

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 008**

51 Int. Cl.:

F17C 1/14 (2006.01)

F17C 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2014** **PCT/US2014/059405**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016** **WO16057024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014** **E 14815942 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 3204684**

54 Título: **Conjunto de recipiente a presión compuesto y método de fabricación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.10.2024

73 Titular/es:
RTX CORPORATION (100.0%)
10 Farm Springs Road
Farmington, CT 06032, US

72 Inventor/es:
ZHAO, WENPING;
SUN, ELLEN Y.;
WESSON, JOHN P.;
CROTEAU, PAUL F. y
KUCZEK, ANDRZEJ ERNEST

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 984 008 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

Conjunto de recipiente a presión compuesto y método de fabricación

5 Declaración relativa a la investigación para el desarrollo patrocinado de manera federal

Esta invención se realizó con el apoyo del Gobierno bajo el Acuerdo DEAR0000254 para Materiales Híbridos de Bajo Coste ARPA-E y Fabricación para Tanques de GNC adaptables. El gobierno tiene determinados derechos con respecto a la invención.

10 Antecedentes de la invención

Las realizaciones ejemplares de la invención se refieren generalmente a un recipiente a presión que se utilizará para el transporte, almacenamiento o utilización de un fluido presurizado, incluido gas o líquido, y más particularmente, a un recipiente a presión formado de un material compuesto, así como un método para fabricar dicho recipiente a presión compuesto.

20 Los recipientes a presión se utilizan ampliamente para almacenar líquidos y gases bajo presión. La capacidad de almacenamiento de un recipiente a presión depende del volumen interno del recipiente a presión y de la presión que el recipiente es capaz de contener de forma segura. Además de su capacidad de almacenamiento, el tamaño, la forma interna, la forma externa y el peso del recipiente a presión se personalizan para una aplicación concreta.

25 Una aplicación cada vez mayor de los recipientes a presión es el almacenamiento de gas natural comprimido (GNC). Existen tanques cilíndricos relativamente grandes para el transporte o almacenamiento de fluido a presión. Esta tecnología básica puede ampliarse para permitir la fabricación relativamente económica y comercialmente factible de tanques más pequeños, que sean capaces de manejar fluidos bajo presión. El uso actual de cilindros estándar de la industria para GNC en vehículos de automoción es limitado porque la densidad volumétrica del gas de un cilindro es baja. Un tanque que tuviera suficiente gas natural para lograr una autonomía de conducción comparable a la de los automóviles convencionales sería grande y voluminoso y requeriría un espacio que generalmente sería espacio de carga utilizable.

35 El gran tamaño y la geometría complicada de un recipiente de alta adaptabilidad plantean desafíos de fabricación. Además, la fabricación de materiales metálicos mediante conformado y soldadura es un enfoque convencional, pero da como resultado una estructura costosa y pesada que es susceptible a la corrosión con el tiempo. El documento US 6 095 367 A1 muestra un recipiente a presión para contener fluido a presión. El recipiente está formado por tres celdas y una membrana enrollada alrededor de las celdas para mantenerlas en posición. Cada celda comprende tapas para cerrar los extremos de cada celda. FR 2 739 912 A1 muestra un tanque hecho a partir de una serie de pequeños tanques interconectados con una estructura interna de panel, mientras que los tanques exteriores tienen superficies redondeadas. Los tanques individuales pueden estar hechos de núcleos metálicos recubiertos con un material plástico adecuado, o de dos capas de diferentes plásticos: una capa exterior reforzada con fibra y una capa protectora interior. 40 El documento DE 30 26 116 A1 muestra un recipiente a presión con tres recipientes separados. Estos recipientes están conectados entre sí pegando las superficies adyacentes de los vasos. Los extremos de los tres recipientes separados se cierran con tapas. Las tapas incluyen manguitos de acoplamiento que se superponen parcialmente a los recipientes separados. El documento EP 1 355 107 A2 muestra un tanque a presión con al menos una cámara de retención con una cavidad de carcasa que se extiende en dirección longitudinal y está cerrada por un elemento de cubierta. Un bobinado con un material compuesto de fibras retiene o fija el elemento de cubierta en la cámara de retención. El elemento de cubierta puede instalarse dentro de un bucle de bobinado. En la zona de un elemento de cubierta la dirección del bobinado cambia de la dirección paralela a la dirección longitudinal a la dirección perpendicular a ésta.

50 Breve descripción de la invención

Según una realización de la invención, un conjunto de recipiente a presión compuesto incluye las características de la reivindicación 1.

55 Realizaciones adicionales pueden incluir que la pluralidad de lóbulos esté formada completamente de al menos un polímero reforzado con fibra, en el que el conjunto de recipiente a presión compuesto comprende una de las geometrías sustanciales generales rectangular o arqueada.

60 Otras realizaciones pueden incluir que el al menos un polímero reforzado con fibra comprenda una fibra seleccionada del grupo que comprende carbono, vidrio y aramida.

Realizaciones adicionales pueden incluir que al menos un polímero reforzado con fibra comprenda una matriz polimérica que comprenda al menos uno de epoxi, éster vinílico, poliéster, poliuretano, fenólico, poliamida o poliimida.

65 Según otra realización de la invención, se proporciona un método de fabricación de un conjunto de recipiente a presión

compuesto según la reivindicación 5.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que formar la pluralidad de lóbulos incluya dar forma y combinar al menos una preforma, impregnar la preforma y curar la preforma combinada.

Otras realizaciones pueden incluir que la formación de una preforma comprenda al menos uno de entre trenzado, tejido, tricotado o una acumulación de telas en capas.

Realizaciones adicionales pueden incluir disponer la preforma entre un molde externo y una vejiga interna para formar la forma de la pluralidad de lóbulos.

Otras realizaciones pueden incluir que la pluralidad de lóbulos estén formados integralmente para formar el cuerpo principal como una única preforma.

Realizaciones adicionales pueden incluir que la pluralidad de lóbulos estén formados integralmente como una única preforma mediante al menos una de las siguientes realizaciones: trenzado, tejido o tricotado.

Otras realizaciones pueden incluir que la pluralidad de lóbulos incluya una pluralidad de tapas de los extremos en cada extremo de los lóbulos, incluyendo el método envolver una pluralidad de revestimientos con una fibra corta que comprende compuesto de moldeo en láminas para formar revestimientos envueltos por separado. El método también incluye disponer los revestimientos envueltos en contacto entre sí en una disposición deseada. El método incluye además envolver los revestimientos envueltos con una fibra corta externa que comprende un compuesto de moldeo en láminas. El método incluye además aplicar presión en las superficies internas de los revestimientos envueltos. El método también incluye curar los revestimientos envueltos dentro de un molde externo para formar un único recipiente a presión formado integralmente.

