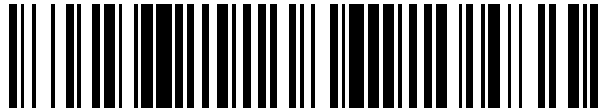


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 668**

51 Int. Cl.:

B29C 70/88 (2006.01)
B29C 70/86 (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
B29C 70/52 (2006.01)
B29C 70/50 (2006.01)
B32B 15/08 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2007 E 07839654 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 2114661**

54 Título: **Método de fabricación de piezas de compuesto termoplástico que tienen conexiones de metal integradas**

30 Prioridad:

29.01.2007 US 699653

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**RUBIN, ALEXANDER M.;
WILKERSON, RANDALL D. y
FOX, JAMES R.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 431 668 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

Método de fabricación de piezas de compuesto termoplástico que tienen conexiones de metal integradas

5 Campo técnico
 La descripción se refiere de manera general a procesos para fabricar piezas de material compuesto, y trata más particularmente de un método para hacer piezas de compuesto termoplástico que tienen conexiones de metal integradas, usando un proceso de formación de piezas continuo.

10 Antecedentes
 Existen numerosos procesos para fabricar laminados de compuesto termoplástico (TPC). Por ejemplo, la FR-A-2 888 155 o la EP-A-1 336 469 describen métodos para fabricar laminados de compuesto termoplástico. Además de procesos no continuos tales como presión, estampación y formación de autoclaves, hay procesos continuos tales como extrusión, extrusión inversa, formación de rollos, y moldeado por compresión. Más recientemente, se han desarrollado procesos para producir piezas de TPC en longitudes continuas usando un proceso de moldeo de compresión continuo (CCM), el cual tiene espesor y/o curvatura variable a lo largo de sus longitudes.

20 Añadido al desafío de fabricar estructuras y piezas de laminados de TCP en un proceso continuo, está la necesidad de unir conexiones de metal a las estructuras laminadas. Las conexiones de metal se pueden usar, por ejemplo, en la industria aeronáutica, para unir las estructuras laminadas a otras partes de la aeronave, o para reforzar áreas de la estructura laminada que requieren rigidez adicional. En el pasado, las conexiones de metal se formaban primero como rasgos separados, y luego unían a las estructuras laminadas usando dispositivos de fijación. Este planteamiento para añadir conexiones de metal a estructuras y piezas laminadas generalmente no es rentable, requiere tiempo y material adicional y añade peso a la aeronave. Existen procesos para formar uniones adhesivas entre los TPC y las conexiones de metal, no obstante estas uniones adhesivas se deben procesar en hornos o autoclaves lo cual limita la longitud de las piezas que se pueden procesar debido a la capacidad de tamaño del equipo disponible comercialmente.

25 Por consiguiente, existe una necesidad de un método para fabricar estructuras y piezas de TPC que tengan conexiones de metal integradas en un proceso continuo. Las realizaciones de la descripción se dirigen hacia satisfacer esta necesidad.

COMPENDIO

35 Las realizaciones de la descripción proporcionan un método para fabricar piezas de laminados de compuestos termoplásticos que tienen conexiones de metal integradas, usando un proceso de fabricación continuo como se define en la reivindicación 1. Las piezas pueden tener espesor, así como curvatura a medida o variable. La pieza de compuesto que tiene conexiones de metal integradas formadas mediante el método anterior puede encontrar uso en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones de automoción y aeroespaciales.

40 Otros rasgos, beneficios y ventajas de las realizaciones descritas llegarán a ser evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones, cuando se ven según los dibujos adjuntos y las reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

45 La Figura 1 son ilustraciones de despiece y en perspectiva combinadas de un laminado de compuesto termoplástico formado según una realización de la descripción.
 La Figura 2 es una ilustración en perspectiva de una mesa transportadora para formar una pila multicapa a medida.
 La Figura 3 es una ilustración en perspectiva de un ejemplo de una pila multicapa a medida formada en la Figura 2.
 50 La Figura 4 ilustra una zona de preformado y una zona de consolidación de una estructura de consolidación usada para formar el laminado de compuesto termoplástico de la Figura 1.
 La Figura 5 es una ilustración en perspectiva de la zona de preformado de la estructura de consolidación de la Figura 4.
 La Figura 6 es un diagrama de flujo lógico que describe el método preferido para formar el laminado de compuesto termoplástico de la Figura 1 según las Figuras 2-5.
 55 Las Figuras 7a-7f son ilustraciones en perspectiva que representan ejemplos de piezas de laminado de compuesto termoplástico, curvadas formadas según una realización de la descripción.
 La Figura 8 es una ilustración en perspectiva de una pila multicapa, a medida de material compuesto termoplástico, con tres preformas de piezas curvadas cortadas de la pila.
 60 La Figura 9 es una ilustración en perspectiva del utillaje usado para formar las piezas de compuesto termoplástico curvadas según una realización de la descripción.
 La Figura 10 es una ilustración en perspectiva de una herramienta curvada usada para impartir los rasgos a la pieza de compuesto de material termoplástico curvada.
 La Figura 11 es una ilustración en planta de la herramienta mostrada en la Figura 10.
 65 La Figura 12 es una ilustración de sección transversal, parcial que muestra una parte de una pieza de

compuesto curvada capturada entre dos partes de una herramienta.

La Figura 13 es una ilustración de sección transversal, de despiece de una viga de sección en I de compuesto termoplástico, mostrada en relación operativa con el utillaje y troqueles de la prensa de la máquina para compactar las chapas laminadas.

La Figura 14 es una ilustración en perspectiva de una estructura de preformado y una parte de una prensa de compactación usadas en un método para producir piezas de compuesto curvadas.

La Figura 15 es una ilustración similar a la Figura 14 pero que muestra el lado opuesto de la estructura y prensa de preformado.

La Figura 16 es una ilustración de sección, tomada a través de la prensa, que muestra los troqueles comprimiendo la pieza preformada usando el utillaje de consolidación.

La Figura 17 es una ilustración parcial de una sección de la prensa, que muestra un troquel curvado en relación con los manguitos del utillaje para producir una pieza que tenga una curvatura constante.

La Figura 18 es una ilustración similar a la Figura 17 pero que muestra los manguitos del utillaje para producir una pieza que tiene una curvatura no uniforme.

Las realizaciones presentadas en las figuras 1-18 no forman parte de la presente invención.

Las Figuras 19-23 son ilustraciones de sección transversal de diversas uniones formadas entre un laminado de compuesto termoplástico y una conexión de metal.

La Figura 24 es una ilustración esquemática de los pasos usados en un método para fabricar laminados de compuesto termoplásticos que tienen conexiones de metal integradas según una realización de la descripción.

La Figura 25 es una ilustración de sección transversal de una estructura laminada que tiene una conexión de metal integrada colocada entre el utillaje de consolidación.

La Figura 26 es una ilustración en perspectiva que muestra un moldeado y utillaje de consolidación que se alimenta a una máquina de moldeado de compresión continuo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las realizaciones de la descripción proporcionan un método de fabricación nuevo de formación de una estructura o pieza de laminado de compuesto termoplástico ("TPC") que tiene una o más conexiones de metal integradas, en un proceso continuo. Las estructuras de TPC pueden tener espesores y/o curvatura variable o a medida a lo largo de sus longitudes. Las realizaciones encuentran usos aplicables en una amplia variedad de aplicaciones potenciales, incluyendo por ejemplo, en la industria aeroespacial. Las realizaciones preferidas son idealmente adecuadas para formar elementos endurecidos de compuesto termoplástico en el armazón de soporte de un fuselaje de aeronave. Ejemplos potenciales de elementos endurecidos de compuesto termoplástico incluyen pero no se limitan a forros de fuselaje, forros de alas, superficies de control, paneles de puertas y paneles de acceso. Los elementos endurecidos incluyen pero no se limitan a vigas de quilla, vigas de suelo, y vigas de cubierta.

Con referencia ahora a la Figura 1, un laminado de compuesto termoplástico, aquí una viga de suelo de laminado de compuesto termoplástico 20 que tiene regiones de espesor a medida y variable t_1 y t_2 se ilustra como que tiene una región de alma 22 acoplada en cualquier extremo a un par de regiones de tapa 24 respectivas. La región de alma 22 y par de regiones de tapa 24 están formadas como una única estructura laminada integrada consolidando un par de pilas de láminas de chapa multicapa adheridas de espesor no uniforme 76 con un par de núcleos de relleno de compuesto 26 y además con un par de pilas de láminas de chapa multicapa adheridas de espesor uniforme 74. Aunque se muestra la pila de láminas 76 como que comprende 2 chapas, se tiene que entender que cualquiera de las pilas de láminas 74 y 76 pueden incluir cualquier número de chapas, dependiendo de la aplicación. Se entenderá también que las regiones de tapa 24, que se muestran en la Figura 1 como que tienen un espesor uniforme y una chapa, se pueden dotar de manera similar con regiones de espesores variables y/o una pluralidad de chapas.

