

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 771**

51 Int. Cl.:

**B29C 33/30** (2006.01)

**B29C 33/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2016 PCT/US2016/041704**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017 WO17027144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2016 E 16751049 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3331681**

54 Título: **Utillaje de material compuesto de múltiples secciones**

30 Prioridad:

**07.08.2015 US 201514820714**

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

**01.04.2020**

73 Titular/es:

**HEXCEL CORPORATION (100.0%)  
11711 Dublin Boulevard  
Dublin, CA 94568, US**

72 Inventor/es:

**GERDISCH, MARK;  
CALLIS, RICHARD y  
SENTA, ADAM**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 751 771 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**

Utillaje de material compuesto de múltiples secciones

**Antecedentes de la invención**

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a aparatos y métodos utilizados para moldear materiales compuestos en grandes estructuras compuestas. Más particularmente, la presente invención está dirigida a los útiles de múltiples secciones que se usan para formar dichas grandes estructuras compuestas y a las formas en que las secciones de tales útiles se unen entre sí.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Muchos procesos para hacer estructuras compuestas utilizan un molde para proporcionar contornos y formas superficiales deseadas. El molde es particularmente importante en procesos de autoclave donde el material de resina/fibra sin curar se calienta en el molde, bajo vacío, a temperaturas de curado relativamente altas (175 °C y superiores) para formar la parte o estructura compuesta final.

15 Los moldes hechos de aleaciones de acero, tales como INVAR36, se usan comúnmente porque son extremadamente fuertes y pueden soportar fácilmente las elevadas temperaturas de curado usadas en autoclaves para el curado de materiales compuestos. Estos moldes también se conocen comúnmente como "útiles" o "utillajes". Los utillajes de aleación de acero pueden mecanizarse para obtener tolerancias ajustadas de perfil de superficie. Además, el utillaje para moldear grandes estructuras se puede hacer reuniendo secciones de utillaje de aleación de acero y soldando las costuras. Las costuras soldadas se pueden mecanizar y pulir para eliminar cualesquiera imperfecciones en la superficie del molde para producir una superficie de utillaje sin costuras que esté libre de "marcas" no deseadas en la superficie curada de las piezas. Aunque las aleaciones de acero son muy adecuadas para fabricar utillajes grandes de múltiples secciones, existen varios inconvenientes. Por ejemplo, el utillaje de aleación de acero tiende a ser pesado y caro. Además, el tiempo requerido para calentar y luego enfriar un utillaje de aleación de acero de múltiples secciones macizas aumenta el tiempo de ciclo durante el moldeo de estructuras compuestas.

25 Los utillajes hechos de materiales compuestos se han desarrollado como una alternativa a los utillajes de aleación de acero para su uso en el moldeo en autoclave de piezas compuestas. Los utillajes de materiales compuestos han sido populares porque típicamente son más livianos que los utillajes de aleación de acero. El utillaje de material compuesto generalmente se forma utilizando un molde maestro muy preciso que está hecho de una aleación de acero u otro material adecuado.

30 El material compuesto pre-impregnado ("prepreg") se usa típicamente para hacer utillajes de materiales compuestos. El "prepreg" es una combinación de matriz de resina no curada y refuerzo de fibra que está lista para moldear y curar para formar el útil compuesto. Al impregnar previamente el refuerzo de fibra con resina, el fabricante puede controlar cuidadosamente la cantidad y ubicación de la resina que está impregnada en la red de fibra y garantizar que la resina se distribuya en la red según lo desee.

35 La cinta unidireccional (UD) es una forma común de "prepreg". Las fibras en la cinta unidireccional son fibras continuas que se extienden paralelas entre sí. Las fibras están típicamente en forma de grupos de numerosas fibras o filamentos individuales que se denominan "haces". Las fibras unidireccionales están impregnadas con una cantidad cuidadosamente controlada de resina no curada. El "prepreg" UD generalmente se coloca entre las capas protectoras para formar una cinta UD que se enrolla para su almacenamiento o transporte a las instalaciones de fabricación. El ancho de la cinta UD generalmente varía desde menos de 2 cm a 30 cm o más.

40 La cinta unidireccional no es muy adecuada para su uso en la fabricación de utillajes de materiales compuestos. La orientación paralela y la naturaleza continua de las fibras en la cinta UD causan agrupamiento o puenteo de fibras cuando la cinta UD es obligada a adaptarse a las características de una forma de útil compleja. Además, los utillajes de materiales compuestos hechos de cinta UD no pueden mecanizarse para obtener las tolerancias ajustadas de perfil de superficie que se requieren para los utillajes de materiales compuestos sin un movimiento significativo del útil.

45 Se ha encontrado que los compuestos de moldeo, que se denominan genéricamente como compuesto de moldeo de material compuesto discontinuo de fibra (DFC), son adecuados para usar en la fabricación de utillajes de materiales compuestos. Un tipo de compuesto de moldeo DFC, al que se hace referencia en este documento como compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico, combina los atributos de la cinta UD y las fibras cortas orientadas aleatoriamente en un único compuesto de moldeo que puede moldearse y mecanizarse con precisión para formar utillajes de materiales compuestos. El compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico está compuesto de segmentos o virutas de cinta unidireccional orientados aleatoriamente que han sido impregnados con resina termoendurecible. El compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico se ha utilizado ampliamente para fabricar utillajes de materiales compuestos. El compuesto de moldeo cuasi isotrópico está disponible en Hexcel Corporation (Dublin, CA) con los nombres registrados de HexTool® y HexMC®. Ejemplos de moldes o utillajes de materiales compuestos que han sido producidos utilizando

HexTool® y HexMC® están descritos en la patente de EE.UU. N° 8.257.631, cuyo contenido está aquí incorporado como referencia.

5 El compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico se hace típicamente depositando en capas haces (hilos) multifilamentosos paralelos entre sí sobre un respaldo adecuado e impregnando los haces paralelos con resina para formar un "prepreg" UD. El "prepreg" UD se corta luego para formar virutas UD que generalmente tienen un ancho de 5 mm a 25 mm y una longitud de 25 mm a 125 mm. Luego se forma una capa de virutas UD cuasi-isotrópica. Múltiples capas de virutas UD cuasi-isotrópicas se combinan para formar un material de moldeo tipo capa que se utiliza para hacer utillajes de materiales compuestos.

El documento WO2013/097859 describe una sección de carcasa de molde para una pala de turbina eólica.

10 El peso liviano y la alta resistencia de los utillajes de materiales compuestos son particularmente atractivos para su uso en la fabricación de estructuras o piezas compuestas grandes, tales como alas de aviones, fuselajes de aviones, útiles para largueros estabilizadores horizontales, útiles para largueros de alas y útiles de empenaje. El moldeo de dichas estructuras compuestas grandes requiere utillajes de materiales compuestos que tengan superficies que típicamente tienen más de 3 metros de largo y más de 1 metro de ancho. La ubicación donde se fabrica el utillaje de material compuesto generalmente no es la misma que la ubicación donde se utiliza el utillaje para moldear las grandes estructuras compuestas. No es práctico hacer un único utillaje de material compuesto grande en una ubicación y luego transportarlo a otra ubicación para usarlo en el moldeo de grandes estructuras compuestas. En su lugar, se realizan múltiples secciones de utillaje que pueden transportarse en camión u otro transporte adecuado al lugar de fabricación donde se moldean las grandes estructuras compuestas. Una vez en el lugar de fabricación, las múltiples secciones de utillaje se unen para formar el utillaje de material compuesto grande individual deseado.

15 Una consideración importante al unir múltiples secciones de utillajes de materiales compuestos es asegurar que las costuras entre las secciones del utillaje se llenen o se traten de otra manera para eliminar cualesquiera imperfecciones superficiales en la superficie total del utillaje. El material utilizado para llenar la costura debe ser lo suficientemente resistente como para soportar numerosos ciclos de moldeo. El material utilizado para llenar la costura también debe tener propiedades físicas, tales como un coeficiente de expansión térmica, que coincida con las propiedades físicas del material utilizado para hacer las secciones del utillaje con el fin de evitar la separación en las líneas de unión entre la costura y las secciones del utillaje. El material de relleno de la costura debe poder mecanizarse de la misma manera que las superficies de las secciones del utillaje de material compuesto para proporcionar una superficie de utillaje que esté libre de imperfecciones en las costuras. Además, el relleno de la costura no puede ser poroso o tener otras imperfecciones que serían expuestas durante la mecanización y/o pulido inicial o posterior de la superficie del utillaje.

