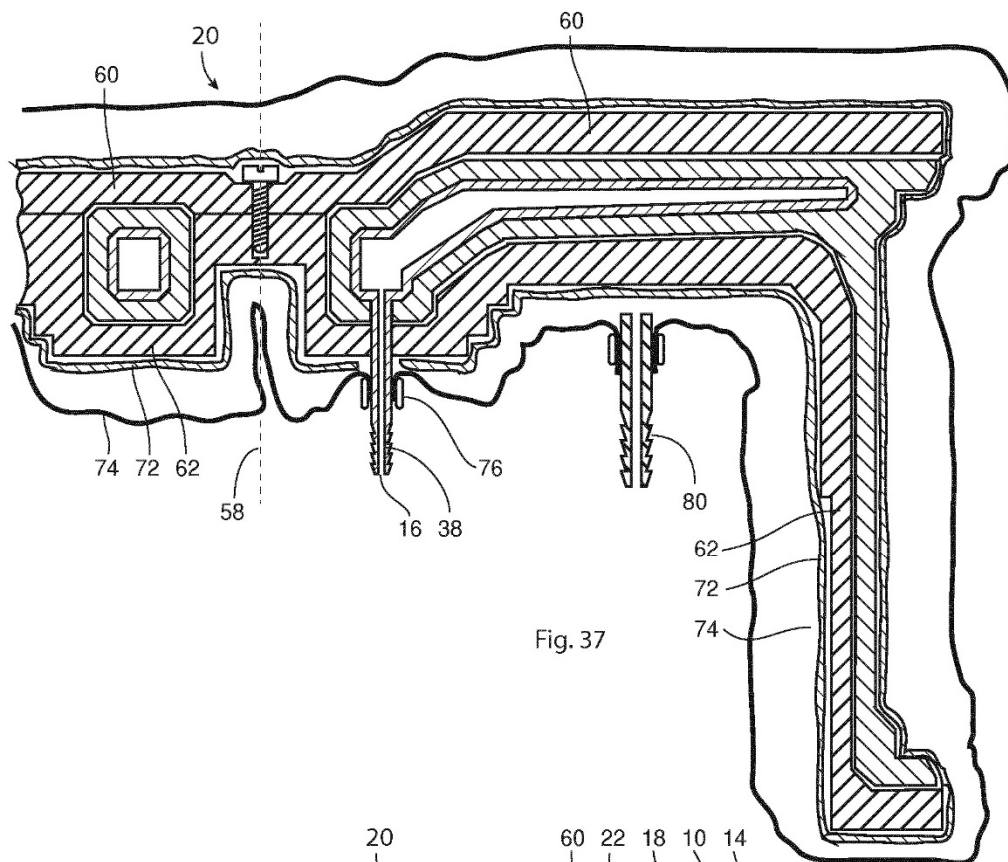
Fig. 24

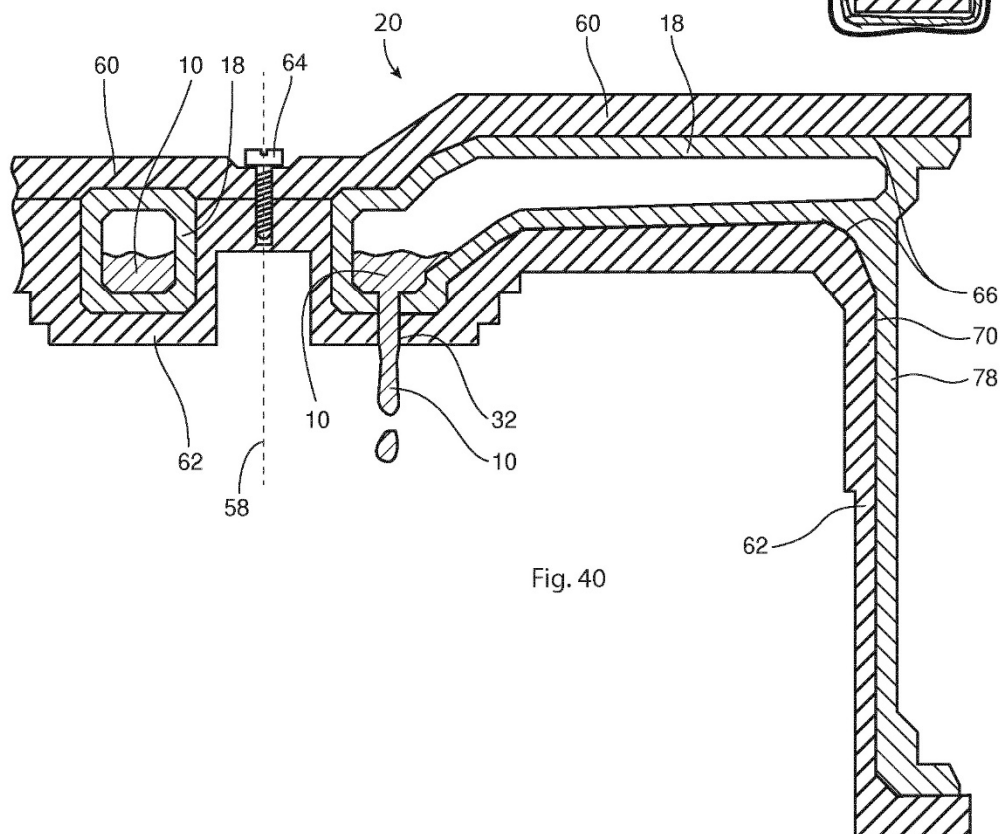