En versiones alternativas (no se muestran), un laminado de compuesto termoplástico tal como la viga de suelo 20 se puede formar alternativamente consolidando una o más láminas de chapa multicapa adheridas uniformes o no uniformes 74, 76 con o bien una o bien más chapas únicas (mostradas como 32 en las Figuras 2 y 3) de un material de compuesto termoplástico 30, una o más chapas parciales (mostradas como 34 en la Figura 3) de un material termoplástico 30, o una o más pilas adheridas multicapa adheridas de espesor uniforme o no uniforme 74, 76, y cualquier combinación de las mismas, en un método similar al que se describe en la presente memoria. Además, también se pueden usar uno o más núcleos de relleno 26 en combinación de los mismos para formar versiones alternativas adicionales del laminado de compuesto termoplástico 20. El método para formar la viga de suelo de compuesto termoplástico 20 que se muestra en la Figura 1 se describe más adelante en más detalle en conjunto con las Figuras 2-6.

Los materiales termoplásticos 30 usados en las chapas 32, 34 incluyen polímeros de matriz termoplásticos (mostrados como 40 en la Figura 3) tales como polieterecetona ("PEEK"), polietercetona ("PEKK"), polifenilsufona ("PPS"), polieterimida ("PEI") preferiblemente reforzada con un componente fibroso (mostrado como 38 en la Figura 3) tal como fibra de vidrio (tipo s o tipo e) o de carbono. Las fibras 38 dentro de cada chapa 32, 34 de los materiales termoplásticos 30 se pueden orientar en una adaptación unidireccional o no uniforme, dependiendo de la aplicación particular. Como un experto reconoce, los tipos, espesores, cantidades de fibras 38 relativos dentro de

- 5 la resina de matriz 40, así como el tipo de resina de matriz utilizado en cada chapas 32, 34 puede variar extremadamente, en base a numerosos factores, incluyendo el coste y las propiedades físicas y mecánicas deseadas definitivas del compuesto de laminado termoplástico 20. Además, la orientación relativa de las fibras unidireccionales en una chapa 32, 34 con respecto a otra chapa 32, 34 también puede afectar las propiedades mecánicas del laminado de compuesto termoplástico 20.
- 10 Los núcleos 26 están formados preferiblemente de un material termoplástico 37 que es compatible con el material termoplástico 30 a través de extrusión u otro proceso de formación bien conocido. Preferiblemente la composición de resina de matriz 42 de los núcleos 26 es la misma que la composición de resina de matriz 40 de los materiales 30. Además, los núcleos de relleno 26 pueden utilizar fibras 44 similares a las fibras 38 contenidas dentro del material termoplástico 30.
- 15 Con referencia ahora al diagrama de flujo lógico (Figura 6) y los diagramas de proceso (Figuras 2-5), el método para formar la viga de suelo de laminado de TPC 20 de la Figura 1 comienza en el Paso 150 proporcionando chapas preformadas 32, 34 de materiales termoplásticos 36 y núcleos de relleno preformados 26 cada uno retenido en un rollo 46 u otros dispositivos de retención.
- 20 A continuación, en el Paso 160, múltiples chapas 32, 34 de materiales termoplásticos 36 se apilan en una configuración deseada para formar o bien una pila de láminas de chapa multicapa no adheridas de espesor no uniforme o bien de espesor uniforme 58 o 60 usando o bien un moldeado manual o bien un proceso automatizado.
- 25 En el proceso automatizado, como se muestra en la Figura 2, una pluralidad de chapas 32 o 34 (Figura 3) del material termoplástico 30 se desenrollan de los rollos 46 sobre una mesa transportadora 48 para formar una pila de chapa multicapa de espesor no uniforme o espesor uniforme multicapa recopilada 58 o 60. Los rollos 46 se pueden situar en un extremo 50, o a lo largo de los lados 52, 54 de la mesa transportadora 48 para poner las capas de chapa respectivas 32, 34 en una orientación particular con respecto a otra chapa adyacente 32, 34. De esta manera, por ejemplo, una capa inferior de una chapa completa 32 se puede poner teniendo fibras unidireccionales 38 que se extienden en una dirección, mientras que la siguiente chapa completa superior respectiva 32 puede tener fibras unidireccionales 38 puestas en otra dirección (por ejemplo, a 45 o 90 grados con respecto a la chapa subyacente 32). Un proyector láser 56 situado por encima de la mesa transportadora 48 asegura la ubicación adecuada de las chapas locales o parciales 34 y/o los huecos 36 con respecto a las chapas completas 32.
- 30 Un ejemplo de una pila de láminas multicapa de espesor no uniforme, no adheridas 58 hecha según el proceso de la Figura 2 se muestra en la Figura 3, la cual muestra diversas chapas completas y parciales 32, 34 y además que muestra los huecos 36 creados entre las chapas 32, 34. Además, la Figura 3 muestra las chapas parciales 62, 64 que tienen fibras unidireccionales 38 puestas en una orientación relativa de 90 grados unas con respecto a otras, aquí mostrando la chapa parcial 62 puesta en una primera orientación (las fibras 38 que se extienden de delante 66 a atrás 68), mientras que la chapa parcial 64 está puesta en una orientación diferente (las fibras 38 que se extienden desde el lado 70 al lado 72). Por supuesto, aunque no se muestran, las chapas pueden tener fibras 38 en otras orientaciones relativas unas con otras, oscilando de perpendicular una a otra (es decir una adaptación 0/90) a paralela una con otra (es decir una adaptación 0/0) y cada ángulo concebible entre medias (incluyendo, por ejemplo una orientación 0/30, una orientación 0/60, 0, 45, 90 etc.).
- 35 A continuación, en el Paso 170, algunas o todas las diversas chapas 32, 34 de las pilas no adheridas 58, 60 formadas en la Figura 2 pueden estar adheridas juntas en diversas ubicaciones predeterminadas para formar o bien una pila de láminas de chapa multicapa adheridas de espesor uniforme o bien no uniforme 74, 76. Preferiblemente, las pilas 58, 60 se adhieren juntas usando un soldador o soldador ultrasónico (no se muestra) para formar la pila respectiva 74, 76, aunque también se contemplan específicamente otros dispositivos usados para acoplar juntas varias chapas 32, 34 de materiales termoplásticos conocidos por los expertos. La cantidad y ubicación de adhesión entre las chapas 32, 34 son dependientes de numerosos factores, incluyendo pero no limitados al número y ubicación de las diversas chapas 32, 34 y huecos 64. Además, la cantidad de adhesión debería ser suficiente para formar una pila adherida considerablemente integrada 74, 76 que se puede transportar como una única pieza.
- 40 En el Paso 175, las pilas adheridas 74, 76 se pueden cortar entonces en piezas más pequeñas, o estar listas para uso en la formación de laminados de compuesto termoplástico tales como la viga de suelo 20 en la Figura 1.
- 45 A continuación, en el Paso 180, una combinación de al menos una pila adherida de espesor uniforme o no uniforme 74, 76, y al menos una de cualquiera de una pila adherida de espesor no uniforme 76, una pila adherida de espesor uniforme 74, o una chapa única 32, y opcionalmente al menos un núcleo relleno 26 de material termoplástico 30, 37 se funden juntos en una estructura de consolidación 78 para formar un laminado de compuesto termoplástico integrado único tal como la viga de suelo 20. Una estructura de consolidación preferida 78 diseñada específicamente para formar la viga de suelo de laminado de compuesto termoplástico 20 de la Figura 1 se ilustra en las Figuras 4 y 5 más adelante.
- 50 Con referencia ahora a las Figuras 4 y 5, la estructura de consolidación 78 puede incluir una zona de preformado 80
- 55
- 60
- 65

y una zona de consolidación 82. En la zona de preformado 80, una combinación de al menos una pila adherida de espesor uniforme o no uniforme 74, 76, opcionalmente al menos un núcleo de relleno 26, y al menos uno de o bien una pila adherida de espesor no uniforme 76, una pila adherida de espesor uniforme 74, o una chapa única 32, Figuras 2 y 3, de material termoplástico se cargan en su orientación adecuada en un proceso continuo y preforman a la forma deseada a una temperatura elevada para formar la pieza preformada 84. La pieza preformada 84 entonces sale de la zona de preformado 80 y entra en la zona de consolidación 82, en donde se consolida para formar un laminado de compuesto termoplástico integrado, único tal como la viga de suelo 20 como se describe en la Figura 1 anterior. La temperatura elevada usada en la realización de la pieza debería ser suficientemente alta para causar el reblandecimiento de las pilas adheridas 74, 76 o la chapa única 32 de manera que las capas se puedan doblar durante el proceso de preformado. No obstante, la temperatura elevada debería estar por debajo de una temperatura a la que el componente polimérico de la resina de matriz 40, 42 tiene la consistencia de un líquido viscoso.