### Resumen de la invención

25 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un utillaje de múltiples secciones en el que las costuras entre las superficies de la sección del utillaje se rellenan con un tapón de entalla que está hecho del mismo tipo de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico que se usa para hacer las secciones del utillaje. El tapón de entalla está específicamente diseñado y orientado para eliminar cualesquiera imperfecciones superficiales de la superficie del utillaje en general. El tapón de entalla tiene la misma durabilidad que las secciones de utillaje para que pueda soportar numerosos ciclos de moldeo. Además, el tapón de entalla se puede mecanizar de la misma manera que las superficies de las secciones del utillaje de material compuesto para proporcionar una superficie de utillaje de múltiples secciones sin costuras.

40 El utillaje de múltiples secciones de la presente invención está diseñado para usarse en el moldeo de grandes estructuras compuestas que tienen una superficie moldeada. El utillaje de múltiples secciones incluye una primera sección de utillaje que tiene una primera superficie de utillaje que está conformada para formar una primera porción de la superficie moldeada de la gran estructura compuesta. La primera sección de utillaje incluye una primera superficie lateral y una primera superficie de entalla que se extiende en ángulo desde la primera superficie de utillaje hasta la primera superficie lateral. La primera superficie de entalla tiene un primer borde exterior ubicado en la primera superficie del utillaje y un primer borde interior ubicado en la primera superficie lateral. La primera sección de utillaje está hecha de múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado.

45 El utillaje de múltiples secciones también incluye una segunda sección de utillaje que tiene una segunda superficie de utillaje que está conformada para formar una segunda porción de la superficie moldeada de la gran estructura compuesta. La segunda sección de utillaje incluye una segunda superficie lateral y una segunda superficie de entalla que se extiende en ángulo desde la segunda superficie de utillaje hasta la segunda superficie lateral. La segunda superficie de entalla tiene un segundo borde exterior ubicado en la segunda superficie de utillaje y un segundo borde interior ubicado en dicha segunda superficie lateral. La segunda sección de utillaje también está hecha de múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado.

50 La primera sección de utillaje y la segunda sección de utillaje están ubicadas adyacentes entre sí de modo que la primera superficie de entalla y dicha segunda superficie de entalla forman una costura de entalla. La costura de entalla tiene un vértice que se extiende a lo largo de los bordes interiores primero y segundo de las superficies de entalla. La costura de

entalla también tiene un límite exterior que se extiende entre los bordes exteriores primero y segundo de las superficies de entalla. El límite exterior de la costura de entalla coincide con la superficie de la costura de utillaje que se extiende entre la primera superficie de utillaje y la segunda superficie de utillaje.

5 Como una característica de la presente invención, se proporciona un tapón de entalla que llena la costura de entalla. El tapón de entalla incluye una primera capa de tapón de entalla que es una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado que tiene un lado interior y un lado exterior. El lado interior de la primera capa del tapón de entalla está situado adyacente a la primera y segunda superficies de entalla y se extiende desde el primer borde exterior ubicado en la primera superficie de entalla hasta el vértice de la costura y desde el vértice de la costura hasta el segundo borde exterior ubicado en la segunda superficie de entalla. El lado exterior de la primera capa de entalla tiene un contorno de superficie en forma de cheurón que se extiende desde el primer borde exterior hasta el segundo borde exterior de la costura de entalla. El tapón de entalla también incluye una pluralidad de capas adicionales de tapón de entalla que se encuentran entre el lado exterior de la primera capa de tapón de entalla y el límite exterior de la costura de entalla. Cada una de las capas adicionales de entalla está compuesta por una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado. Cada una de las capas adicionales de entalla tiene un lado interior y un lado exterior. Las capas de entalla adicionales están ubicadas en el tapón de entalla de tal manera que el lado interior de cada capa de entalla adicional está ubicado próximo al lado exterior de una capa de tapón de entalla adicional adyacente que está más cerca de la primera capa de entalla. El lado interior de una de las capas de tapón de entalla adicionales se encuentra próximo al lado exterior de la primera capa de tapón de entalla y sigue el contorno de la superficie de la primera capa de tapón de entalla. Las capas de tapón de entalla adicionales forman la superficie de costura del utillaje.

20 Como una característica de la invención, se prepara un tapón de entalla consolidado que tiene la forma del tapón de entalla deseado, pero que incluye compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico no curado. Los tapones de entalla consolidados son de gran tamaño para que una parte del tapón de entalla consolidado se extienda por encima de la superficie de la costura del utillaje cuando el tapón de entalla consolidado se inserta en la costura de entalla. Después del curado, la parte del tapón de entalla que queda por encima de la superficie de la costura del utillaje se mecaniza para proporcionar un tapón de entalla final que tiene un límite exterior que coincide con la superficie de la costura del utillaje.

Además de cubrir el utillaje de múltiples secciones y los tapones de entalla consolidados que se usan para rellenar las costuras en la superficie del utillaje, la presente invención también cubre métodos para rellenar las costuras de un utillaje de múltiples secciones usando los tapones de entalla consolidados.

30 Los tapones de entalla de acuerdo con la presente invención son particularmente adecuados para rellenar las costuras superficiales entre secciones de utillaje compuestas hechas de un compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico. Los tapones de entalla son lo suficientemente duraderos como para resistir numerosos ciclos de moldeo de la misma manera que las secciones del utillaje. Los tapones de entalla tienen propiedades físicas, tales como un coeficiente de expansión térmica, que coinciden con las propiedades físicas del material utilizado para hacer la sección del utillaje con el fin de impedir la separación en las líneas de unión entre las secciones del utillaje con costura. Los tapones de entalla se pueden mecanizar y/o pulir de la misma manera que las superficies de las secciones de utillaje compuestas para proporcionar una superficie de utillaje que esté libre de imperfecciones en las costuras.

40 El proceso de consolidación de múltiples capas de compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico para formar un tapón de entalla consolidado, que se cura a continuación en autoclave en la costura entre las secciones de utillaje, produce una superficie de utillaje de múltiples secciones que es esencialmente sin costuras. Las costuras de tapón de entalla hechas de esta manera no son porosas y no tienen otras imperfecciones que podrían quedar expuestas durante el mecanizado y/o pulido inicial o posterior del tapón de entalla y de las superficies de utillaje que las rodean.

Las características descritas anteriormente y muchas otras características y ventajas adicionales de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la descripción detallada cuando se toma junto con los dibujos adjuntos.

#### **Breve descripción de los dibujos**

45 La fig. 1 es una vista parcial de un utillaje de material compuesto ejemplar de múltiples secciones de acuerdo con la presente invención que muestra la costura entre dos secciones del utillaje.

La fig. 2 es una vista lateral de la fig. 1 que muestra detalles de la estructura estratificada de tapón de entalla.

La fig. 3 es una vista lateral que muestra un tapón de entalla de gran tamaño antes del mecanizado para formar la costura final del tapón de entalla como se muestra en las figs. 1 y 2.

50 La fig. 4 es una vista parcial de un tapón de entalla consolidado antes de aplicarse a la costura de entalla.

La fig. 5 es una fotografía en sección transversal de una costura de entalla de entalla preferida que tiene una forma en sección transversal de cheurón de 30 grados.

La fig. 6 es una fotografía en sección transversal de una costura de entalla que tiene una forma en sección transversal de cheurón de 45 grados.

La fig. 7 muestra un aparato de molde de compresión simplificado que se usa para hacer el tapón de entalla consolidado.

La fig. 8 es una vista en sección transversal del molde de compresión que se muestra en la FIG. 7.

**Descripción detallada de la invención**

5 Una porción de un utillaje de material compuesto ejemplar de múltiples secciones de acuerdo con la presente invención se muestra en 10 en las figs. 1 y 2. Las utillaje de múltiples secciones están destinadas para utilizar en la fabricación de piezas o estructuras compuestas grandes de acuerdo con los procesos de curado en autoclave conocidos, donde las temperaturas de servicio están típicamente entre 170 °C y 260 °C y donde las superficies del utillaje están expuestas a presiones de entre 3,15 kg/cm<sup>2</sup> (45 psi) y 8,75 kg/cm<sup>2</sup> (125 psi). Sin embargo, si se desea, el utillaje puede usarse en otros procesos de moldeo donde no es necesario calentar el material que se está moldeando a temperaturas tan altas y/o donde no se usa alta presión en el proceso de moldeo.