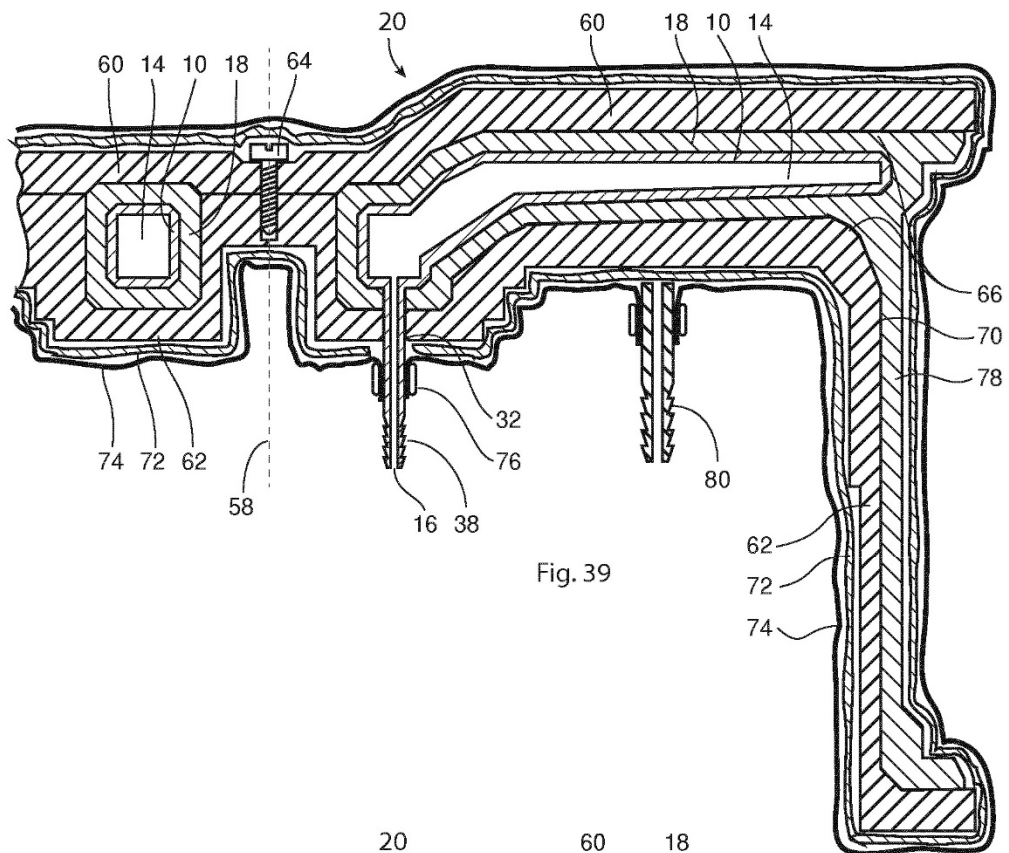


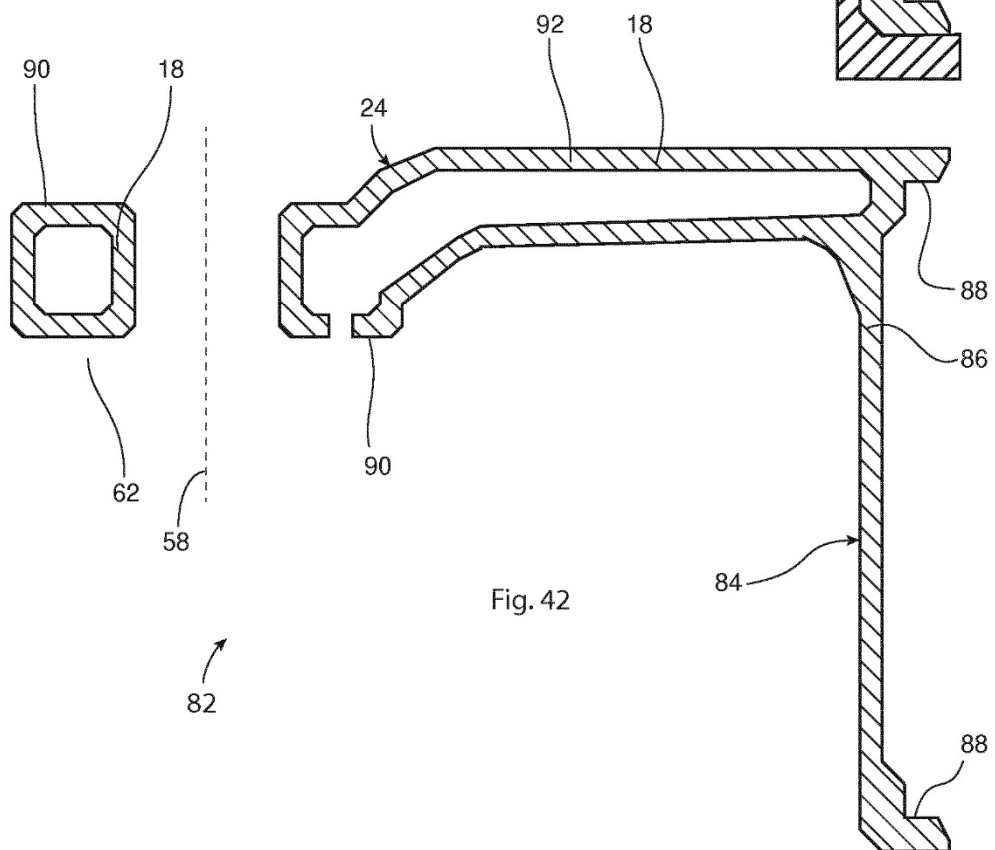