Con referencia ahora a la Figura 5, la zona de preformado 80 de la estructura de consolidación 78 incluye un par de canales de utillaje en forma de U 86 que tiene una parte central 88 separada por un hueco 90 y un par de elementos de láminas de utillaje laterales 92. Los elementos de láminas 92 también se pueden llamar mandriles 92. Preferiblemente, los canales 86 y los elementos de láminas de utillaje laterales 92 están formados de materiales tales como acero inoxidable y similares, que son capaces de manejar ciclos de altas temperaturas, repetitivos.

Un primer par 94 de pilas adheridas 74 o 76 se introduce entre las partes centrales 88 respectivas y dentro del hueco 90 de los canales en forma de U 86. Al mismo tiempo, un núcleo de relleno 26 opcional y o bien la pila adherida adicional 74 o 76 o bien la chapa 32, se introducen a lo largo de cada flanco 96 de primer par 94 y dentro del elemento de utillaje lateral 92 respectivo. Para los propósitos de descripción en los siguientes párrafos con respecto a las ilustraciones de Figuras 4 y 5, la pila adherida de espesor no uniforme 76 se muestra como el primer par 94 introducido dentro del hueco 90. La pila adherida de espesor uniforme 74 se muestra que se introduce en una posición entre la parte exterior 98 de los canales en forma de U 86 y el elemento de utillaje lateral 92 respectivo. Además, la capa de chapa 32 no se representa en esta descripción. Aunque no se muestra, los canales en forma de U 86 incluyen rampas y otros rasgos diseñados para hacer coincidir las variaciones de espesor del laminado (correspondientes a t1 y t2 en la Figura 1) del material particular (aquí el primer par 94 de pilas adheridas no uniformes 76).

Como las pilas adheridas 74, 76 y los núcleos 26 se mueven a través de la zona de preformado 80 hacia la zona de consolidación 82, los flancos 96 del primer par 94 de pilas adheridas de espesor no uniforme 76 en cualquiera de los lados del canal en forma de U 86 se doblan hacia fuera bajo calor y presión lejos uno de otro hacia las partes externas 98 respectivas del canal en forma de U 86. Los flancos 96 se acoplan por lo tanto planos contra el lado interior de las pilas adheridas de espesor uniforme o no uniforme 76, con los núcleos 26 situados entre los flancos 96 y el extremo interno respectivo de las pilas adheridas de espesor uniforme o no uniforme 76. El calor dentro de la zona de preformado 80 se eleva suficientemente para permitir la deformación de los flancos 96 de las pilas adheridas de espesor no uniforme 76, pero está por debajo de la temperatura en la que el componente polimérico de la resina de matriz 40, 42 de las pilas respectivas 74, 76 y los núcleos 26 tiene la consistencia de un líquido viscoso. El doblado de los flancos 96 se inicia mediante la presión aplicada al flanco 96 por dispositivos de formación externos tales como rodillos (no se muestran). Los elementos de láminas de utillaje laterales 92 aprietan la pila adherida 74 hacia dentro contra el flanco 96, causando presión adicional a ser aplicada al flanco 96 lo cual ayuda en doblar el flanco 96. La pieza preformada 84 está entonces lista para moverse a la zona de consolidación 82.

Como se muestra mejor en la Figura 4, la pieza preformada 84 entra en una estructura de consolidación separada o conectada 102 dentro de la zona de consolidación 82 en el rodillo guía 105. La estructura de consolidación 102 incluye una pluralidad de troqueles de utillaje estandarizados indicados de manera general por 104 que se acoplan individualmente con las superficies externas de los canales en forma de U 86 y los elementos de láminas de utillaje laterales 92. Detalles adicionales de los troqueles de utillaje 104 se tratarán más tarde con referencia a las Figuras 13 y 16. Estas partes en común de las superficies entre los troqueles estandarizados 104 de la estructura de consolidación 102 y las superficies externas de los canales 86 y los elementos de láminas 92 eliminan la necesidad de troqueles igualados costosos, de específicos de la pieza así como eliminan tiempos de arranque entre las diferentes piezas preformadas que tienen diferentes configuraciones de chapas.

La estructura de consolidación 102 tiene una estructura pulsante 106 que mueve gradualmente la pieza preformada 84 hacia delante dentro de la zona de consolidación 82 y lejos de la zona de preformado 80. Según se mueve la pieza 84 hacia delante, la pieza primero entra en una zona de calentamiento 108 que calienta la pieza a una temperatura que permite el libre flujo del componente polimérico de la resina de matriz 40, 42 de las pilas 74, 76 y los núcleos 26. A continuación, la pieza 84 se mueve hacia delante a una zona de prensado 112, en donde los troqueles estandarizados 104 se llevan hacia abajo colectivamente o individualmente a una fuerza predefinida (presión) suficiente para consolidar (es decir permitir el libre flujo de la resina de matriz) las diversas chapas 32, 34 de las pilas adheridas 74, 76 y los núcleos 26 en su forma y espesor deseados, aquí que forman la zona de alma 22 y un par de regiones de tapa 24 de la viga de suelo 20. Cada troquel 104 está formado teniendo una pluralidad de diferentes zonas de temperatura con aisladores. Los troqueles 104 no contactan realmente la pieza 84, sino que