15 Las piezas o estructuras compuestas grandes ejemplares que pueden moldearse usando utillajes de múltiples secciones incluyen alas de avión, fuselajes, útiles de largueros estabilizadores horizontales, útiles de largueros de alas y útiles de empenaje. El tamaño total de la superficie de moldeo proporcionada por los utillajes de múltiples secciones puede variar desde unos pocos metros cuadrados hasta más de 100 metros cuadrados. El tamaño de la superficie de moldeo solo está limitado por el número de secciones de utillaje que se unen y la capacidad de soportar adecuadamente el utillaje. Cada sección del utillaje está dimensionada preferiblemente para que pueda ser transportada por carretera, ferrocarril y/o transporte aéreo. Preferiblemente, las secciones de utillaje individuales no excederán los 3 metros de ancho y 12 metros de largo.

20 Aunque el utillaje de múltiples secciones puede incluir cualquier número de secciones de utillaje, que dependen del tamaño del utillaje deseado sobre todos los utillajes y del tamaño de las secciones individuales, para fines ejemplares, el utillaje 10 de múltiples secciones se muestra solo con una primera sección 12 de utillaje y una segunda sección 14 de utillaje. Las secciones 12 y 14 de utillaje están unidas juntas de manera segura por un elemento 17 de unión estructural. El elemento 17 de unión es suficientemente fuerte para mantener las secciones de utillaje posicionadas con precisión durante numerosos ciclos de moldeo en autoclave. El utillaje total 10 de múltiples secciones también es soportado por otras estructuras de soporte (no mostradas) de acuerdo con procesos de moldeo conocidos que utilizan utillajes de materiales compuestos.

30 La primera sección 12 de utillaje tiene una primera superficie 16 de utillaje que está conformada para formar una primera porción de la superficie moldeada de una estructura compuesta grande. La primera sección 12 de utillaje también incluye una primera superficie lateral 18 y una primera superficie 20 de entalla que se extiende en ángulo desde la primera superficie 16 de utillaje hasta la primera superficie lateral 18. La primera superficie 20 de entalla tiene un primer borde exterior 22 ubicado en la primera superficie 16 de utillaje y un primer borde interior 24 ubicado en la primera superficie lateral 18. La primera sección 12 de utillaje está hecha de múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, tal como HexTool® o HexMC®, que está compuesto de una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente donde cada viruta contiene fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada.

35 La segunda sección 14 de utillaje tiene una segunda superficie 26 de utillaje que está conformada para formar una segunda porción de la superficie moldeada de una estructura compuesta grande. La segunda sección 14 de utillaje también incluye una segunda superficie lateral 28 y una segunda superficie 30 de entalla que se extiende en ángulo desde la segunda superficie 26 de utillaje hacia abajo a la segunda superficie lateral 28. La segunda superficie 30 de entalla tiene un segundo borde exterior 32 ubicado en la segunda superficie 26 de utillaje y un segundo borde interior 34 ubicado en la segunda superficie lateral 28. La segunda sección 14 de utillaje está hecha de múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, tal como HexTool® o HexMC®, que está compuesto de una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente donde cada viruta contiene fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada.

45 La primera sección 12 de utillaje y la segunda sección 14 de utillaje están ubicadas adyacentes entre sí de modo que la primera superficie 20 de entalla y la segunda superficie 30 de entalla forman una costura 36 de entalla ubicada en la superficie entre las dos secciones de utillaje. La costura 36 de entalla tiene un vértice 38 que se extiende a lo largo del primer borde interior 24 y del segundo borde interior 34. La costura 36 de entalla también tiene un límite exterior 40 que se extiende entre el primer y el segundo borde exterior 22 y 32 de las secciones de utillaje. El límite exterior 40 coincide con la superficie de la costura de utillaje que se extiende entre la primera y la segunda superficies 16 y 26 de las secciones de utillaje.

50 De acuerdo con la presente invención, un tapón 42 de entalla llena la costura 36 de entalla. El tapón 42 de entalla incluye una primera capa 44 de tapón de entalla que está compuesta por una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, tal como HexTool® o HexMC®, que se compone de una pluralidad de virutas orientadas al azar donde cada viruta contiene fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada. La primera capa 44 de tapón de entalla incluye un lado interior 46 y un lado exterior 48. El lado interior 46 del tapón de entalla está ubicado adyacente a la primera y segunda superficies 20 y 30 de entalla. El lado interior 46 de la capa de tapón de entalla se extiende desde el primer borde exterior 22 del primer utillaje al vértice 38 y desde el vértice 38 al segundo borde exterior 32 del segundo

utillaje. El lado exterior 48 de la primera capa de tapón de entalla tiene un contorno de superficie en forma de un cheurón que se extiende desde el primer borde exterior 22 al segundo borde exterior 32.

5 El tapón 42 de entalla incluye una pluralidad de capas adicionales 50a-50i de tapón de entalla que están situadas entre el lado exterior 48 de la primera capa de tapón de entalla y el límite exterior 40 de la costura de entalla. Cada una de las capas adicionales 50a-50i de entalla está hecha a partir de una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, como HexTool® o HexMC®, que está compuesto por una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente donde cada viruta contiene fibras orientadas unidireccionalmente y un resina curada.

10 Cada una de las capas adicionales 50a-50i de entalla tiene un lado interior y un lado exterior. Por ejemplo, el lado interior de la capa adicional 50a de entalla se muestra en 52 y el lado exterior se muestra en 54. Las capas adicionales 50a-50i de entalla se encuentran en el tapón 42 de entalla de tal modo que el lado interior de cada capa adicional de entalla está ubicado próximo al lado exterior de una capa de tapón de entalla adicional adyacente que está más cerca de la primera capa 44 de tapón de entalla. El lado interior de la capa adicional 50a de entalla está ubicado próximo al lado exterior 48 de la primera capa de tapón de entalla y sigue el contorno superficial 48 de la primera capa de tapón de entalla. Las capas adicionales 50a-50i de taponos de entalla terminan en y/o forman el límite de costura 40 que coincide con la superficie de costura del utillaje.

20 El ángulo 60 entre la primera superficie 20 de entalla y el límite 40 de la costura (también denominado el chaflán) debería estar entre 20 y 45 grados. El chaflán o ángulo 62 entre la segunda superficie 30 de entalla y el límite 40 de la costura también debe estar entre 20 y 45 grados. Se descubrió que el ángulo de la forma de cheurón para el tapón de entalla era importante para proporcionar una costura adecuada con bajos niveles de porosidad. Los taponos de entalla que rellenan las costuras con chaflanes de más de 45 grados no son adecuados. Los chaflanes de entre 45 y 35 grados proporcionan costuras que son aceptables para muchas aplicaciones de moldeo. Sin embargo, para utillajes que se utilizarán en autoclaves a altas temperaturas y altas presiones, se prefiere que el chaflán esté entre 25 y 35 grados. Se ha encontrado que costuras con chaflanes de 30 grados proporcionan costuras particularmente efectivas que no son porosas y que son particularmente adecuadas para utilizar en un utillaje que está expuesto a altas presiones y temperaturas que ocurren durante el moldeo en autoclave de piezas compuestas.

30 Una vista en sección lateral de un tapón de entalla en forma de cheurón se muestra en la fig. 6 donde el tapón de entalla está en su lugar dentro de una costura que está bordeada en cada lado por un utillaje de material compuesto hecha con múltiples capas de compuesto de moldeo en láminas M61 HexTool® de 4000 gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). El tapón de entalla se hizo con 10 capas de compuesto de moldeo en láminas HexTool® M61 de 4000 gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). El chaflán para la primera y segunda secciones de utillaje en la fig. 6 es de 45 grados. La parte superior del tapón de entalla, que forma el límite exterior 40, tiene 5 cm de ancho.