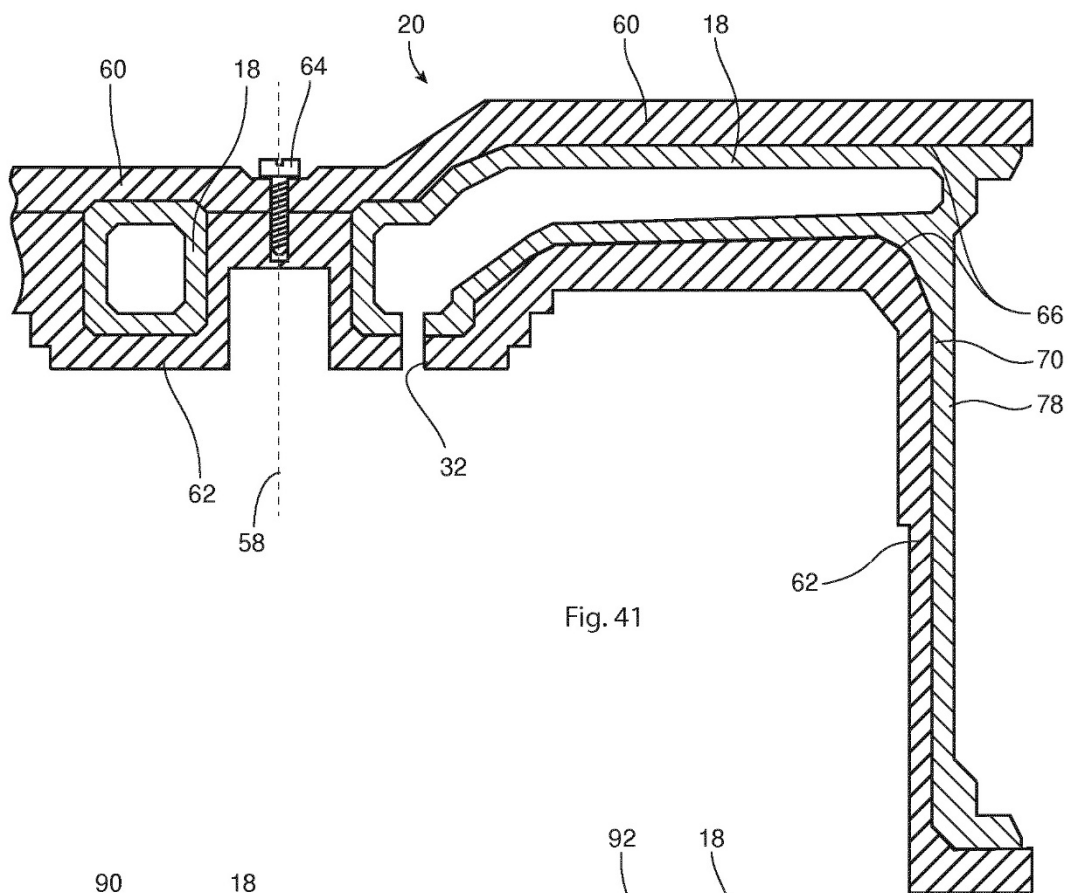