- 5 contactan las superficies externas de los canales en forma de U 86 y los miembros de láminas de utillaje laterales 92 opuestos a la pieza 84. De esta manera, las superficies internas de los canales 86, 92 respectivas comprimen contra la parte de la pieza 84. La compresión puede darse en donde todos los troqueles 104 comprimen en un paso coordinado aún independiente. Los troqueles 104 se abren, y la pieza 84 se avanza dentro de la zona de consolidación 102 lejos de la zona de preformado 80. Los troqueles 104 entonces se cierran de nuevo, permitiendo que una parte de la pieza 84 sea comprimida bajo la fuerza dentro de una zona de temperatura diferente. El proceso se repite para cada zona de temperatura del troquel 104 según la pieza 84 se avanza gradualmente a lo largo de los rodillos guía 105 hacia la zona de enfriamiento 114.
- 10 La parte formada y dada forma 84 entonces entra en una zona de enfriamiento 114, que está separada de la zona de presión 112, en donde la temperatura se lleva por debajo de la temperatura de flujo libre de la resina de matriz 40, 42, haciendo por ello a la pieza fundida o consolidada endurecerse a su forma presionada definitiva 116. La pieza presionada 116 entonces sale de la estructura de consolidación 102, en donde los elementos de láminas laterales 92 se vuelven a enrollar sobre los rodillos 120 como chatarra.
- 15 Aunque no se muestra, la estructura de consolidación 102 puede tener piezas o dispositivos adicionales que pueden introducir formas o rasgos en la forma prensada 116.
- 20 Una estructura de zona de consolidación preferida 102 que se puede utilizar es el denominado proceso de moldeo de compresión continuo ("CCM") como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente Alemana N° 4017978, publicada el 30 de septiembre de 1993. No obstante, otros procesos de moldeo conocidos por los expertos en la técnica se contemplan específicamente por la descripción, incluyendo pero no limitados a extrusión inversa o formación de rollos.
- 25 A continuación, en el Paso 190, la parte prensada 116 se recorta o se procesa posteriormente de otro modo a su forma final deseada para formar el laminado de compuesto termoplástico 20. En el Paso 200, el laminado 20 se inspecciona visualmente, preferiblemente usando técnicas de inspección no destructivas ultrasónicas, o mediante otros medios para confirmar que el laminado 20 está formado correctamente y no contiene ningún defecto visual u otros. Después de la inspección, en el Paso 210, el laminado 20 tal como la viga de suelo de compuesto termoplástico 20 se puede instalar sobre su conjunto. En el caso de la viga de suelo 20, se introduce dentro de un fuselaje de aeronave.
- 30 Aunque las realizaciones de la descripción se describen en términos de formar una viga de suelo de compuesto termoplástico 20 que tiene esencialmente forma de viga en I, se contemplan específicamente por la descripción otras formas potenciales. Esto incluye laminados de compuesto termoplástico que tienen una forma de L, una forma de C, una forma de T, o incluso una forma de panel plano en el que las transiciones de espesor pueden darse en cualquier sección de la pieza. Estos laminados formados alternativamente, o incluso otras formas de la viga de suelo 20, se forman consolidando una o más láminas de chapas multicapa adheridas uniformes o no uniformes 74, 76 con o bien una o bien más chapas 32 de un material de compuesto termoplástico 30, una o más chapas parciales 34 de un material termoplástico 30, o una o más pilas adheridas multicapa adheridas de espesor uniforme o no uniforme 74, 76, y cualquier combinación de las mismas, en un método similar a aquél descrito en la presente memoria. Además, uno o más núcleos de relleno 26 también se pueden usar para formar versiones alternativas adicionales de los laminados de compuesto termoplástico 20. Para consumir cualquiera de estas variaciones preferidas alternativas, son necesarias modificaciones al utillaje dentro de la zona de preformado 80 a fin de hacer coincidir las variaciones de espesor deseadas para el laminado de TPC 20. Por ejemplo, la herramienta en forma de U 86 de la Figura 5 es específica para formar vigas en I tales como la viga de suelo 20 de la Figura 1, una herramienta formada alternativamente 86 que tiene los huecos 90 se usa en la formación de laminados en forma de C, laminados en forma de L o vigas planas que tienen una conicidad entre las capas de chapa respectivas. Similar a la herramienta de forma de U 86, estas herramientas alternativas incluyen regiones que no contactan las pilas 74, 76 que se hacen coincidir con los troqueles estandarizados 104 dentro de la zona de consolidación 102.
- 35 Aunque las realizaciones son idealmente adecuadas para formar laminados de compuesto termoplástico, usando una zona de consolidación de paso único, también se pueden formar compuestos de laminado termoestables. En esta versión modificada del proceso de consolidación, las zonas de calentamiento y de prensado logran una temperatura por encima de la temperatura de reacción o curado de la resina de matriz para formar una pieza termoestable. Por consiguiente, el proceso de prensado único logra una pieza que tiene su forma deseada definitiva sin pasos de presionado posteriores.
- 40 Las realizaciones de la descripción proporcionan un método innovador para fabricar laminados de compuesto termoplástico complejos con un espesor a medida y variable en un proceso continuo. Este proceso innovador utiliza moldeado de equipo automatizado o manual para recopilar las piezas o los componentes en una pila multicapa. Cada pila contiene todas las chapas, incluyendo áreas de acumulación de chapas, adheridas en la ubicación adecuada para mantener la orientación y ubicación. La estructura de consolidación utiliza un método de dos etapas para formar los laminados de compuesto a partir de las pilas multicapa y contiene todos los rasgos de la pieza necesarios para lograr este resultado. El utillaje, tal como la herramienta en forma de U 86 en la zona de preformado
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

80 se crea con una forma adecuada para crear las variaciones de espesor deseadas en los laminados de TPC formados 20 y se diseñan además para acoplarse con troqueles estandarizados con la zona de consolidación 82.

5 La pieza de compuesto formada por el método anterior puede encontrar uso en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones de automoción o aeroespaciales. Un ejemplo de una pieza de compuesto formada según la descripción es idealmente adecuada para uso como elementos endurecidos estructurales, incluyendo vigas de suelo laminadas de compuesto termoplástico 20, en una aeronave comercial.

10 Con referencia ahora a las Figuras 7-15, se puede usar una realización alternativa para fabricar piezas de laminado termoplástico que están tanto curvadas como que tienen espesor a medida y/o variables a lo largo de su longitud. Se pueden producir laminados curvados en los que la curvatura es o bien constante (circular) o bien variable a lo largo de la longitud de la pieza de laminado. Como en el caso de la realización previamente descrita, la pieza de laminado termoplástico curvada puede incluir áreas a medida y áreas de espesor variable logradas añadiendo chapas parciales o locales, o áreas que contienen huecos. "A medida" se refiere al perfil de la superficie de la pieza, en donde la adición o reducción selectiva de chapas en áreas específicas de la pieza se puede usar para lograr un perfil de superficie deseado después de que las chapas se consoliden durante el proceso de compactación. Las piezas curvadas producidas mediante esta realización del método se pueden usar en una variedad de aplicaciones tales como armazones, anillos, conformadores y elementos endurecidos de aeronaves estructurales o forros de fuselaje, forros de alas, paneles de puertas y paneles de acceso, vigas de quilla, vigas de suelo, y vigas de cubierta. Las piezas curvadas se pueden producir con una variedad de secciones transversales, tales como aquéllas mostradas en las Figuras 7a-7f. Una pieza fabricada 212 que tiene una sección en I se muestra en la Figura 7a mientras que una pieza 214 que tiene una sección en U se muestra en la Figura 7b. Una pieza de sección en L 216 se muestra en la Figura 7c y una pieza de sección en T se muestra en la Figura 7d. Una pieza 220 que tiene una sección en Z como se muestra en la Figura 7e y una pieza 222 que tiene una sección rectangular simple se muestra en la Figura 7f. Las piezas mostradas en las Figuras 7a-7f puede tener o bien curvatura constante o bien variable como se mencionó previamente, y puede incluir áreas de espesor variable o a medida en uno o más puntos a lo largo de sus longitudes.

30 Los pasos preliminares en fabricar piezas de laminado termoplástico curvadas según esta realización del método son similares a aquéllas previamente descritas. Una pluralidad de chapas de material termoplástico se deposita sobre una mesa transportadora para formar una pila de múltiples chapas de espesor no uniforme o espesor uniforme multicapa, como se describió previamente en conexión con la Figura 2. La pila multicapa, resultante es similar de esta manera a la pila 58 mostrada en la Figura 3 que incluye chapas completas y parciales 32, 34 así como huecos 36 creados entre las chapas 32, 34. También se pueden incluir chapas parciales 62, 64 las cuales tiene fibras unidireccionales 38 dispuestas en ángulos alternativos con respecto a la dirección de orientación de las fibras. Como se describió previamente, las láminas en la pila multicapa 58 se adhieren juntas usando un soldador u otro dispositivo de calentamiento (no se muestra) de manera que las chapas se mantienen en relación fija una con otra. Una pila adherida, recopilada 224 producida por el método previamente descrito se muestra en la Figura 8.

40 El siguiente paso en el método para producir las piezas de compuesto curvadas comprende cortar las pilas de chapas de piezas individuales o los preformados de piezas 226 de la pila recopilada 224. Esta operación de corte se puede realizar, por ejemplo, mediante un cortador de chorro de agua (no se muestra) que opera bajo un control de ordenador que produce preformas de corte 226 que tienen un perfil externo que corresponde generalmente a la curvatura de la pieza deseada. Como se indicó previamente, esta curvatura puede ser constante o puede variar a lo largo de la longitud de la preforma de la pieza 226.

50 Las preformas de la pieza 226 se alimentan junto con un conjunto descrito más tarde del utillaje de consolidación 235 a una estación de preformado 275 (Figuras 14 y 15) de una manera generalmente similar a aquélla descrita previamente con respecto a producir piezas de compuesto no curvadas. En el caso de la presente realización no obstante, el utillaje de consolidación 235 y las preformas 226 se mueven a través de un trayecto curvado según se alimentan en la estación de preformado 275.

55 El utillaje de consolidación 235 se muestra en la Figura 9 y comprende manguitos de utillaje internos y externos curvados 228, 230 así como manguitos de utillaje superiores o inferiores 232, 234. Los manguitos de utillaje superiores e inferiores 232, 234 cada uno posee una curvatura que corresponde a aquélla de las preformas 226, mientras que los manguitos de utillaje interiores o exteriores 228, 230 pueden ser o bien curvados de manera similar, o bien flexibles a fin de conformar a la curvatura de la preforma de la pieza 226 durante el proceso de preformado. En el ejemplo ilustrado en las Figuras 9, 14 y 15, los manguitos de utillaje 228-234 se configuran para producir la pieza de sección en Z 220 mostrada en la Figura 7e. Aunque no se muestra específicamente en los dibujos, las superficies de la parte lateral de los manguitos de utillaje 228-234 contienen rasgos de utillaje que producen rasgos de imagen especular en la pieza, tal como espesor variable, curvatura variable, huecos, etc.