35 También se muestra en la fig. 7 una vista en sección lateral del tapón de entalla en forma de cheurón in situ en una costura que está bordeada en cada lado por un utillaje de material compuesto hecho con múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina M61 HexTool® de 4000 gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). El tapón de entalla se hizo con 10 capas de compuesto de moldeo en láminas HexTool® M61 de 4000 gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). En la Fig. 7, el chaflán para la primera y segunda secciones de utillaje es de 30 grados. La parte superior del tapón de entalla también tiene 5 cm de ancho. La parte superior de los taponos de entalla es típicamente de 2 a 10 cm de ancho.

40 Los taponos de entalla y las secciones de utillaje mostrados en las Figs. 6 y 7 se prepararon ambos de la misma manera siguiendo procedimientos estándar para moldear el compuesto de moldeo en láminas HexTool® M61. Se descubrió que el tapón de entalla de 30 grados que se muestra en la FIG. 7 tenía porosidad entre láminas y porosidad de la línea de unión que era sustancialmente menor que el tapón de entalla de 45 grados mostrado en la FIG. 6. Por consiguiente, el diseño de tapón de entalla que se muestra en la FIG. 7 se prefiere para unir utillaje de múltiples secciones que se utilizarán en autoclaves que operan a temperaturas superiores a 150 °C y presiones de 3,15 kg/cm<sup>2</sup> (45 psi) a 8,75 kg/cm<sup>2</sup> (125 psi).

45 Se prefiere que una capa de adhesivo de tapón de entalla esté situada entre el tapón 42 de entalla y la primera y segunda superficies 20 y 30 de entalla, como se muestra en 70 y 72, respectivamente. El material utilizado como el adhesivo de tapón de entalla puede ser cualquier adhesivo adecuado que sea compatible con la resina utilizada en el tapón de entalla y secciones de utillaje. Para el moldeo a alta temperatura (150 °C y superiores), se prefieren los adhesivos hechos de bismaleimida, poliimida, poliéter éter cetona, fenólicos y similares. El adhesivo de película de bismaleimida HP655, que está disponible en Hexcel Corporation (Salt Lake City, Utah), es un adhesivo de tapón de entalla preferido. La capa adhesiva es preferiblemente lo más delgada posible mientras que todavía proporciona los niveles deseados de unión. Los grosores preferidos para la capa adhesiva varían de 20 micras a 1,5 mm de grosor.

55 El espacio o separación entre las superficies laterales 18 y 28 se sella con una capa de agente de sellado o adhesivo 80. El material utilizado como agente de sellado puede ser cualquier agente de sellado o adhesivo adecuado que sea compatible con la resina utilizada en las secciones de utillaje. Para el moldeo a alta temperatura (150 °C y superior), se prefieren agentes de sellado hechos de bismaleimida, poliimida, poliéter éter cetona, fenólicos y similares. La película adhesiva de bismaleimida HP655, es un agente de sellado preferido. El espacio 36 es preferiblemente de 1 mm a 4 mm de ancho.

La costura 36 de entalla está inicialmente rellena en exceso con un tapón de entalla consolidado que está compuesto de capas no curadas de compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico que se han consolidado bajo presión y temperatura elevada para formar un tapón en forma de cheurón que coincide estrechamente con la forma de la costura 36 de entalla. El tapón de entalla consolidado es ligeramente más grande que la costura de entalla, de modo que cuando se cura el tapón de entalla consolidada, forma un tapón de entalla de gran tamaño como se muestra en 90 en la FIG. 3.

Debe observarse que el espacio entre las superficies laterales 18 y 28 se sella con la capa 80 de agente de sellado antes de que se coloque el tapón de entalla consolidado en la costura 36 de entalla. Se requiere el posicionamiento previo de la capa 80 de agente de sellado para proporcionar un sello entre las secciones 12 y 14 de utillaje para que se pueda aplicar presión durante el moldeo del tapón de entalla consolidado para formar el tapón 90 de entalla sobredimensionado curado.

La porción 92 del tapón 90 de entalla curado sobredimensionado, que se encuentra por encima del límite exterior de la costura (que se muestra en trazos en 40 en la fig. 3), se retira para proporcionar un tapón de entalla que tiene una superficie de entalla que coincide con el límite exterior 40 de la costura. La porción sobrante del tapón de entalla sobredimensionado se elimina utilizando cualquiera de los útiles y técnicas de mecanizado conocidos que se utilizan comúnmente en el mecanizado de moldes de acero y/o de material compuesto. Dichos útiles de mecanizado emplean típicamente cortadores con control numérico (N/C) con recubrimiento de carburo y diamante. La superficie del tapón de entalla y las superficies de utillaje circundantes se mecanizan y pulen, si fuera necesario, para lograr las tolerancias superficiales deseadas. Las tolerancias superficiales típicas son del orden de  $\pm 0,2$  mm o menos. Las tolerancias de la superficie de utillaje y de la superficie de la costura pueden ser del orden de  $\pm 0,1$  mm e incluso tan precisas como de  $\pm 100$  micras.

Como el tapón 42 de entalla y las superficies de utillaje circundantes están hechos del mismo tipo de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico, el mecanizado y pulido de estas superficies produce una superficie de utillaje de múltiples secciones que prácticamente no tiene costuras. Otra ventaja es que la superficie del tapón de entalla tiene la misma durabilidad que la superficie del utillaje cuando el utillaje se usa repetidamente para moldear en autoclave piezas compuestas de molde a altas temperaturas y altas presiones. Además, la tendencia a que se formen grietas a lo largo de las líneas de unión entre el tapón de entalla y las secciones de utillaje se reduce porque tanto el tapón de entalla como las secciones de utillaje tienen el mismo coeficiente de expansión térmica. Además, el tapón de entalla se puede mecanizar y pulir de la misma manera que las secciones de utillaje cuando la superficie de utillaje requiere reacondicionamiento o modificación.

Un tapón de entalla consolidado que se usa para llenar en exceso la costura 36 se muestra en 100 en la FIG. 4. El tapón 100 de entalla consolidado incluye una primera capa 150 de tapón de entalla consolidado que corresponde a la primera capa 50 de tapón de entalla mostrada en la FIG. 2. El tapón 100 de entalla consolidado también incluye capas adicionales 150a-150i de tapón de entalla consolidado, que corresponden a las capas adicionales 50a-50i de tapón de entalla mostradas en la FIG. 2. El tapón 100 de entalla consolidado se muestra con una capa adicional 150j.

El lado exterior de la primera capa 150 de tapón de entalla consolidado tiene la forma de un cheurón que tiene un ángulo interior 152. Para ajustar en la costura formada por la primera y segunda secciones de utillaje, que están biseladas de 20 a 45 grados, el ángulo interior del cheurón de entalla puede variar de 90 a 140 grados. Preferiblemente, el ángulo interior del cheurón será de 110 a 130 grados para que coincida con los chaflanes de costura de utillaje de 25-35 grados. El ángulo interior preferido del cheurón es de 120 grados, que corresponde al chaffán de costura de utillaje preferido de 30 grados.

El tapón 150 de entalla consolidado se hace colocando capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico de tamaño adecuado en un molde de consolidación, tal como el molde de compresión simplificado que se muestra en 110 en las figs. 7 y 8. El molde 110 incluye un cuerpo 111 de molde y una placa superior extraíble 112. La parte inferior 113 de la placa superior 112 y las superficies interiores 114 y 115 del molde 111 de consolidación están conformadas para proporcionar una cavidad 116 de molde en forma de cheurón que coincide estrechamente con la forma deseada del tapón de entalla, que a su vez coincide estrechamente con la forma de la costura que se está rellenando. El molde está dimensionado de modo que la parte superior 154 del tapón de entalla consolidado llene la costura en exceso, como se describió anteriormente. El número de capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico que se utilizan para un tapón de entalla particular variará típicamente desde 5 a 30 dependiendo del grosor de las capas y del tamaño del tapón de entalla.