Realizaciones adicionales pueden incluir que la pluralidad de lóbulos incluya una pluralidad de tapas de los extremos, incluyendo el método dar forma a una pluralidad de preformas con al menos una de fibra continua y fibra corta, combinar la pluralidad de preformas en una sola preforma, impregnar la preforma única con una resina y curar la preforma única para formar un recipiente a presión único, formado integralmente.

Otras realizaciones pueden incluir que la pluralidad de lóbulos incluya una pluralidad de tapas de los extremos, comprendiendo además el método pulverizar una fibra corta sobre un revestimiento para formar la preforma.

Realizaciones adicionales pueden incluir que la pluralidad de lóbulos incluya una pluralidad de tapas de los extremos, incluyendo además el método envolver una pluralidad de revestimientos con un material compuesto preimpregnado de fibra continua para formar una única preforma. El método también incluye curar la preforma única dentro de un molde externo calentado para formar un recipiente a presión único, formado integralmente.

Realizaciones adicionales pueden incluir que la pluralidad de lóbulos incluya una pluralidad de tapas de los extremos, incluyendo el método envolver una pluralidad de revestimientos con una combinación de material compuesto preimpregnado de fibra continua y una fibra corta que comprende un compuesto para moldear láminas. El método también incluye curar la preforma única dentro de un molde externo calentado para formar un recipiente a presión único, formado integralmente.

Breve descripción de los dibujos

El objeto, el cual se considera como la invención, se indica particularmente y se reivindica claramente en las reivindicaciones en la conclusión de la memoria descriptiva. Lo anterior y otras características y ventajas de la invención son evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

FIG. 1 es una vista en perspectiva de un recipiente a presión configurado para almacenar un fluido a presión según una realización de la invención,

FIG. 2 es una vista frontal desmontada de una parte de una realización del recipiente a presión;

FIG. 3 es una vista en perspectiva desmontada de una región del cuerpo principal del recipiente a presión;

FIG. 4 es un cuerpo principal de un recipiente a presión en una etapa de fabricación según un ejemplo no cubierto por las reivindicaciones;

FIG. 5 es una vista en perspectiva del recipiente a presión en una etapa de fabricación según el ejemplo de la FIG. 4;

FIG. 6 es una vista en perspectiva del recipiente a presión en una etapa de fabricación según una realización de la

invención;

FIG. 7 es una vista en perspectiva del recipiente a presión en una condición de ensamblaje final;

5 FIG. 8 ilustra una distribución de presión interna según un método de fabricación del recipiente a presión;

FIG. 9 ilustra una distribución de presión externa según un método de fabricación del recipiente a presión;

FIG. 10 es una viga compuesta para reforzar una unión entre lóbulos adyacentes del recipiente a presión;

10 FIG. 11 es una vista en sección transversal del recipiente a presión en una primera etapa de un proceso de fabricación según una realización,

15 FIG. 12 es una vista en sección transversal del recipiente a presión en una segunda etapa del proceso de fabricación de la FIG. 11;

FIG. 13 es una vista en sección transversal del recipiente a presión en una tercera etapa del proceso de fabricación de la FIG. 11;

20 FIG. 14 es una vista en perspectiva del recipiente a presión en una cuarta etapa del proceso de fabricación de la FIG. 11.

La descripción detallada explica las realizaciones de la invención, junto con ventajas y características, a modo de ejemplo con referencia a los dibujos.

25 Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia ahora a la FIG. 1, se ilustra un ejemplo de un recipiente o tanque a presión 20 configurado para almacenar un fluido a alta presión. Los fluidos ejemplares que pueden almacenarse dentro del recipiente a presión 20 incluyen, entre otros, gas natural comprimido (GNC), hidrógeno, propano, metano, aire y fluido hidráulico, por ejemplo. El recipiente a presión 20 incluye una pluralidad de generalmente lóbulos cilíndricos que incluyen un lóbulo extremo izquierdo 25 y un lóbulo extremo derecho 30. En la realización ilustrada, no limitante, el recipiente a presión 20 incluye adicionalmente una pluralidad de lóbulos interiores 35 sustancialmente idénticos, tales como cinco lóbulos interiores 35, por ejemplo; sin embargo, un recipiente a presión 20 que tenga cualquier número de lóbulos interiores 35 está dentro del alcance de la invención. El lóbulo extremo izquierdo 25, uno o más lóbulos interiores 35 y el lóbulo extremo derecho 30 están colocados uno al lado del otro y están unidos entre sí mediante una pluralidad de uniones (véase Figura 3). Como resultado de esta disposición, la configuración general del recipiente a presión 20 es generalmente de forma rectangular, pero como se apreciará a partir de la descripción en el presente documento, se contemplan formas finales distintas de la rectangular.

40 Haciendo referencia ahora a las FIGS. 2 y 3, se muestran con más detalle los lóbulos individuales 25, 30, 35 del recipiente a presión 20. El lóbulo extremo izquierdo 25 y el lóbulo extremo derecho 30 son sustancialmente idénticos y están dispuestos de manera que el lóbulo extremo derecho 30 gira 180 grados con respecto al lóbulo extremo izquierdo 25, o están dispuestos como una imagen especular uno del otro. Los lóbulos extremos 25, 30 incluyen una pared exterior 40 generalmente cilíndrica que tiene un primer espesor. Una pared interior 45 se extiende generalmente verticalmente entre un primer extremo 42 y un segundo extremo 44 de la pared exterior cilíndrica 40 y tiene un espesor igual a la mitad del de la pared exterior 40. En una realización, la pared interior 45 está formada integralmente con los extremos 42, 44 de la pared exterior cilíndrica 40. Al menos una porción de la curvatura de la pared exterior cilíndrica 40 está definida por un radio R. En una realización, la porción de la pared exterior 40, opuesta a la pared interior 45, incluye una forma circular o curva generalmente de un ángulo de 240 grados como se define por el radio R. En consecuencia, la altura total de los lóbulos extremos 25, 30 es igual al doble de la longitud del radio R de la pared exterior cilíndrica 40. La pared interior vertical 45 es generalmente paralela y separada de un plano vertical P que incluye el origen del radio R que define la curvatura de la pared exterior 40. En una realización, la distancia entre la pared interior 45 y el plano vertical paralelo P es aproximadamente la mitad de la longitud del radio R. Como resultado, los lóbulos extremos 25, 30 generalmente tienen una anchura igual a aproximadamente una vez y media la longitud del radio de curvatura R de la pared exterior 40.