65 Ahora con referencia particularmente a las Figuras 14 y 15, los manguitos de utillaje superiores e inferiores 232, 234 se ensamblan alrededor de la preforma de la pieza 226 antes de que la preforma se alimente en un trayecto curvado 280 en la estación de preformado 275 que incluye una pluralidad de dispositivos de formación 268 y un conjunto de

guías 270. La preforma de la pieza 226 se puede ver que incluye una pila adherida plana 262 que comprende el alma 220a y la tapa 220b (Figura 7e) de la pieza de sección en Z 220, y un conjunto de chapas de acumulación 264 que forman un refuerzo local del alma de viga 220a.

5 Según se alimenta el conjunto en sándwich que comprende la preforma de la pieza 226 y los manguitos de utillaje 232, 234 en la estación de preformado 275, los manguitos de utillaje internos y externos 228, 230 se alimentan en contacto con el conjunto en sándwich. Los dispositivos de formación 268 funcionan para deformar partes del borde de una preforma 226 contra los flancos 265 en los manguitos de utillaje 232, 234, preformando por ello las tapas 220b de la pieza de sección en Z 220. Simultáneamente, las chapas de refuerzo de tapa adicionales 266 se
10 alimentan entre los dispositivos de formación 268 y el flanco de utillaje 265. Las guías 270 llevan los manguitos de utillaje internos y externos 228, 230 en contacto con los bordes de la preforma 226 que forman las tapas 220b. La preforma preformada 226 junto con los manguitos de utillaje 235 continúan su movimiento en el trayecto curvo 280 a través de una prensa curvada 284 tal como una máquina de CCM que contiene troqueles que imponen una fuerza en el utillaje de consolidación 235. Esta fuerza provoca la compactación y consolidación de las chapas de la pieza preformada. Aunque no se muestra específicamente en los dibujos, se proporcionan calentadores u hornos según sea necesario para calentar la preforma de la pieza 226 a una temperatura a la que el componente polimérico de la resina de matriz en la preforma de la pieza 226 tiene la consistencia de un líquido viscoso. El calentamiento de la preforma de la pieza 226 facilita de esta manera la consolidación de chapas. En algunos casos, también se puede requerir el precalentamiento de la preforma de la pieza 226 para facilitar el proceso de preformado. La necesidad de precalentamiento de la preforma de la pieza 226 puede depender de un número de factores, tales como el número de chapas, orientación de chapas, el tipo de material, la forma que son preformadas, etc.

La prensa 284 es esencialmente similar a aquella que se describió previamente en conexión con la Figura 4. No obstante a diferencia de la prensa mostrada en la Figura 4, los troqueles usados en la prensa 284 comprenderán algún grado de curvatura para acomodar la pieza curvada, preformada 226. Un troquel 286 tal se muestra en la Figura 17, donde se puede ver que la cara interna 296 del troquel 286 tiene una curvatura que encaja con la curvatura del flanco 265 en el manguito de utillaje superior 232. El troquel 286 se mueve hacia el interior en la dirección de las flechas 288, en contacto con el flanco 265 durante el proceso de compactación, y en contra a otro troquel curvado (no se muestra) que se mueve en contacto con el manguito de utillaje interno 228. La cantidad de curvatura de los troqueles usada en la prensa 284 dependerá, en parte, de la forma de la pieza curvada que se produce y la forma de los manguitos de utillaje necesarios para la fabricación de los rasgos en la pieza. La cara externa 298 del troquel 286 se puede curvar como se muestra en la Figura 17, o puede ser plana. La pieza preformada se mueve en el trayecto curvado 280, gradualmente a través de la prensa 284. Ya que el movimiento de la pieza se detiene en cada paso incremental, los troqueles de la prensa imponen calor y fuerza en los manguitos de utillaje 235, provocando la consolidación de una sección de las chapas que se encuentra por debajo de los troqueles.

Como se indicó previamente, la pieza laminada puede tener una curvatura variable, más que una constante, a lo largo de su longitud, y en esta conexión la atención se dirige a la Figura 18. Un troquel 286 usado para compactar una pieza preformada curvada 292 tiene una cara interna curvada constante 296 que acopla la cara exterior 300 de un manguito de utillaje 290. La cara externa 300 del manguito de utillaje 290 tiene una curvatura constante, que encaja con la curvatura de la cara interna 296 del troquel 286, pero tiene una cara interna 302 que está curvada con un radio diferente que aquél de la cara externa 300 del manguito de utillaje 290, provocando una pieza 292 que tiene un radio externo no constante.

Otro ejemplo de una pieza de laminado termoplástico curvada 236 se muestra en las Figuras 10 y 11 en donde la pieza tiene una curvatura sobre su longitud y tiene un cuerpo 238 que está en forma de U en sección transversal. El cuerpo 238 tiene un par de rampas en inclinadas 240 que forman transiciones en el espesor del cuerpo 238 de manera que la pieza 236 tiene 3 secciones de diferentes espesores a lo largo de su longitud. Además, el lado superior del cuerpo 238 se dota con un hueco o depresión 242 que representa un área de espesor reducido en la pieza 236. Los diferentes espesores del cuerpo 238 se representan por t_1 , t_2 , t_3 , mientras que el espesor del hueco 244 se representa por t_4 . Aunque la pieza 236 posee curvaturas internas y externas constantes, se tiene que entender que la curvatura puede variar a lo largo de la longitud de la pieza 236.

La Figura 12 muestra una parte de la pieza 236 mantenida dentro de los manguitos de utillaje 246, 280 para consolidar las chapas de la pieza. Las chapas de la pieza 236 se pueden ver que tienen un área de acumulación de chapas 252 que aumenta de manera efectiva el espesor del cuerpo 238, y provoca la pendiente 240. Los manguitos de utillaje incluyen una calza de metal revestida de liberación 246 y una parte de herramienta de consolidación externa 248 que tiene una rampa para formar la pendiente 240. Como se ve en la Figura 12, el lado superior del manguito de utillaje 248 es plano a fin de ser acoplable con un troquel universal, tal como cualquiera de los troqueles 256 mostrados en la Figura 13.

La Figura 13 muestra otro ejemplo de una pieza curvada 212 fabricada según las realizaciones descritas. La pieza 212 comprende una viga curvada que tiene una sección transversal en forma de I. Se pueden usar troqueles de máquina convencionales 256 para consolidar las piezas que tienen tanto curvatura como espesor variables a lo largo

de su longitud. En este ejemplo, los manguitos de utillaje comprenden un par de láminas o calzos de metal planos 260 y un par de manguitos de utillaje 258 que son generalmente en forma de U en sección transversal. Las láminas planas 260 asisten en la formación de las tapas de la pieza 212 mientras que los manguitos 258 funcionan para formar partes de la tapa así como el alma de la pieza 212. Las caras de los manguitos 258 que encaran la pieza 212 pueden tener rasgos de utillaje tales como áreas o rampas elevadas que imparten rasgos de imagen especular sobre la pieza 212. Aunque no se muestra específicamente en la Figura 13, las láminas 260 y los manguitos de utillaje 258 se pueden curvar a lo largo de su longitud a fin de formar una pieza 212 que también esté curvada.

En algunos casos, puede ser deseable integrar una o más conexiones de metal en cualquiera de las estructuras de laminados de TPC descritas anteriormente, incluyendo aquéllas que tiene curvatura a lo largo de la longitud y/o espesor de laminado a medida o variable. Las aplicaciones potenciales de las estructuras de laminados de TPC que tienen conexiones de metal integradas incluyen vigas, puntales, armazones, anillos, conformadores, forros y otros elementos de rigidez estructural. Según realizaciones de la descripción, se pueden integrar conexiones de metal en las estructuras de laminado de TPC descritas previamente como parte de un proceso continuo para fabricar estas estructuras, como se trató previamente.

Con referencia ahora a las Figuras 19-23, una pieza o conexión de metal tal como la conexión de metal 304 mostrada en la Figura 19 se pueden unir y formar integralmente con una estructura de laminado de TPC 306 según un método que se tratará más adelante en más detalle. El material de compuesto TPC en la estructura 306 puede comprender, por ejemplo sin limitación, AS4D/PEKK. La conexión de metal 304 se puede formar a partir de cualquier material adecuado, dependiendo de la aplicación tal como, sin limitación, aluminio o titanio. La conexión de metal 304 puede tener cualquiera de diversas geometrías y rasgos que dependen de la aplicación y propósito de la conexión 304. En el caso de la aplicación mostrada en la Figura 19, la conexión de metal en 304 actúa como un “doblador” que refuerza una sección de ubicación de la estructura de laminado de TPC 306.

La Figura 20 ilustra un empalme de doble fase 316 entre dos laminados de TPC 312, 314. Un par de conexiones de metal 308, 310 se unen íntegramente a lados opuestos de los laminados 312, 314, solapando las uniones de empalme 316.