Una vez que las capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico no curado se ubican en la cavidad 116 del molde de consolidación, la placa superior 112 se asegura en su lugar. El molde 110 se presuriza luego mediante un sistema de aplicación de fuerza, que se muestra esquemáticamente en 117, y se calienta mediante un sistema de calentamiento, que se muestra esquemáticamente en 118, para consolidar las capas en un estratificado sólido sin curar que forma el tapón de entalla consolidado. La cantidad de calor y presión que se aplica a las capas de compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico es suficiente para consolidar las capas en un estratificado sólido sin avanzar el curado de la resina del compuesto de moldeo. Es deseable que el curado de la resina de compuesto de moldeo no ocurra hasta que el tapón de entalla consolidado esté ubicado en la costura entre las secciones del utillaje. Para un compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico compuesto de fibras de carbono y resina de bismaleimida, el proceso

de consolidación típico requerirá de 5 minutos a 30 minutos a una temperatura de 60 a 95 °C con una fuerza aplicada sobre el molde de 13607,77 kgf a 22679,62 kgf (30000 a 50000 libras).

5 El molde 110 de consolidación y el proceso para calentar y presurizar la cavidad 116 del molde son particularmente bien adecuados para formar un compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico en preformas de tapón de entalla consolidadas sin curar. Sin embargo, el proceso de moldeo y consolidación también puede usarse para formar una amplia variedad de otras formas de preforma consolidadas a partir de un compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico. Las superficies interiores del molde y la placa superior pueden modificarse y conformarse según se desee para formar una amplia variedad de formas de cavidades. El molde resultante se puede usar para formar preformas consolidadas que son curables para formar una amplia variedad de piezas y estructuras complejas, incluidas piezas y  
10 estructuras utilizadas en aviones y otros vehículos aeroespaciales.

Una vez formado, el tapón 150 de entalla consolidado puede usarse inmediatamente o puede almacenarse en condiciones que eviten el curado de la resina no curada presente en el tapón de entalla consolidado. Una ventaja proporcionada por el tapón de entalla consolidado es que puede fabricarse y almacenarse en un lugar y luego enviarse a otro lugar donde se ensamblan los utillajes de múltiples secciones. Además, se pueden fabricar y almacenar conjuntos de tapones de entalla consolidados de diferentes tamaños para proporcionar un suministro listo de tapones de entalla para sellar una variedad de costuras en utillajes de múltiples secciones ubicadas en varios lugares.  
15

El tapón 150 de entalla consolidado puede estar hecho a partir de cualquiera de los compuestos de moldeo en láminas cuasi-isotrópicas que se han usado para fabricar utillajes de materiales compuestos. Se prefieren los compuestos de moldeo en láminas hechos de virutas compuestas de haces de carbono unidireccionales y una resina de bismaleimida. Un compuesto ejemplar de moldeo en lámina cuasi-isotrópico preferido es HexTool® M61. El HexTool® M61 está disponible en pesos por superficie de 2000 g/m<sup>2</sup> y 4000 g/m<sup>2</sup>. El tamaño nominal de la viruta es de 8 mm de ancho y 50 mm de largo. Cada viruta contiene fibras de carbono y 38 por ciento en peso de resina de bismaleimida. El grosor de una capa curada de HexTool® M61 es de 1,27 mm para el compuesto de moldeo en láminas de 2000 g/m<sup>2</sup> y de 2,54 mm para el material de 4000 g/m<sup>2</sup>. La Tg del HexTool® M61 post curado es de 275 °C con una temperatura máxima de uso de 218 °C. El coeficiente de expansión térmica lineal del HexTool® M61 curado es de  $4,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  (en Plano ASTM E 289-95).  
20  
25

El tapón de entalla consolidado y las secciones de utillaje pueden estar hechas del mismo compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico o pueden estar hechas de diferentes compuestos de moldeo en lámina cuasi-isotrópico. Por ejemplo, se utiliza comúnmente HexTool® M61 de 4000 g/m<sup>2</sup> para fabricar utillajes de materiales compuestos. El tapón de entalla también puede fabricarse a partir de HexTool® M61 de 4000 g/m<sup>2</sup> para que coincida con las secciones de utillaje. En este caso, se utilizan de 8 a 12 capas de compuesto de moldeo en láminas para hacer un tapón de entalla que tiene una superficie superior de aproximadamente 5 cm de ancho.  
30

Alternativamente, puede utilizarse HexTool® M61 de 2000 g/m<sup>2</sup> para hacer tapones de entalla para unir juntas secciones de utillaje hechas de HexTool® M61 de 4000 g/m<sup>2</sup>. El compuesto de moldeo en láminas de menor peso por superficie es útil cuando se desea una mayor flexibilidad para el tapón de entalla consolidado. El HexTool® M61 de 2000 g/m<sup>2</sup> es un compuesto de moldeo en láminas preferido porque los tapones de entalla resultantes tienden a tener cantidades reducidas de arrugas o pliegues. Cuando se usa HexTool® M61 de 2000 g/m<sup>2</sup> para hacer tapones de entalla, el número de capas de compuesto de moldeo en láminas necesario para un tapón de entalla que tenga una superficie superior de 5 cm de ancho oscilará entre 16 y 24 capas.  
35

Una parte de un utillaje de material compuesto ejemplar de múltiples secciones se muestra en 200 en la fig. 5. El utillaje 200 de múltiples secciones incluye una primera sección 202 de utillaje, una segunda sección 204 de utillaje y una tercera sección 206 de utillaje. Una primera costura 208 está ubicada entre la primera y la segunda secciones 202 y 204 de utillaje. Una segunda costura 210 está ubicada entre la primera y la tercera secciones 202 y 206 de utillaje. Una tercera costura 212 se encuentra entre las secciones segunda y tercera 204 y 206 de utillaje. Las tres costuras 208, 210 y 212 se muestran parcialmente llenas de tapones 214, 216 y 218 de entalla de acuerdo con presente invención. Las tres costuras se encuentran en una unión en T 220. Los tapones 216 y 218 de entalla pueden ser un solo tapón de entalla. Los tapones de entalla se pueden solapar o unir a tope en la unión 220. Además, la unión en T puede ser formada como un único tapón de entalla consolidado en forma de T, si se desea.  
40  
45

El utillaje de material compuesto de múltiples secciones de tres piezas se muestra en 200 en la fig. 5 es un ejemplo adicional de cómo se pueden rellenar múltiples costuras y una unión de costura con tapones de entalla de acuerdo con la presente invención. Como fue el caso con el utillaje ejemplar 10 de dos piezas, se reconocerá que el utillaje de material compuesto de múltiples secciones real estará compuesto típicamente de numerosas secciones de utillaje que se unen juntas con numerosos tapones de entalla.  
50

Una vez descritas las realizaciones ejemplares de la presente invención, los expertos en la materia deben tener en cuenta que las descripciones contenidas son solo ejemplares y que se pueden hacer otras alternativas, adaptaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente invención. Por consiguiente, la presente invención no se limita a las realizaciones y ejemplos preferidos anteriores, sino que solo está limitada por las siguientes reivindicaciones.  
55



## REIVINDICACIONES

1. Utillaje (10) de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande que tiene una superficie moldeada, comprendiendo dicho utillaje de múltiples secciones:

5 una primera sección (12) de utillaje que comprende una primera superficie (16) de utillaje que está conformada para formar una primera parte de la superficie moldeada de dicha estructura compuesta grande, una primera superficie lateral (18) y una primera superficie (20) de entalla que se extiende en un ángulo (60) desde dicha primera superficie de utillaje hasta dicha primera superficie lateral, teniendo dicha primera superficie de entalla un primer borde exterior (22) ubicado en dicha primera superficie de utillaje y un primer borde interior (24) ubicado en dicha primera superficie lateral, comprendiendo dicha primera sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de dichas capas de compuesto de moldeo en lámina una pluralidad de virutas orientados aleatoriamente, comprendiendo dichas virutas fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada;

15 una segunda sección (14) de utillaje que comprende una segunda superficie (26) de utillaje que está conformada para formar una segunda parte de la superficie moldeada de dicha estructura compuesta grande, una segunda superficie lateral (28) y una segunda superficie (30) de entalla que se extiende en un ángulo (62) desde dicha segunda superficie de utillaje a dicha segunda superficie lateral, teniendo dicha segunda superficie de entalla un segundo borde exterior (32) ubicado en dicha segunda superficie de utillaje y un segundo borde interior (34) ubicado en dicha segunda superficie lateral, comprendiendo dicha segunda sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de dichas capas de compuesto de moldeo en lámina una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente, comprendiendo dichas virutas fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada, estando dicha primera sección de utillaje y segunda sección de utillaje adyacentes entre sí de modo que dicha primera superficie de entalla y dicha segunda superficie de entalla formen una costura (36) de entalla entre dichas primera y segunda secciones de utillaje, teniendo dicha costura de entalla un vértice (38) que se extiende a lo largo de dichos primer y segundo bordes interiores y un límite exterior (40) que se extiende entre dichos primer y segundo bordes exteriores, coincidiendo dicho límite exterior con una superficie de costura de utillaje que se extiende entre dicha primera superficie de utillaje y una segunda superficie de utillaje;

una capa de agente de sellado ubicada entre dichas primera y segunda superficies laterales, estando ubicada dicha capa de agente de sellado fuera de dicha costura de entalla; y