El lóbulo interior 35 ilustrado incluye una primera pared lateral interior 50 y una segunda pared lateral interior 55 dispuestas verticalmente, separadas entre sí por una distancia. En una realización, la anchura del lóbulo interior 35 es generalmente igual al radio de curvatura R de los lóbulos extremos 25, 30. Los espesores de la primera pared lateral interior 50 y la segunda pared lateral interior 55 son idénticos e iguales al espesor de la pared interior 45 de los lóbulos extremos 25, 30. Una primera pared exterior 60 se extiende entre un primer extremo 52 de la primera pared lateral interior 50 y un primer extremo 56 de la segunda pared lateral interior 55. De manera similar, una segunda pared exterior 65 se extiende entre un segundo extremo 54 de la primera pared lateral interior 50 y un segundo extremo 58 de la segunda pared lateral interior 55. El espesor de la primera y segunda paredes exteriores 60, 65 es sustancialmente idéntico al espesor de la pared exterior curvada 40 de los lóbulos extremos 25, 30. En una realización,

la pluralidad de paredes interiores 50, 55 y la pluralidad de paredes exteriores 60, 65 están formadas integralmente.

La curvatura de la primera pared exterior 60 y la segunda pared exterior 65 puede definirse mediante una forma circular o curva generalmente de un ángulo de 60 grados por un radio R. En una realización, el radio de curvatura R del lóbulo interior 35 es sustancialmente idéntico al radio de curvatura R de los lóbulos extremos 25, 30. En consecuencia, la distancia entre la primera pared curva 60 y la segunda pared curva 65 es el doble de la longitud del radio de curvatura R y, por lo tanto, es sustancialmente igual a la altura de los lóbulos extremos 25, 30.

Cuando se ensambla el recipiente a presión 20, cada pared interior 45, 50, 55 se coloca directamente adyacente a otra pared interior 45, 50, 55. Por ejemplo, en un recipiente a presión 20 que no tiene ningún lóbulo interior 35, la pared interior 45 del lóbulo extremo izquierdo 25 está dispuesta junto a la pared interior 45 del lóbulo extremo derecho 30. En un recipiente a presión 20 que tiene un único lóbulo interior 35, la primera pared lateral interior 50 hace contacto con la pared interior 45 del lóbulo extremo izquierdo 25 y la segunda pared lateral interior 55 hace contacto con la pared interior 45 del lóbulo extremo derecho 30. En realizaciones que incluyen una pluralidad de lóbulos interiores 35, la segunda pared lateral interior 55 de al menos uno de los lóbulos interiores 35 está dispuesta junto a una primera pared lateral interior 50 de un lóbulo interior 35 adyacente. La distancia entre el origen del radio de curvatura R de un lóbulo interior y el origen del radio de curvatura R de un lóbulo adyacente, ya sea un lóbulo extremo 25, 30 u otro lóbulo interior 35, es generalmente igual a la longitud del radio de curvatura R. Además, la anchura total del recipiente a presión 20 es generalmente igual a la suma de tres y el número total de lóbulos interiores 35 multiplicado por la longitud del radio de curvatura R.

Debe apreciarse que la geometría descrita anteriormente es simplemente una realización ejemplar del recipiente a presión 20. Por ejemplo, como alternativa, las paredes interiores 45, 50, 55 pueden estar en ángulo en contraste con la orientación paralela de las paredes de la realización ilustrada. Una disposición en ángulo de este tipo facilita un grado de curvatura (es decir, arqueado) del recipiente a presión general 20. Como se puede apreciar, las realizaciones descritas en el presente documento facilitan la formación de numerosas formas de recipientes a presión para adaptarse a una variedad de entornos de almacenamiento.

Como se muestra en las FIGS. 1, 6 y 7, una tapa de los extremos 100 está formada integralmente con la pluralidad de lóbulos 25, 30, 35 tanto en un primer extremo 22 como en un segundo extremo 24 ubicado frente al primer extremo 22 de cada uno de la pluralidad de lóbulos 25, 30, 35 del recipiente a presión 20. La pluralidad de tapas de los extremos 100 unidas a un extremo 22, 24 de cada uno de los lóbulos 25, 30, 35, pueden estar separadas entre sí o pueden estar formadas integralmente entre sí. Cada tapa de los extremos 100 tiene una forma sustancialmente complementaria a la forma del lóbulo adyacente 25, 30, 35 del recipiente a presión 20. En un ejemplo, cada tapa de los extremos 100 incluye una porción de una esfera que tiene un radio igual al radio de curvatura R. Como resultado, las tapas de los extremos 100 de los lóbulos 25, 30 incluyen una porción mayor de una esfera que la(s) tapa(s) de los extremos 100 de lóbulos interiores 35.

Los lóbulos 25, 30, 35 y las tapas de los extremos 100 del recipiente a presión 20 están fabricados, al menos parcialmente, de al menos un material compuesto. En una realización, la totalidad de los lóbulos y las tapas de los extremos están fabricados de un material compuesto y están completamente formados integralmente como una sola estructura, de tal manera que las técnicas típicas de unión (por ejemplo, soldadura, fijación mecánica, etc.) no son necesarias para la formación y el montaje. El material compuesto se refiere a un compuesto de matriz polimérica reforzada con fibras. Los materiales de matriz ejemplares incluyen epoxi, éster vinílico, poliéster, poliamida, poliimida o sistemas de resina nanomejorados y endurecidos similares. Normalmente, el refuerzo principal será fibra de carbono, aunque también se pueden emplear otras fibras como fibra de vidrio y aramida.

Una realización del recipiente a presión 20 puede fabricarse a partir de un compuesto mediante un proceso que incluye, entre otros, tejido, trenzado, tricotado, bobinado de filamentos, estratificación de capas y un proceso automatizado de colocación de grifos, por ejemplo. Estos procesos pueden usarse individualmente o en combinación para fabricar tubos y tapas de los extremos 100 individuales o unidos para producir la geometría final. A continuación se analizan en detalle realizaciones adicionales y más específicas de procesos que pueden emplearse para formar el recipiente a presión 20 y sus subcomponentes, así como técnicas de unión de los subcomponentes.

Con referencia a las FIGS. 6 y 7, se ilustra un primer método de fabricación del recipiente a presión 20. En la realización ilustrada, los lóbulos individuales 25, 30, 35 están formados por separado e individualmente. Las tapas de los extremos 100 pueden formarse integralmente con los lóbulos individuales para formar tubos enteros individuales y separados. Los lóbulos individuales 25, 30, 35 y las tapas de los extremos 100 se fabrican con cualquiera de los procesos de formación de compuestos poliméricos mencionados anteriormente y con cualquiera de los materiales antes mencionados. En algunas realizaciones, los lóbulos individuales están hechos de preformas de fibra con un proceso de trenzado 3D o tejido/tricotado 3D. A continuación las preformas se impregnan y curan. Para permitir que las preformas mantengan su forma durante y después de la impregnación y el curado, se puede incluir un revestimiento plástico o metálico delgado en el proceso de trenzado, tejido, tricotado (u otro proceso adecuado).

Tras la formación de los lóbulos individuales 25, 30, 35, los lóbulos se unen para establecer un cuerpo principal 120 de lóbulos, que con las tapas de los extremos 100 formadas integralmente forma el recipiente a presión 20 completo.