La Figura 21 ilustra el uso de una unión biselada 322 entre un laminado de TPC 320 y una conexión de metal 318.

La Figura 22 ilustra una unión de fase escalonada 328 entre una conexión de metal 324 y un laminado de TPC 326. La conexión de metal 324 incluye una serie de pasos simétricos 325 a lo largo de un borde de la misma, que recibe complementariamente una o más chapas individuales 327 del laminado 326.

La Figura 23 ilustra una unión de rebaje 334 formada entre una conexión de metal 330 y un laminado de TPC 332.

Las uniones ilustradas en las Figuras 19-23 son meramente representativas de una amplia gama de construcciones o geometrías de uniones que se pueden usar en llevar a cabo las realizaciones de la descripción.

Con referencia ahora a las Figuras 24-26, un método de fabricación de manera continua de estructuras o piezas de laminados de TPC que tienen conexiones de metal integradas según la presente invención, comienza con el suministro de materiales y piezas en bruto, mostrado en la Figura 24 como “Paso A”. Los materiales incluyen un material de compuesto reforzado de fibra 338 con PEKK (Polietercetona) como la resina de matriz (u otro material de compuesto TPC), película de PEKK 340 y conexiones de metal 336. El material de compuesto reforzado 338 puede estar en formas pre impregnadas de tejido o unidireccionales. Las conexiones de metal 336 se pueden mecanizar de titanio u otros metales adecuados. Las conexiones 336 se limpian y se aplica una imprimación de unión de alta temperatura a las superficies de unión en las conexiones 336. Los componentes adicionales (no se muestran), tales como los núcleos de relleno 26 (Figura 5) usados en la fabricación de la viga en I mostrada en la Figura 1, son extrusionados o moldeados en longitudes discretas.

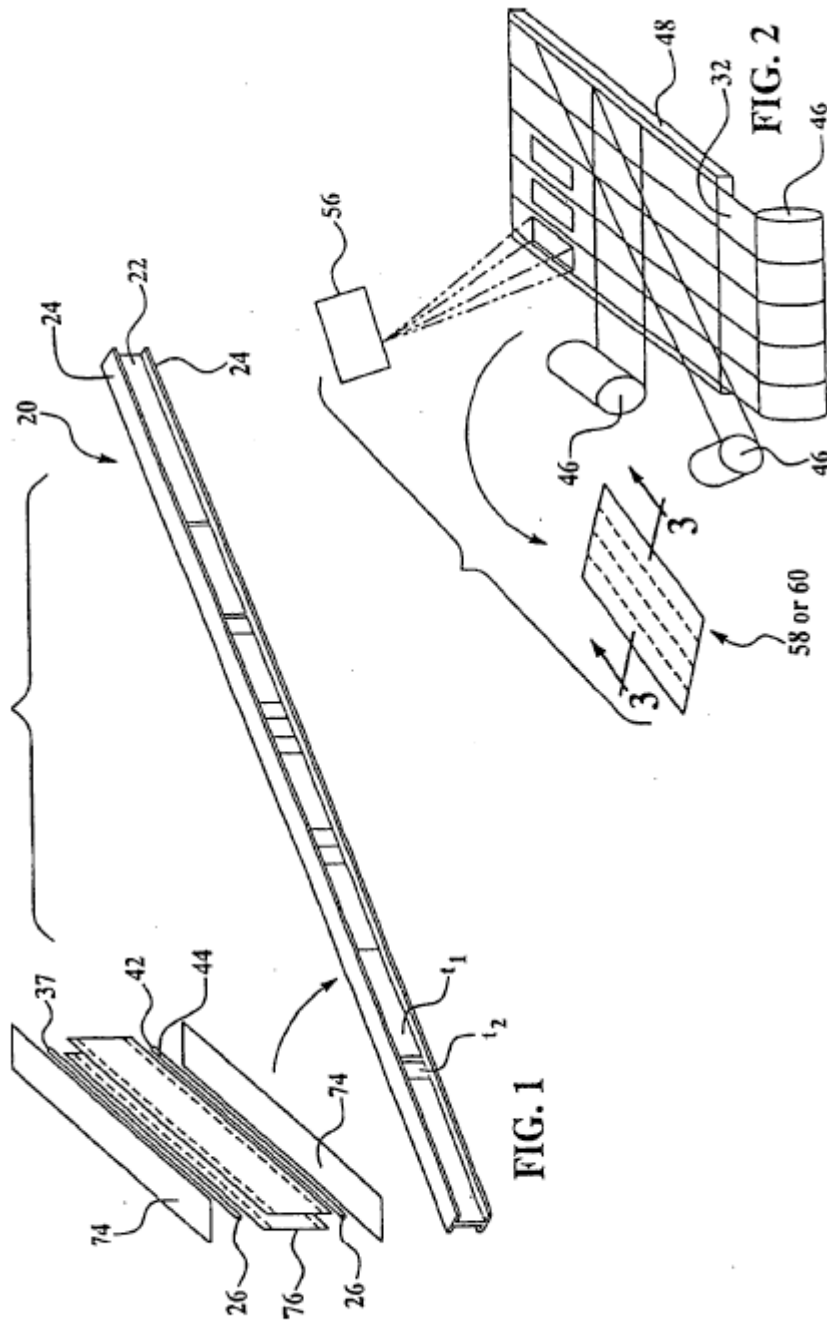
A continuación, en el “Paso B”, se prepara un moldeado 345, que comprende las conexiones de metal 342, 343, 350, múltiples chapas de TPC 346, y las capas 344, 348 de película de PEKK. Una capa 340 de la película de PEKK se aplica a las superficies de unión imprimadas de las conexiones de metal 342, 343 y 350. Dependiendo del tipo de unión y la aplicación particular, se puede usar un proceso automatizado o moldeado a mano para crear pilas personalizadas que comprenden múltiples chapas 346 de los materiales de compuesto reforzado a partir del suministro del material 338, que puede ser en forma de bobina. El proceso automatizado, que ha sido descrito previamente, produce preformas de material para múltiples piezas o componentes para una amplia variedad de configuraciones de moldeado. Las chapas 336 en la pila se pueden adherir juntas en múltiples ubicaciones usando un dispositivo de soldadura ultrasónica o por calentamiento como se describió previamente. En la realización particular mostrada en la Figura 24, las conexiones 342, 343 están unidas a los extremos de la pila de chapas 346 usando cualquiera de las uniones mostradas en las Figuras 20-23 (u otras configuraciones de unión), y la conexión de metal 350 se coloca en la parte superior de las chapas 346 y actúa como un doblador en la parte acabada.

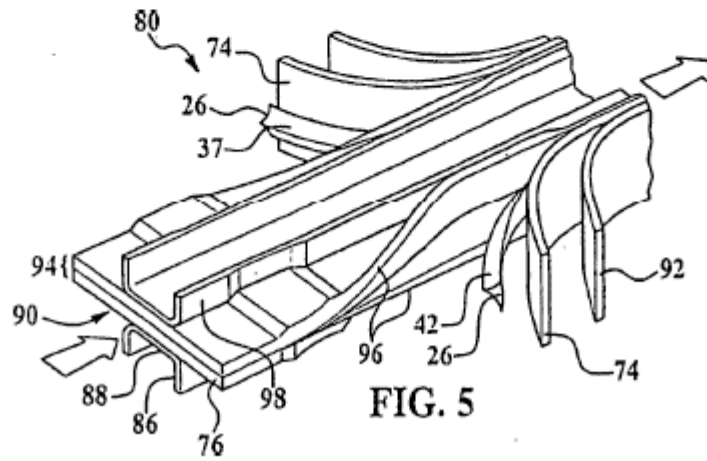
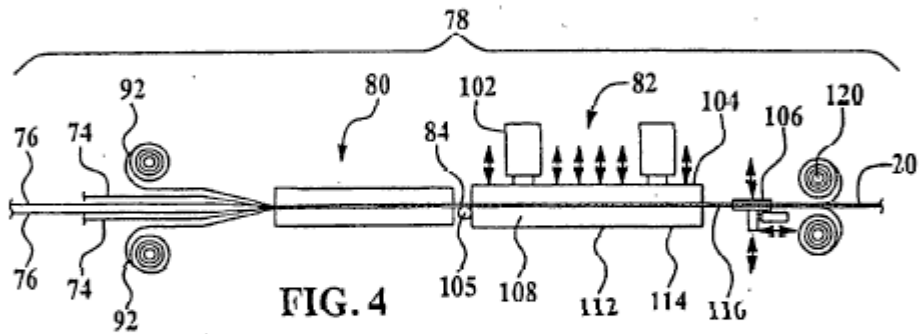
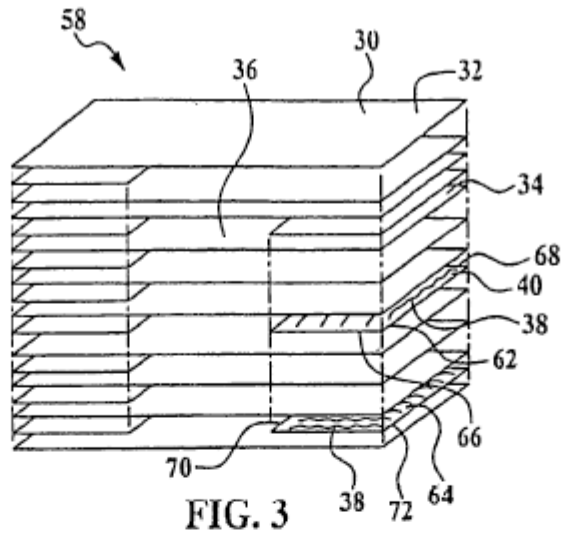
El moldeado 345 se coloca entre las herramientas de consolidación 352 del tipo mencionado previamente, como se