30 un tapón (42) de entalla que llena dicha costura de entalla, comprendiendo dicho tapón de entalla una primera capa (44) de tapón de entalla que comprende una capa de compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópicas curado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente, comprendiendo dichas virutas fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada, teniendo dicha primera capa de tapón de entalla un lado interior (46) y un lado exterior (48), en donde el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla está situado adyacente a dichas primera y segunda superficies de entalla y se extiende desde dicho primer exterior borde a dicho vértice y desde dicho vértice a dicho segundo borde exterior y en donde dicho lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla tiene un contorno de superficie en forma de un cheurón que se extiende desde dicho primer borde exterior hasta dicho segundo borde exterior, comprendiendo dicho tapón de entalla una pluralidad de capas adicionales (50a-50i) de tapón de entalla ubicadas entre el lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla y el límite exterior de dicha costura de entalla, comprendiendo cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla una capa de compuesto de moldeo en láminas cuasi-isotrópico curado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente, en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada y en donde cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla tiene un lado interior y un lado exterior, estando dichas capas de tapón de entalla adicionales situadas en dicho tapón de entalla de modo que el lado interior de cada capa adicional de entalla está ubicado próximo al lado exterior de una capa de tapón de entalla adicional adyacente que está más cerca de dicha primera capa de tapón de entalla y en donde el lado interior de una de dichas capas adicionales de tapón de entalla está ubicada próxima al lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla y en donde dichas capas adicionales de tapón de entalla forman dicha superficie de costura de utillaje.

2. Utillaje de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande según la reivindicación 1, en donde la primera sección de utillaje, la segunda sección de utillaje y el tapón de entalla están hechos de capas de compuesto de moldeo en lámina que tienen el mismo peso por superficie; o en el que la primera sección de utillaje, la segunda sección de utillaje y el tapón de entalla comprenden cada uno virutas que comprenden fibras de carbono y resina de bismaleimida curada.

3. Utillaje de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande según la reivindicación 1, en donde el peso por superficie de las capas de compuesto de moldeo en lámina utilizadas para hacer la primera sección de utillaje y la segunda sección de utillaje es superior al peso por superficie de las capas de compuesto de moldeo en láminas utilizado para hacer dicho tapón de entalla.

4. Utillaje de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande según la reivindicación 1, en el que el límite exterior de dicha costura de entalla que se extiende entre dichos primer y segundo bordes exteriores es de 2 cm a 10 cm de ancho.

5. Utillaje de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande según la reivindicación 1, en el que una primera capa de adhesivo de tapón de entalla está ubicada entre dicha primera superficie de entalla y el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla y una segunda capa de entalla de adhesivo de tapón de entalla está ubicada entre dicha segunda superficie de entalla y el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla.

5 6. Un tapón (42) de entalla sin curar consolidado para utilizar en el sellado de una costura en una utillaje (10) de múltiples secciones que se usa para moldear grandes estructuras compuestas que tienen una superficie moldeada, en donde dicho utillaje de múltiples secciones tiene una primera sección (12) de utillaje que comprende una primera superficie (16) de utillaje que está conformada para formar una primera porción de la superficie moldeada de la estructura compuesta grande, una primera superficie lateral (18) y una primera superficie (20) de entalla que se extiende en un ángulo (60) desde la primera superficie de utillaje hasta la primera superficie lateral, teniendo la primera superficie de entalla un primer borde exterior (22) ubicado en la primera superficie de utillaje y un primer borde interior (24) ubicado en la primera superficie lateral, comprendiendo la primera sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de las capas de compuesto de moldeo en láminas una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en las que dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada, incluyendo además dicho utillaje de múltiples secciones una segunda sección (14) de utillaje que comprende una segunda superficie (26) de utillaje que está conformada para formar una segunda porción de la superficie moldeada de la estructura compuesta grande, una segunda superficie lateral (28) y una segunda superficie (30) de entalla que se extiende en un ángulo (62) desde la segunda superficie de utillaje hasta la segunda superficie lateral, teniendo la segunda superficie de entalla un segundo borde exterior (32) ubicado en la segunda superficie de utillaje y un segundo borde interior (34) ubicado en la segunda superficie lateral, comprendiendo la segunda sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de las capas de compuesto de moldeo en láminas una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde las virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada, en donde la primera sección de utillaje y la segunda sección de utillaje están ubicadas adyacentes entre sí de manera que dicha primera superficie de entalla y la segunda superficie de entalla forman una costura (36) de entalla entre la primera y segunda secciones de utillaje, teniendo la costura de entalla un vértice (38) que se extiende a lo largo del primer y segundo bordes interiores, teniendo la costura de entalla un límite exterior (40) que se extiende entre el primer y segundo bordes exteriores, en donde el tapón de entalla sin curar consolidado se usa para rellenar en exceso la costura de entalla, comprendiendo el tapón de entalla sin curar consolidado:

30 una primera capa (44) de tapón de entalla consolidada que comprende una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina no curada, teniendo dicha primera capa de tapón de entalla consolidada un lado interior (46) y un lado exterior (48) en el que el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada está conformada para ser ubicada adyacente a las superficies primera y segunda de entalla y extenderse desde el primer borde exterior al vértice y desde el vértice al segundo borde exterior y en el que dicho lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada tiene un contorno superficial que se extiende desde dicho primer borde exterior a dicho segundo borde exterior que tiene la forma de un cheurón que tiene un ángulo interior, comprendiendo dicho tapón de entalla sin curar consolidado una pluralidad de capas adicionales (50a-50i) de tapón de entalla consolidadas ubicadas en el lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada, comprendiendo cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas un compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina no curada y en donde cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas tiene un lado interior y un lado exterior, estando situadas dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas en dicho tapón de entalla consolidado sin curar consolidado, de modo que el lado interior de cada capa adicional de tapón de entalla consolidado se ubica próximo al lado exterior de una capa adicional de tapón de entalla consolidado adyacente que está más cerca de dicha primera capa de tapón de entalla consolidado y en donde el lado interior de una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas se encuentra próxima al lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada y sigue el contorno de la superficie de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada, formándose dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas para extenderse más allá del límite exterior de la costura de entalla y rellenar en exceso dicha costura de entalla cuando dicho tapón de entalla sin curar consolidado se coloca dentro de dicha costura de entalla.

7. Un tapón de entalla sin curar consolidado según la reivindicación 6, en el que el ángulo interior de dicho cheurón está entre 110 grados y 130 grados, preferiblemente en el que el ángulo interior de dicho cheurón es de 120 grados.

8. Un tapón de entalla consolidado sin curar según la reivindicación 6, en el que dicha primera capa de tapón de entalla consolidada y dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas comprenden cada una virutas que comprenden fibras de carbono y resina de bismaleimida sin curar.

9. Un tapón de entalla sin curar consolidado según la reivindicación 6, en el que la primera capa de tapón de entalla consolidada y las capas adicionales de tapón de entalla consolidadas se dimensionan y conforman para rellenar en exceso una costura de entalla donde el límite exterior de la costura de entalla es de 2 cm a 10 cm de ancho.

10. Un tapón de entalla sin curar consolidado según la reivindicación 6, en el que la primera capa de tapón de entalla consolidada y dichas capas adicionales de tapón de entalla están hechas a partir de capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidadas que tienen el mismo peso por superficie.