La unión de los lóbulos 25, 30, 35 se puede realizar mediante varios procesos adecuados. En una realización, los lóbulos están unidos entre sí mediante adhesivo. En combinación con la unión adhesiva, se pueden incluir tiras adicionales de material compuesto reforzado con fibra 122 en la zona de unión para controlar la tensión localizada. Las tiras de refuerzo 122 pueden preformarse y luego unirse en su lugar o formarse en su lugar durante la unión adhesiva de los lóbulos. Las tiras de refuerzo 122 normalmente se extienden a lo largo de toda la longitud de los lóbulos, pero debe apreciarse que las tiras pueden estar espaciadas de manera intermitente.

En otra realización, los lóbulos separados pueden unirse con vigas compuestas 124 (FIG. 10). Las vigas compuestas tienen una forma similar a una viga en I y pueden estar preformadas y unidas entre los lóbulos 25, 30, 35. El reborde 126 de la viga 124 tiene cierto grado de curvatura para adaptarse a la forma de la superficie del lóbulo externo para proporcionar suficiente área de unión y proporcionar una tensión de transferencia de carga eficiente. Los bordes de la viga en I 124 generalmente están ahusados para evitar la concentración de tensiones y el despegue. La construcción de cada lóbulo está diseñada para optimizar la transferencia de carga en un diseño integrado.

Haciendo referencia ahora a las FIGS. 4 y 5, se ilustra un ejemplo de fabricación del recipiente a presión 20. En el ejemplo ilustrado, los lóbulos 25, 30, 35 están formados integralmente entre sí para formar el cuerpo principal 120. El cuerpo principal 120 se forma con cualquiera de los procesos de formación de compuestos poliméricos antes mencionados y con cualquiera de los materiales antes mencionados. Por ejemplo, el cuerpo principal 120 está formado con una única preforma que está tejida, trenzada o tricotada con hilo, fibra y/o una disposición de tejido integrados. Posteriormente, el cuerpo principal 120 se impregna y se cura como un conjunto de tanque único, con las tapas de los extremos 100 unidas a los extremos 22, 24 de los lóbulos 25, 30, 35. Como es el caso con las otras realizaciones descritas en el presente documento, el proceso de curado puede incluir una temperatura de curado de aproximadamente 121,1°C a aproximadamente 190,56°C (de aproximadamente 250°F a aproximadamente 375°F). Las tapas de los extremos 100 se construyen con otra preforma y se unen con una junta, tal como una junta superpuesta que está diseñada para proporcionar suficiente transferencia de carga desde los lóbulos a las tapas de los extremos. Un proceso de fabricación de este tipo integra el patrón de tejido o trenzado de la construcción del tubo principal para optimizar una transferencia de carga eficiente a través de las regiones de conexión. Una variación de este enfoque sería continuar el proceso de tejido, tricotado o trenzado en uno o ambos extremos 22, 24 de los lóbulos con un radio gradualmente decreciente para hacer una sección transversal más pequeña, proporcionando así una sección de radio curvado decreciente para la fijación de las tapas de los extremos 100.

Con referencia a la FIG. 8, cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento puede incluir el uso de un revestimiento 110 que facilita la formación de los componentes del recipiente a presión. El revestimiento 110 suele ser de plástico envuelto con compuesto de moldeo en láminas (SMC) o fibra/resina cortada pulverizada. Los revestimientos envueltos se ensamblan con SMC o fibra/resina cortada pulverizada y se puede aplicar fibra/resina cortada adicional a cada una de las uniones en forma de Y para mejorar la unión y distribuir la tensión en estas posiciones. Luego se coloca el conjunto en un molde calentado y se aplica presión desde el interior del revestimiento mediante la aplicación de aire comprimido. El revestimiento se deformará bajo presión y el calor se transfiere desde el molde para comprimir el compuesto. El compuesto se cura bajo calor y presión para formar el tanque final.

Alternativamente, se puede utilizar fluido de transferencia de calor (HTF) para aplicar presión y temperatura desde el interior de los revestimientos. Posteriormente, se desmolda el composite curado. La pieza terminada es un tanque compuesto completamente moldeado, con el revestimiento de plástico que sirve como barrera para evitar la permeación del gas en el almacenamiento de gas. También se puede aplicar una película metalizada delgada y flexible a la superficie interior del revestimiento, antes o después del procesamiento como barrera mejorada.

Haciendo referencia ahora a la FIG. 9, además, o como alternativa a la presión interna aplicada por el revestimiento, se puede usar un molde externo 112 en combinación con una estructura interna, tal como el revestimiento 110 o la vejiga, para formar las formas deseadas de los lóbulos 25, 30, 35. En la realización ilustrada, la presión se aplica desde el exterior del conjunto envuelto. En este caso, se necesitarían revestimientos metálicos rígidos, en lugar de revestimientos de plástico, para resistir la presión y el calor durante la formación y el curado del compuesto. Se puede usar una vejiga flexible con fluido de transferencia de calor (HTF) para aplicar calor y posiblemente presión desde el exterior del conjunto envuelto. Una forma alternativa de aplicar presión es envasar al vacío el conjunto envuelto.

Con referencia a las FIGS. 11-14, se ilustra una realización de un proceso de fabricación 130. En la realización ilustrada, una primera etapa (FIG. 11) del proceso de fabricación muestra un revestimiento 110 que puede estar formado a partir de un material plástico o similar, al que se le da forma con una geometría deseada, y luego se envuelve con un conjunto de fibra 132 que está en la forma de fibras cortas que comprenden compuesto de moldeo en láminas (SMC) o pulverizado con fibra cortada y resina. Los revestimientos individuales 110, que están envueltos individualmente, se ensamblan envolviendo una capa de fibra adicional 134 de SMC o fibra cortada pulverizada y resina alrededor de la superficie exterior de los revestimientos individuales envueltos para formar una única estructura (FIG. 12). Para rellenar huecos sustancialmente pequeños en forma de Y, se puede aplicar fibra/resina 136 cortada adicional, denominada "fideos", para mejorar la unión y distribuir la tensión en estas posiciones. A continuación, el conjunto se puede colocar dentro de un molde calentado 140 (FIG. 13), aplicándose presión interna, externa o tanto interna como externamente, como se describió anteriormente en detalle. La presión interna se puede lograr inyectando un gas, tal como aire comprimido, en la región interna de los lóbulos. Tras el curado del conjunto, la estructura

compuesta 20 formada integralmente se retira del molde 140.

Aunque las fibras cortas se describen en detalle anteriormente, se pueden emplear fibras continuas para formar una preforma mediante cualquiera de los métodos descritos anteriormente, tales como trenzado, tejido o tricotado, por ejemplo. Para realizaciones que utilizan fibras cortas, como se indicó anteriormente, la fibra corta se puede rociar sobre el revestimiento 110 o puede presentarse como una estera para formar una preforma.