- muestra en el "Paso C" en la Figura 24. Las herramientas de consolidación 352 pueden incluir rasgos de superficie que se transfieren a las chapas de laminado 346 a fin de crear curvaturas y variaciones de espesor, a medida u otros rasgos de la pieza. Estos rasgos de la pieza pueden incluir huecos para acomodar rasgos a las conexiones 342, 343 y 350, así como las rampas de acumulación de chapas, curvaturas de la pieza, etc. Los lados de la herramienta 352 que se acoplan con una máquina de CCM 368 son de un tamaño y forma constantes para encajar con los troqueles estándar en la máquina de CCM 368. Las ubicaciones de los rasgos en las herramientas 352 se coordinan con los rasgos de la pila de chapas 346. Láminas de acero delgadas (no se muestran) del tipo previamente descrito, se pueden usar en el lado sin herramienta del moldeado 346.
- 5
- 10 El "Paso D" en la Figura 24 y la Figura 25 ilustra mejor la relación entre las herramientas 352 y el moldeado 345. Las herramientas de consolidación 352 incluyen elementos de herramienta 358, 360 que acoplan lados opuestos del moldeado 345. Los elementos de herramienta 358, 360 están acoplados mediante las pletinas de prensa 354, 356 que aprietan los elementos de herramienta 358, 360 juntos a fin de consolidar las chapas 346 de moldeado 345. Una de las herramientas 358 incluye un hueco que tiene una forma que encaja con aquella de la conexión dobladora 350.
- 15 El segundo elemento de herramienta 360 es liso en ambas de sus caras opuestas.
- Como se muestra en la Figura 26, el moldeado 345 se alimenta junto con los elementos de herramienta 358, 360 en la máquina de CCM 368, en la dirección de la flecha 347. Aunque no se muestra específicamente en la Figura 26, el moldeado 345 junto con los elementos de herramienta de consolidación 358, 360 pueden pasar a través de una estación de preformado tal como aquella mostrada en la Figura 5, donde el moldeado 345 se preforma en la forma aproximada de la pieza final 366.
- 20
- La máquina de CCM 368 consolida el moldeado 345, incluyendo las conexiones 343, 343, 350, en una pieza sólida, monolítica. El moldeado 345 y el utillaje de consolidación 352, se mueven continuamente, gradualmente a través de la máquina de CCM 368 de manera que las pletinas de prensa 354, 356 aplican presión a secciones sucesivas del utillaje 352 según se mueva el moldeado 345 cada paso gradual. Se debería señalar aquí que se pueden usar otros procesos de consolidación, tales como aquéllos que emplean prensas calientes (no se muestran).
- 25
- Como se muestra en la Figura 24 en el "Paso E", después de la consolidación, el utillaje 352 se quita de la pieza consolidada 366 y la pieza 366 se recorta. En el "Paso F", la pieza 366 se inspecciona, usando técnicas de inspección no destructivas. La pieza final 366 mostrada en el "Paso G" es una estructura monolítica, plenamente consolidada en la que las conexiones de metal 342, 343 y 350 están formadas integrales con las chapas consolidadas 346 del laminado de TPC.
- 30
- 35 Aunque las realizaciones de esta descripción se han descrito con respecto a ciertas realizaciones ejemplares, se tiene que entender que las realizaciones específicas son para propósitos de ilustración y no limitación, ya que se les ocurrirán otras variaciones a los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método de fabricación de un laminado de compuesto termoplástico que tiene al menos una conexión de metal integrada usando un proceso de fabricación continuo, el método que comprende los pasos de:
- 10 (A) formar un moldeado (345) incluyendo una pila de chapa múltiple de material de compuesto termoplástico (346) y al menos una conexión de metal (342, 343, 350), introduciendo una película termoplástica (344, 348) entre la conexión de metal y una de las chapas, en donde la al menos una conexión de metal se limpia y se aplica una imprimación de unión de alta temperatura a la superficie de unión en la conexión;
- 15 (B) colocar el moldeado entre al menos dos herramientas (352), y alimentar las herramientas y el moldeado a través de una máquina de moldeo de compresión continuo (368);
- 20 (C) consolidar las chapas y la conexión de metal usando la máquina de moldeo de compresión continuo.
- 15 **2.** El método de la reivindicación 1, en donde el paso (A) incluye formar una unión entre la conexión de metal y las chapas en la pila.
- 20 **3.** El método de la reivindicación 1, en donde el paso (A) incluye adherir las capas juntas.
- 25 **4.** El método de la reivindicación 1, en donde el material de compuesto termoplástico incluye un componente de resina de matriz que tiene una temperatura de flujo libre, y el método además comprende los pasos de:
- 30 (D) calentar el moldeado preformado a al menos la temperatura de flujo libre del componente de resina de matriz del material de compuesto termoplástico antes de que se realice el paso (C).
- 25 **5.** El método de la reivindicación 1, en donde el paso (B) se realiza moviendo gradualmente el moldeado a través de la máquina de moldeo de compresión continuo.
- 30 **6.** El método de la reivindicación 1, en donde:
- 30 el paso (B) incluye aplicar presión al moldeado preformado cada vez que el moldeado se mueve gradualmente.