5 11. Un método para unir un utillaje (10) de secciones múltiples que se usa en el moldeo de una estructura compuesta grande que tiene una superficie moldeada, comprendiendo dicho método las etapas de:

10 proporcionar una primera sección (12) de utillaje que comprende una primera superficie (16) de utillaje que está conformada para formar una primera porción de la superficie moldeada de dicha estructura compuesta grande, una primera superficie lateral (18) y una primera superficie (20) de entalla que se extiende en un ángulo (60) desde dicha primera superficie de utillaje a dicha primera superficie lateral, teniendo dicha primera superficie de entalla un primer borde exterior (22) ubicado en dicha primera superficie de utillaje y un primer borde interior (24) ubicado en dicha primera superficie lateral, comprendiendo dicha primera sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de dichas capas de compuesto de moldeo en lámina una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada;

15 proporcionar una segunda sección (14) de utillaje que comprende una segunda superficie (26) de utillaje que está conformada para formar una segunda porción de la superficie moldeada de dicha estructura compuesta grande, una segunda superficie lateral (28) y una segunda superficie (30) de entalla que se extiende en un ángulo (62) desde dicha segunda superficie de utillaje a dicha segunda superficie lateral, teniendo dicha segunda superficie de entalla un segundo borde exterior (32) ubicado en dicha segunda superficie de utillaje y un segundo borde interior (34) ubicado en dicha segunda superficie lateral, comprendiendo dicha segunda sección de utillaje múltiples capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico curado, comprendiendo cada una de dichas capas de compuesto de moldeo en lámina una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina curada;

25 ubicar dichas primera sección de utillaje y segunda sección de utillaje adyacentes entre sí de modo que dicha primera superficie de entalla y dicha segunda superficie de entalla formen una costura (36) de entalla entre dichas primera y segunda secciones de utillaje, teniendo dicha costura de entalla un vértice (38) que se extiende a lo largo de dichos primer y segundo bordes interiores y un límite exterior (40) que se extiende entre dichos primer y segundo bordes exteriores;

30 colocar una capa de agente de sellado entre dichas primera y segunda superficies laterales, estando ubicada dicha capa de agente de sellado fuera de dicha costura de entalla; y

35 rellenar en exceso dicha costura de entalla con un tapón (42) de entalla sin curar consolidado que comprende una primera capa (44) de tapón de entalla consolidada que está compuesta de una capa de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en donde dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina sin curar, teniendo dicha primera capa de tapón de entalla consolidada un lado interior y un lado exterior en donde el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada está ubicada adyacente a la primera y segunda superficies de entalla y se extiende desde el primer borde exterior hasta el vértice y desde el vértice hasta el segundo borde exterior y en donde dicho lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla superficies tiene un contorno de superficie que se extiende desde dicho primer borde exterior a dicho segundo borde exterior que tiene la forma de un cheurón que tiene un ángulo interior que es el mismo que el ángulo entre la primera superficie de entalla y la segunda superficie de entalla en el vértice de dicha costura de entalla, comprendiendo dicho tapón de entalla consolidado una pluralidad de capas (50a-50i) adicionales de tapón de entalla consolidadas ubicadas en el lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada, comprendiendo cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas un compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidado que comprende una pluralidad de virutas orientadas aleatoriamente en el que dichas virutas comprenden fibras orientadas unidireccionalmente y una resina sin curar y en donde cada una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas tiene un lado interior y un lado exterior, estando dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas ubicadas en dicho tapón de entalla consolidado adicional de tal modo que el lado interior de cada capa adicional de tapón de entalla consolidada se encuentra próximo al lado exterior de una capa adicional de tapón de entalla consolidada adyacente que está más cerca de dicha primera capa de tapón de entalla consolidado y en donde el lado interior de una de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas está situado adyacente al lado exterior de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada y sigue el contorno de la superficie de dicha primera capa de tapón de entalla consolidada, en donde una o más de dichas capas adicionales de tapón de entalla consolidadas se extienden más allá del límite exterior de la costura de entalla para rellenar en exceso dicha costura de entalla;

55 curar dicho tapón de entalla sin curar consolidado que rellenado en exceso dicha costura de entalla para formar un tapón de entalla sobredimensionado curado que incluye una porción que se extiende más allá del límite exterior de la costura de entalla; y

retirar la porción de dicho tapón de entalla sobredimensionado curado que se extiende más allá del límite exterior de la costura de entalla para formar de ese modo una superficie de costura de utillaje que se extiende entre dicha primera superficie de utillaje y dicha segunda superficie de utillaje.

- 5 12. Un utillaje de múltiples secciones para usar en el moldeo de una estructura compuesta grande según la reivindicación 1 o un método para unir un utillaje de múltiples secciones según la reivindicación 11 en donde el ángulo entre la primera superficie de entalla y dicho límite exterior está entre 25 grados y 35 grados y en donde el ángulo entre la segunda superficie de entalla y dicho límite exterior está entre 25 grados y 35 grados, preferiblemente en donde el ángulo entre la primera superficie de entalla y dicho límite exterior está entre 30 grados y en donde el ángulo entre la segunda superficie de entalla y dicho límite exterior es de 30 grados.
- 10 13. Un método para unir un utillaje de múltiples secciones según la reivindicación 11 que incluye las etapas adicionales de ubicar una primera capa de adhesivo de tapón de entalla entre dicha primera superficie de entalla y el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla y ubicar una segunda capa de adhesivo de tapón de entalla entre dicha segunda superficie de entalla y el lado interior de dicha primera capa de tapón de entalla.
- 15 14. Un método para unir un utillaje de múltiples secciones según la reivindicación 11, en el que el peso por superficie de las capas de compuesto de moldeo en lámina usadas para hacer que la primera sección de utillaje y la segunda sección de utillaje tengan un peso por superficie que sea mayor que el peso por superficie de las capas de compuesto de moldeo en lámina cuasi-isotrópico consolidadas utilizadas para hacer dicho tapón de entalla sin curar consolidado.
- 20 15. Un método para unir un utillaje de múltiples secciones según la reivindicación 9, en el que la primera sección de utillaje y la segunda sección de utillaje comprenden cada una virutas que comprenden fibras de carbono y resina de bismaleimida curada y dicho tapón de entalla sin curar consolidado comprende fibras de carbono y resina de bismaleimida sin curar.