El recipiente a presión 20 tiene una adaptabilidad significativamente mayor (relación entre el volumen de fluido presurizado que se puede almacenar dentro del recipiente a presión y la envoltura rectangular equivalente) que los recipientes a presión convencionales para almacenar un fluido a presión. La alta adaptabilidad del recipiente a presión 20 es el resultado de la geometría, que se ha optimizado para compartir las cargas y minimizar las tensiones, tales como la tensión circular, por ejemplo, en las paredes interior y exterior 40, 45, 50, 55, 60, 65 de los lóbulos unidos 25, 30, 35 bajo presión interna. Ventajosamente, el recipiente a presión 20 cabe más fácilmente en diversas áreas de almacenamiento, tales como vehículos, por ejemplo. Además, la formación completa o parcial del recipiente a presión 20 con un compuesto reduce ventajosamente el peso en comparación con una estructura metálica, aumentando así la densidad de almacenamiento de energía. Un recipiente a presión compuesto también proporciona una mayor resistencia a la corrosión en comparación con los tanques metálicos. La selección de materiales compuestos y procesos de fabricación maduros y de bajo coste reduce beneficiosamente el coste total del recipiente a presión. La construcción reforzada se puede optimizar para proporcionar una transferencia de carga más efectiva en secciones unidas o complejas, al tiempo que se reduce el peso en secciones simples, rectas o redondas.

Aunque la invención se ha descrito en detalle en relación con solo un número limitado de realizaciones, debe entenderse fácilmente que la invención no se limita a dichas realizaciones divulgadas. Más bien, la invención se puede modificar para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones o disposiciones equivalentes no descritas hasta ahora, pero que son acordes con el alcance de la invención. Además, aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, debe entenderse que los aspectos de la invención pueden incluir solo algunas de las realizaciones descritas. Por consiguiente, la invención no debe considerarse limitada por la descripción anterior, sino que solo está limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de recipiente a presión compuesto (20) que comprende:

- 5 una pluralidad de lóbulos (25, 30, 35), teniendo cada uno de los lóbulos al menos una pared interior (45) y al menos una pared curva (40), estando posicionada la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) en una disposición lado a lado y que se extiende en dirección longitudinal desde un primer extremo (22) hasta un segundo extremo (24); y
- 10 una pluralidad de tapas de los extremos (100) dispuestas en los extremos (22, 24) de los lóbulos (25, 30, 35);
- en el que la pluralidad de lóbulos y tapas de los extremos están formadas por al menos un polímero reforzado con fibras;
- 15 en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) y tapas de los extremos (100) están configuradas para formar una única estructura compuesta formada integralmente;
- caracterizado por que
- 20 cada uno de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) están unidos entre sí con una unión adhesiva; o
- cada uno de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) está unido entre sí con una viga conectora preformada (124) que está situada entre lóbulos adyacentes y unida a los lóbulos adyacentes.

25 2. El conjunto de recipiente a presión compuesto (20) de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) está formado enteramente de al menos un polímero reforzado con fibra, en el que el conjunto de recipiente a presión compuesto (20) comprende uno de una geometría sustancial general rectangular o arqueada.

30 3. El conjunto de recipiente a presión compuesto (20) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un polímero reforzado con fibra comprende una fibra seleccionada del grupo que comprende carbono, vidrio y aramida.

35 4. El conjunto de recipiente a presión compuesto (20) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un polímero reforzado con fibras comprende una matriz polimérica que comprende al menos uno de epoxi, éster vinílico, poliéster, poliuretano, fenólico, poliamida o poliimida.

5. Un método para fabricar un conjunto de recipiente a presión compuesto (20) que comprende:

- 40 formar una pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) y una pluralidad de tapas de los extremos (100) que consisten en al menos un polímero reforzado con fibra;
- formar un cuerpo principal con la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) y disponiendo la pluralidad de tapas de los extremos (100) en los extremos (22, 24) de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35), los lóbulos dispuestos en una disposición lado a lado;
- 45 formar la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) y tapas de los extremos (100) como una única estructura compuesta formada integralmente;
- en el que cada uno de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) están unidos entre sí con una unión adhesiva; o
- 50 en el que cada uno de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) está unido entre sí con una viga conectora preformada (124) que está situada entre lóbulos adyacentes y unida a los lóbulos adyacentes.

6. El método de la reivindicación 5, en el que formar la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) comprende:

- 55 dar forma y combinar al menos una preforma;
- impregnar la preforma; y
- 60 curar la preforma combinada.

7. El método de la reivindicación 6, en el que formar una preforma comprende al menos uno de entre trenzado, tejido, tricotado o una acumulación de telas en capas.

65 8. El método de la reivindicación 6, que comprende además disponer la preforma entre un molde externo y una vejiga interna para formar la forma de la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35).

9. El método de la reivindicación 5, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) están formados integralmente para formar el cuerpo principal (120) como una única preforma y
- 5 en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) están formados integralmente como una única preforma mediante al menos uno de entre trenzado, tejido o tricotado.
10. El método de la reivindicación 5, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) incluye una pluralidad de tapas de los extremos (100) en cada extremo (22, 24) de los lóbulos (25, 30, 35), comprendiendo además el método:
- 10 envolver una pluralidad de revestimientos (110) con una fibra corta que comprende un compuesto de moldeo en láminas para formar revestimientos envueltos por separado;
- disponer los revestimientos envueltos (110) en contacto entre sí en una disposición deseada;
- 15 envolver los revestimientos envueltos (110) con una fibra corta externa que comprende un compuesto de moldeo en láminas;
- aplicar presión en las superficies internas de los revestimientos envueltos (110);
- 20 curar los revestimientos envueltos (110) dentro de un molde externo para formar un único recipiente a presión formado integralmente.
11. El método de la reivindicación 5, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) incluye una pluralidad de tapas de los extremos (100), comprendiendo además el método
- 25 dar forma a una pluralidad de preformas con al menos una de entre fibra continua y fibra corta;
- combinar la pluralidad de preformas en una única preforma;
- 30 impregnar la preforma única con una resina; y
- curar la preforma única para formar un recipiente a presión único, formado integralmente.
12. El método de la reivindicación 10 u 11, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) incluye una pluralidad de tapas de los extremos (100), comprendiendo además el método pulverizar una fibra corta sobre un revestimiento para formar la preforma.
- 35 13. El método de la reivindicación 5, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) incluye una pluralidad de tapas de los extremos (100), comprendiendo además el método
- 40 envolver una pluralidad de revestimientos (110) con un material compuesto preimpregnado de fibra continua para formar una única preforma; y
- curar la preforma única dentro de un molde externo calentado para formar un recipiente a presión único e integralmente formado.
- 45 14. El método de la reivindicación 11, en el que la pluralidad de lóbulos (25, 30, 35) incluye una pluralidad de tapas de los extremos (100), comprendiendo además el método
- 50 envolver una pluralidad de revestimientos (110) con una combinación de material compuesto preimpregnado de fibra continua y una fibra corta que comprende un compuesto de moldeo en lámina; y
- curar la preforma única dentro de un molde externo calentado para formar un recipiente a presión único e integralmente formado.