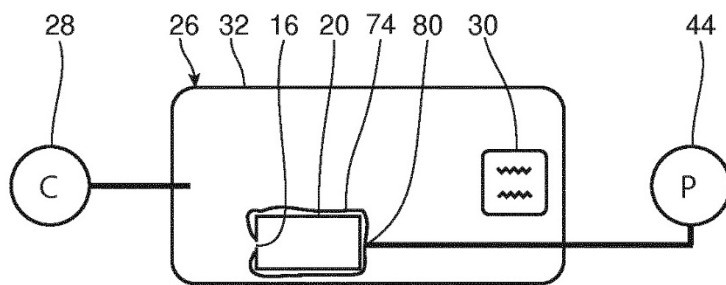


Fig. 43

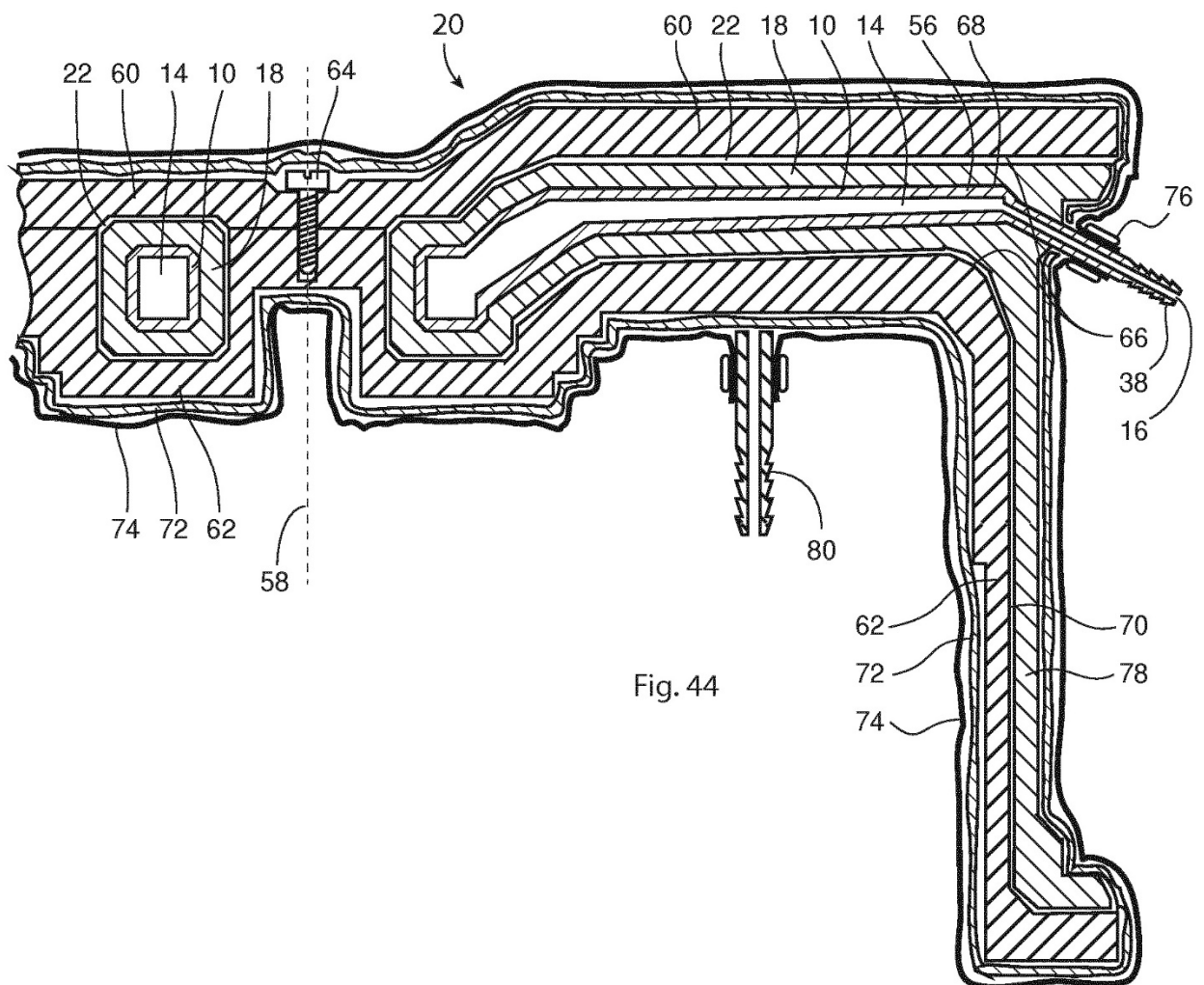


Fig. 44