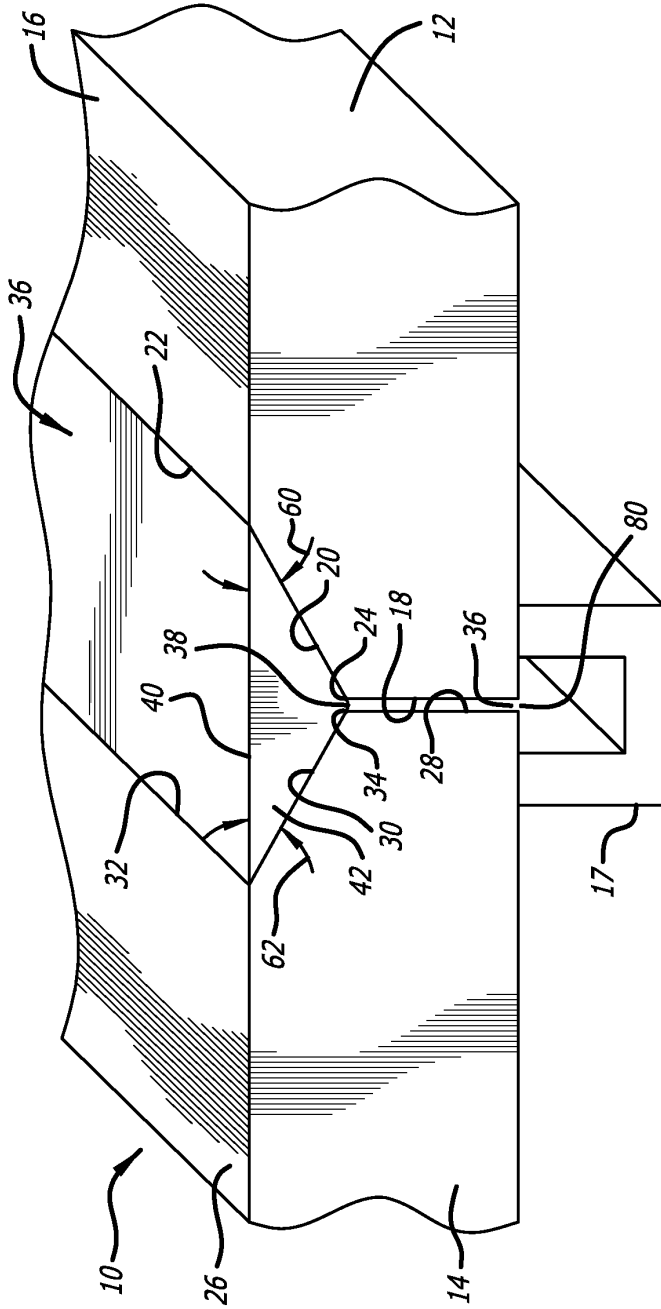


FIG. 1

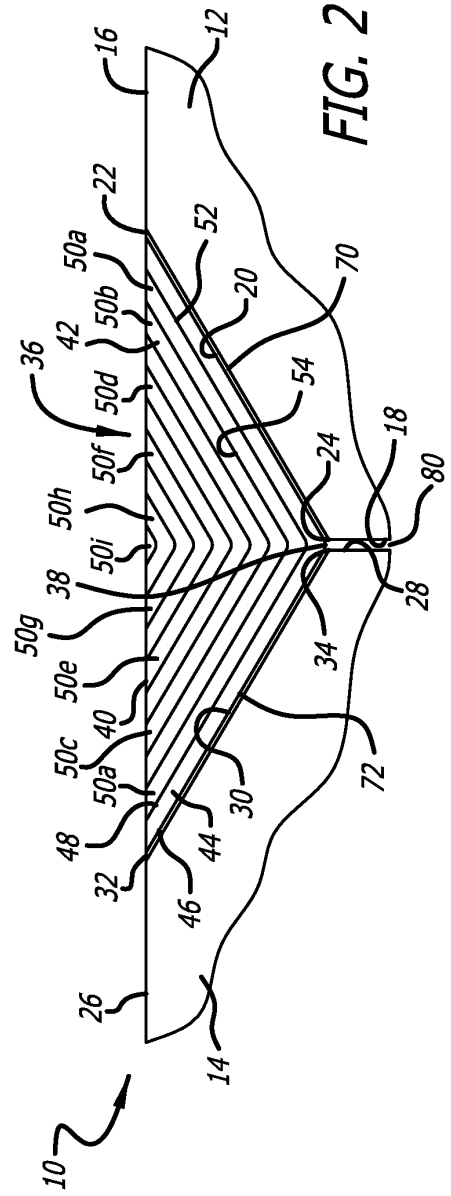
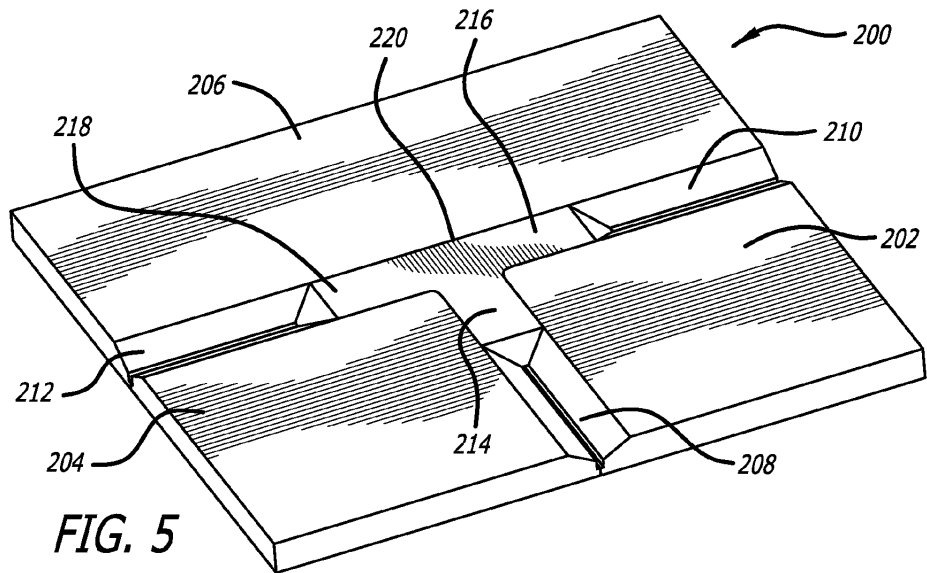
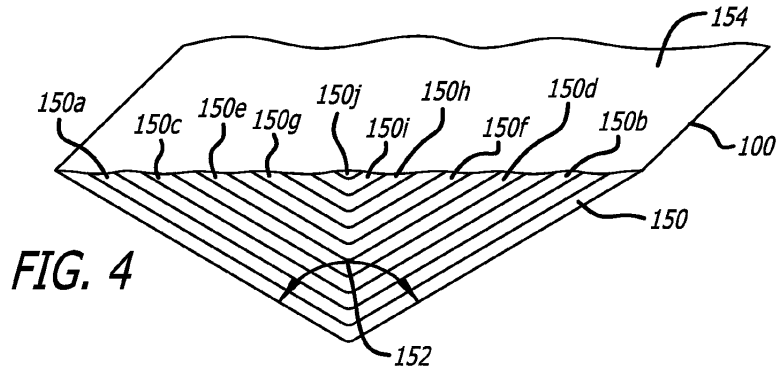
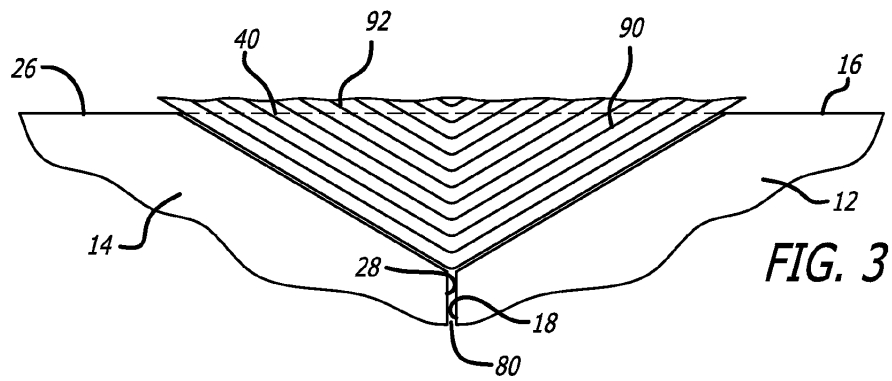
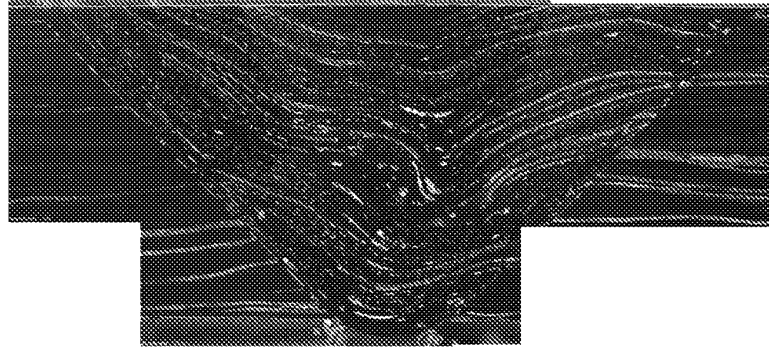
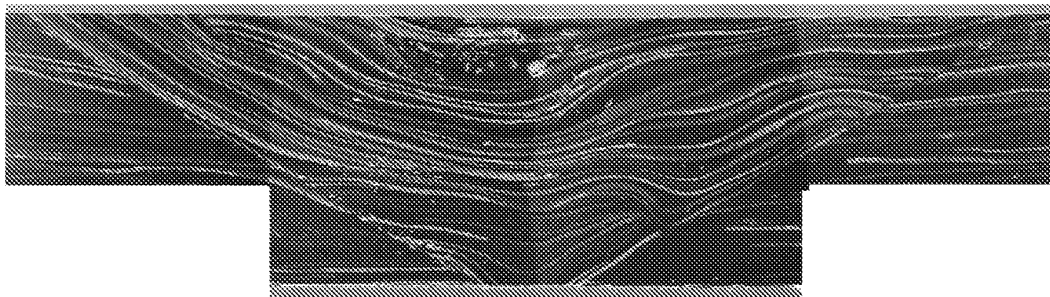


FIG. 2





*FIG. 6*



*FIG. 7*