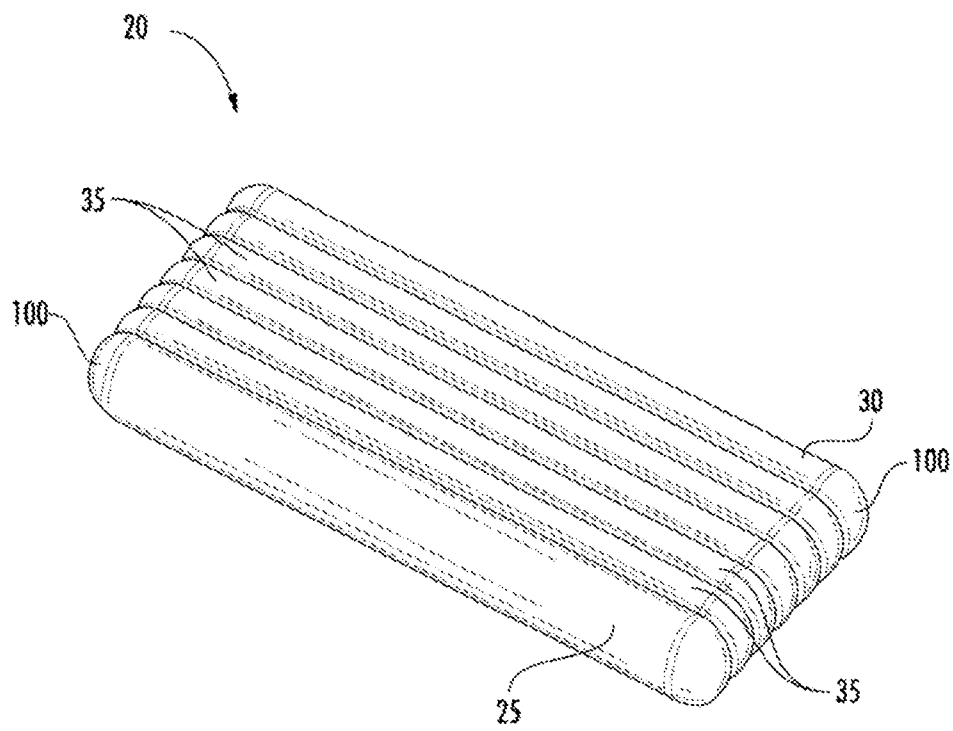
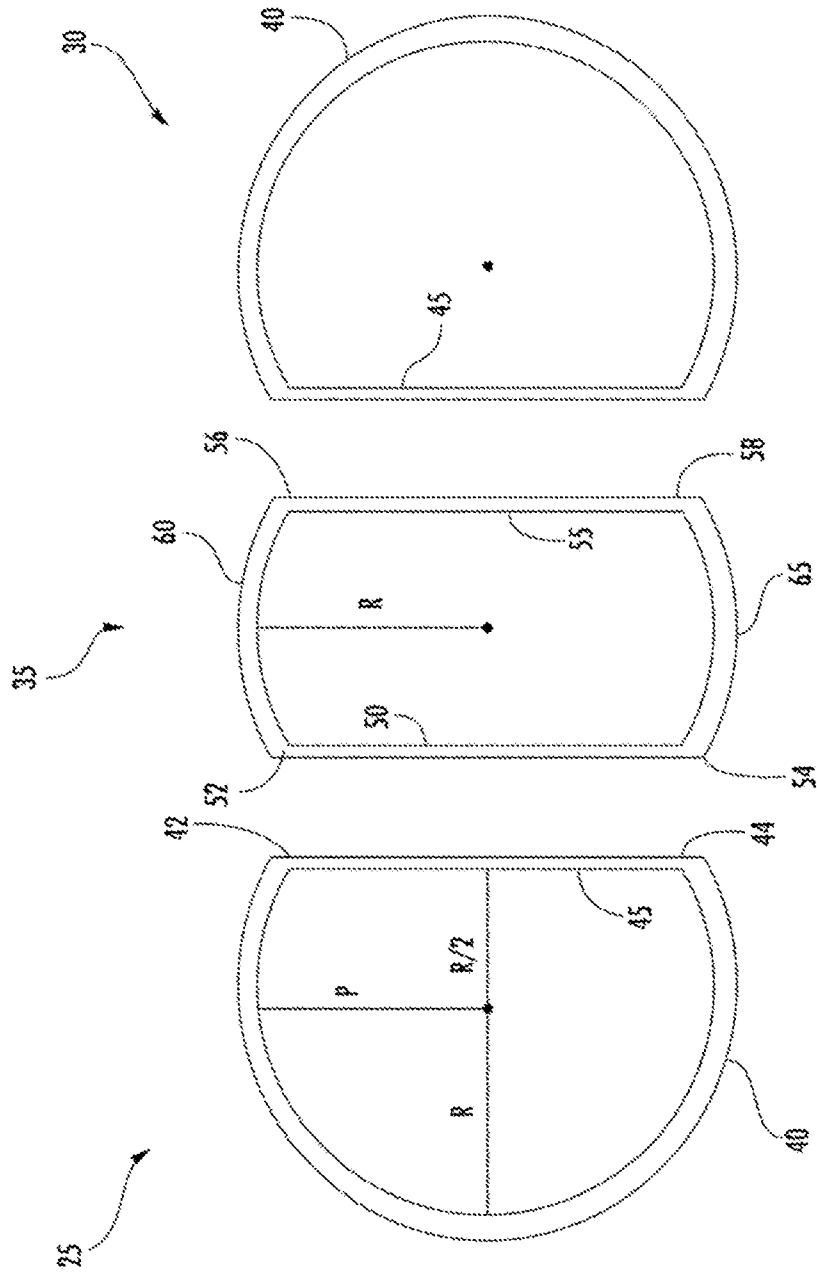
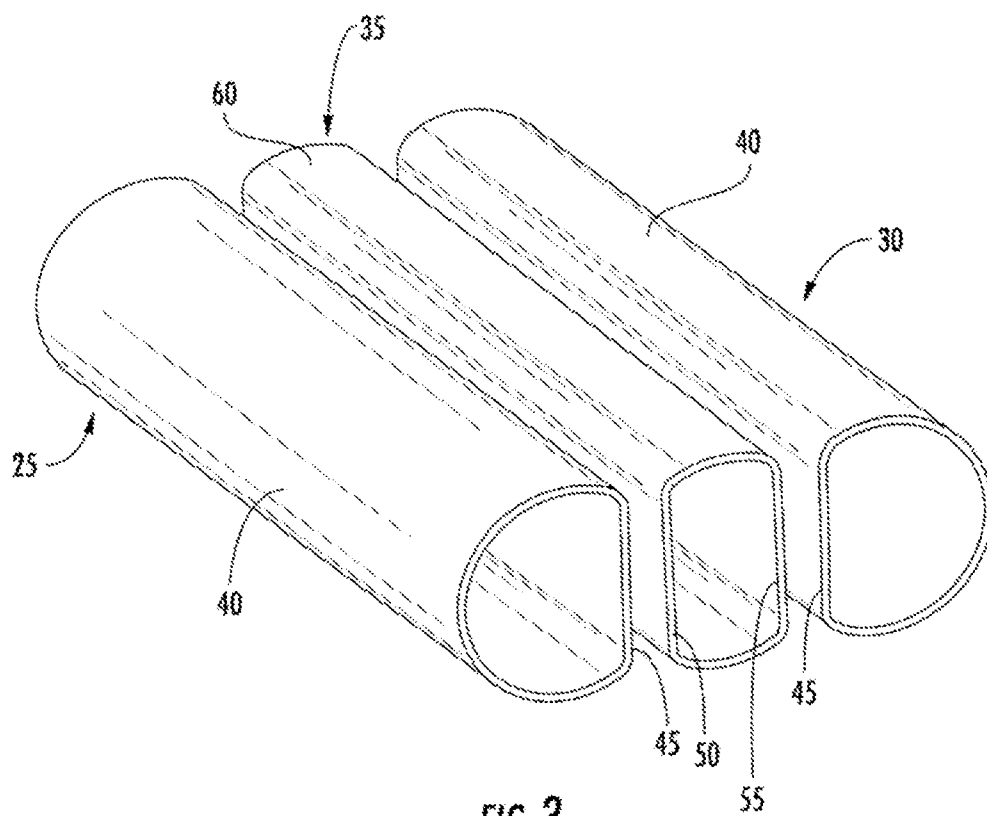
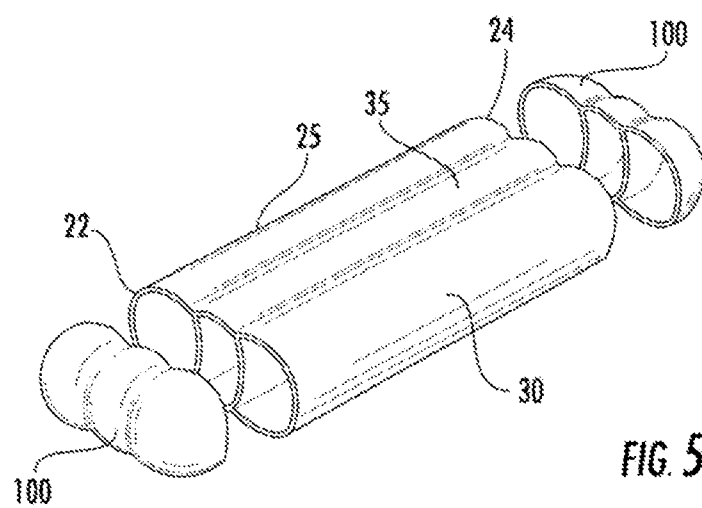
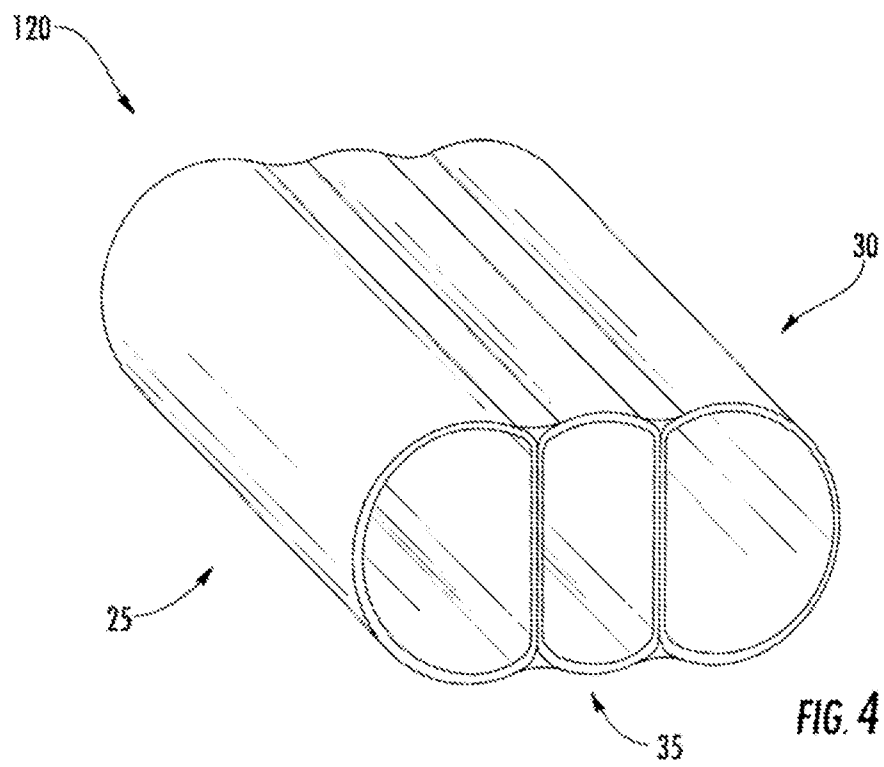
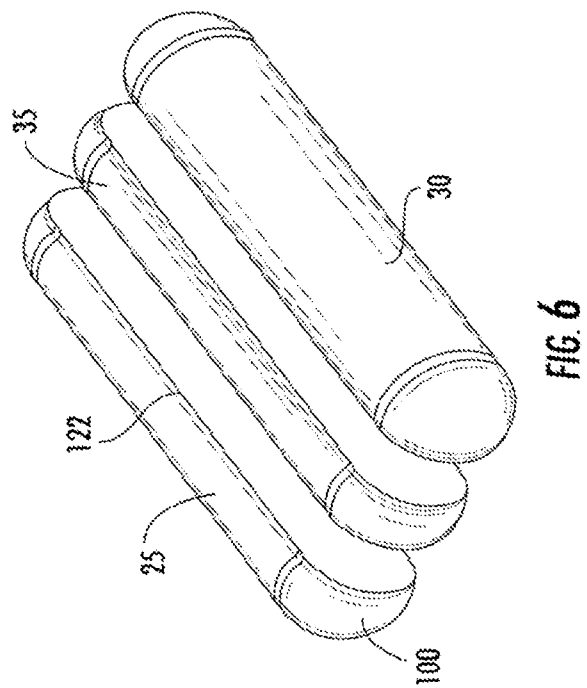
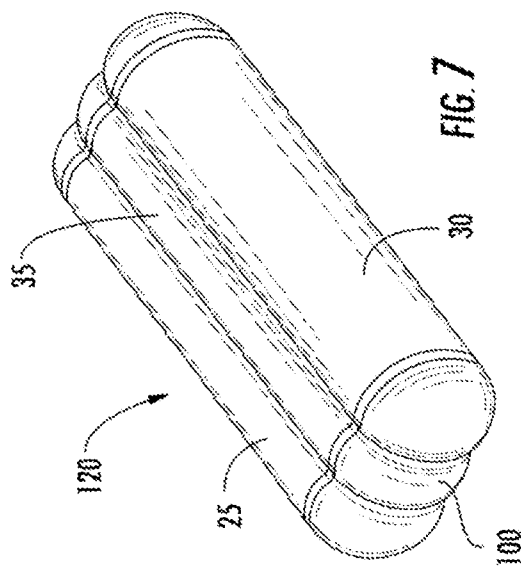


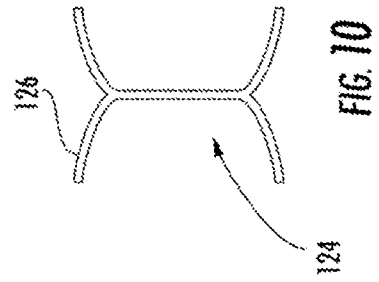
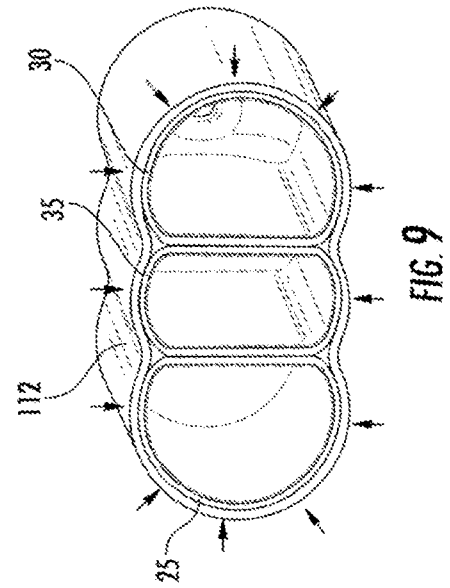
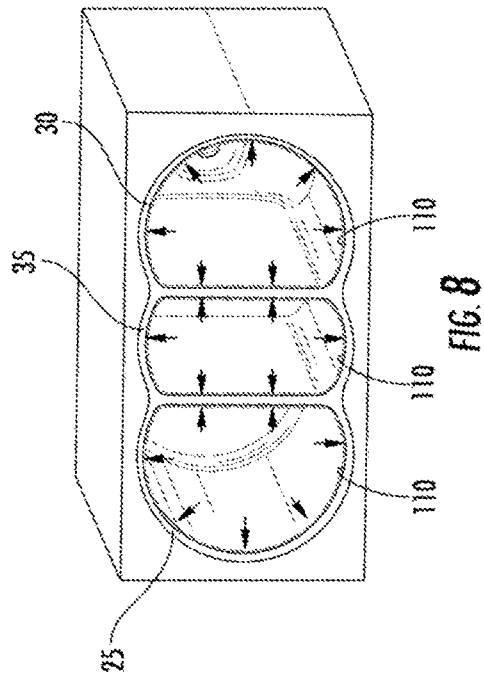
FIG. 1











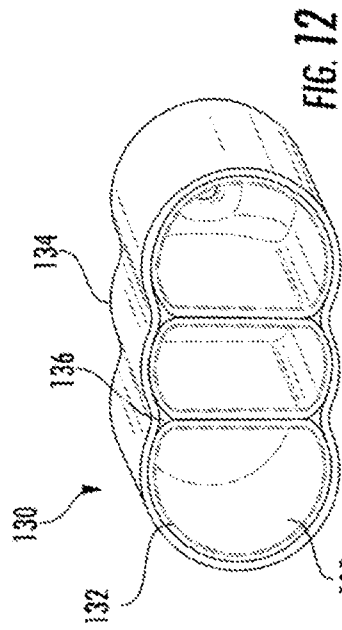


FIG. 12

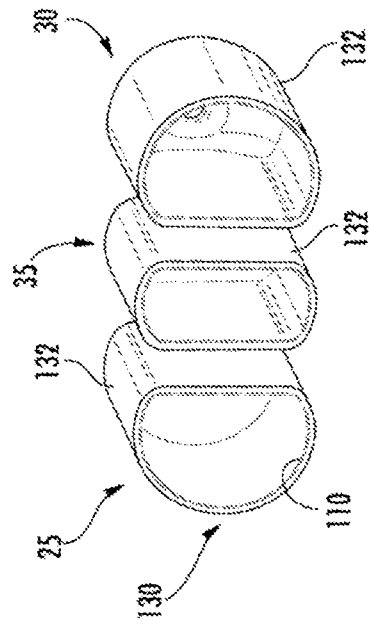


FIG. 17

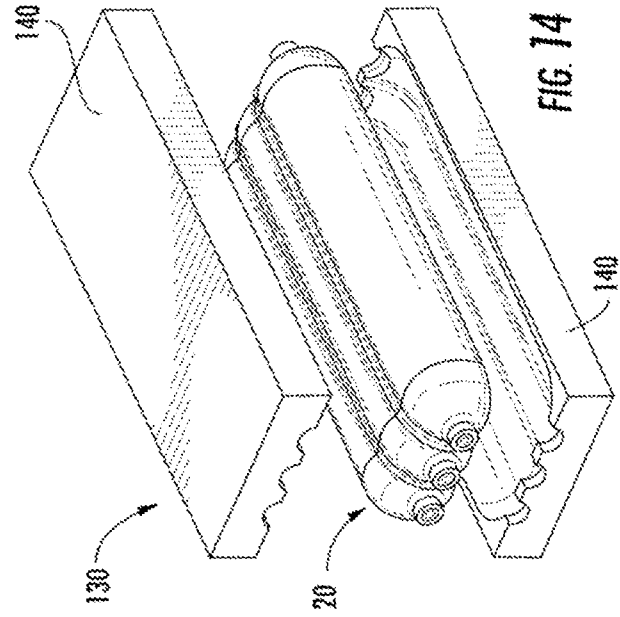


FIG. 14

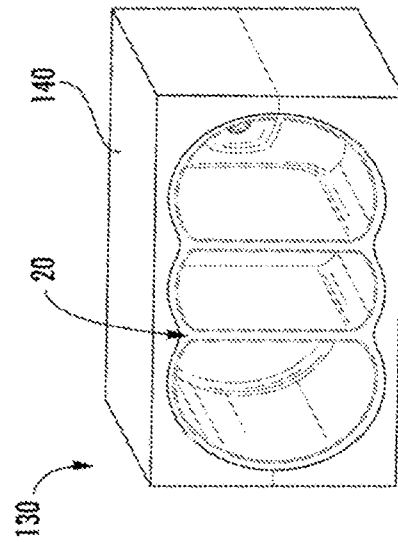


FIG. 13