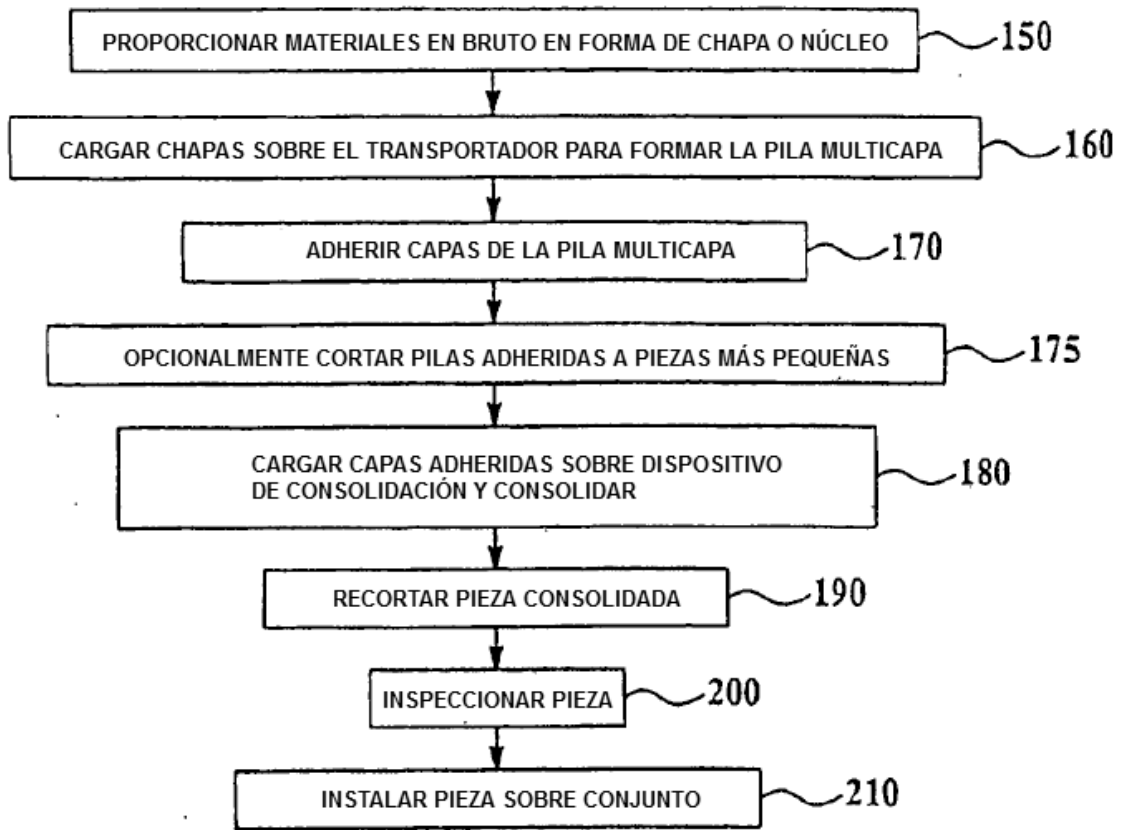


FIG. 6

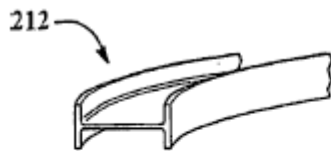


FIG. 7A



FIG. 7B



FIG. 7C

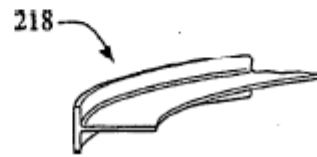


FIG. 7D

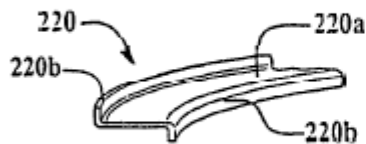


FIG. 7E

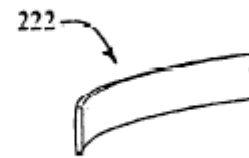
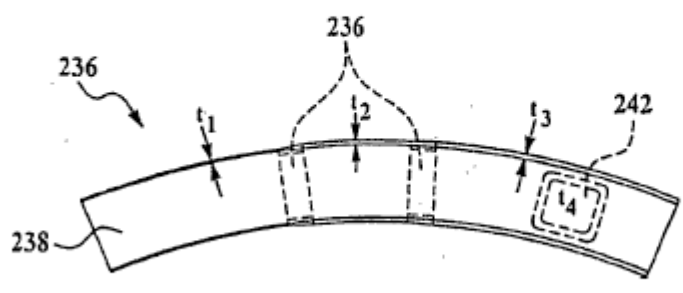
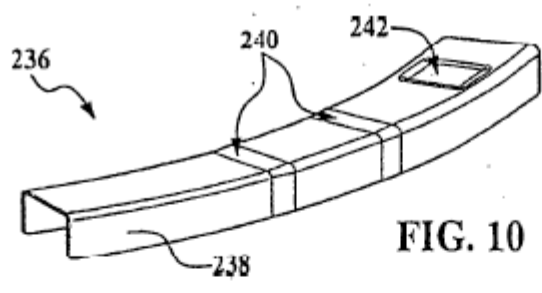
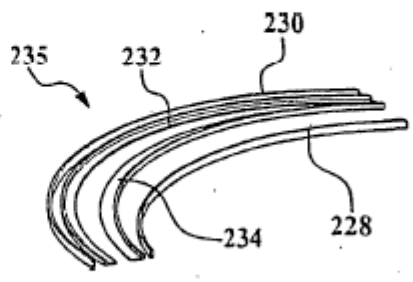
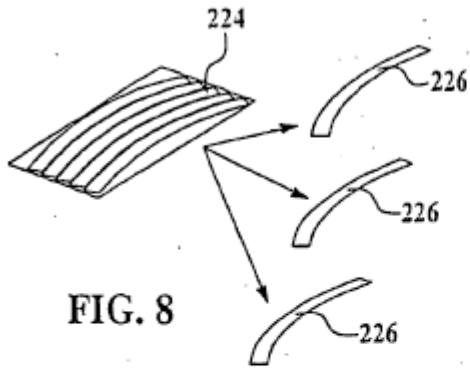


FIG. 7F



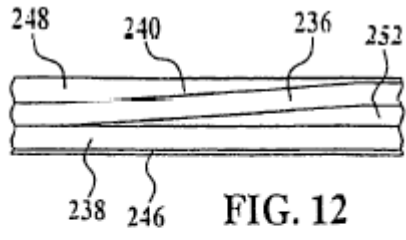


FIG. 12

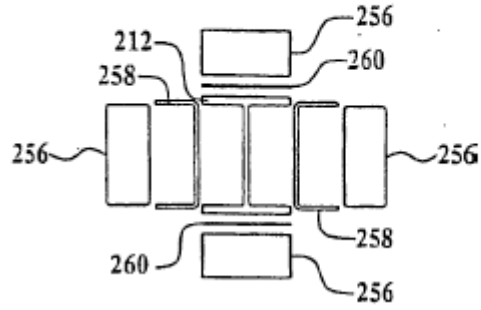


FIG. 13

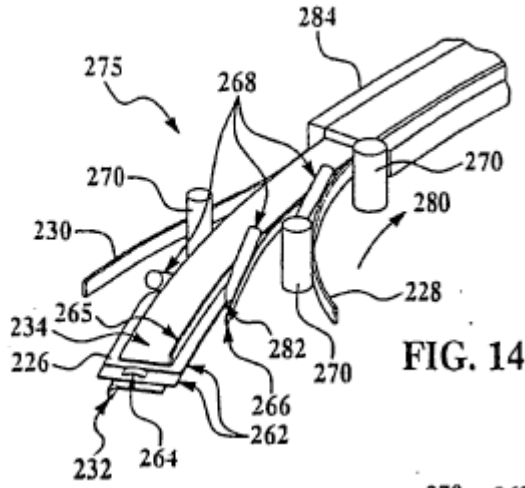


FIG. 14

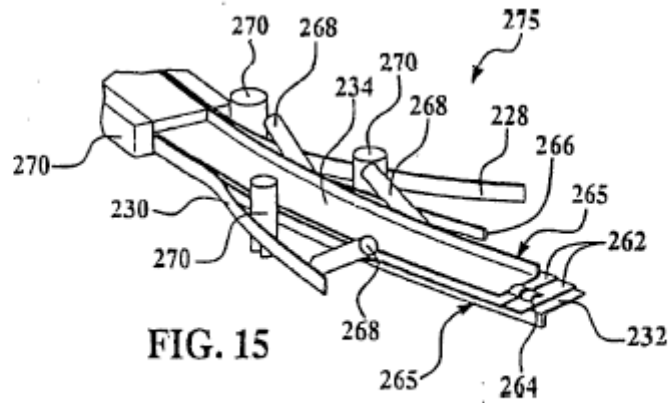


FIG. 15

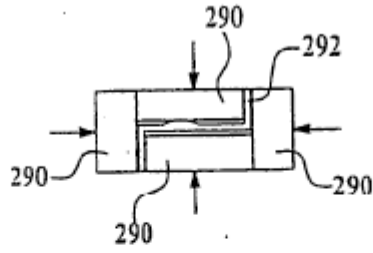


FIG. 16

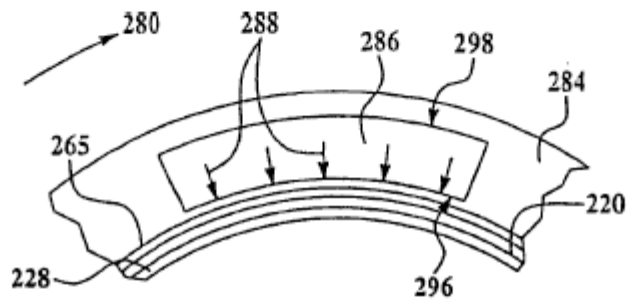


FIG. 17

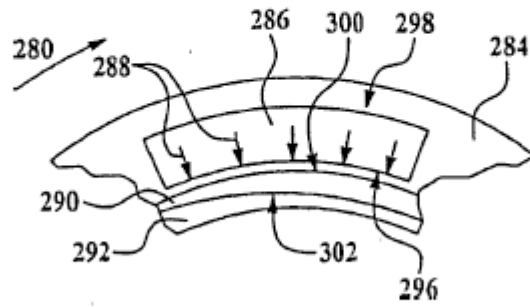


FIG. 18

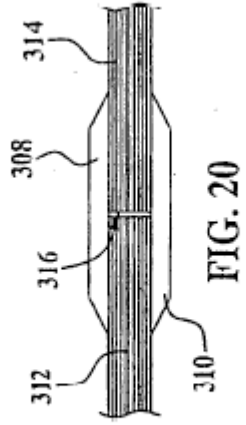


FIG. 20

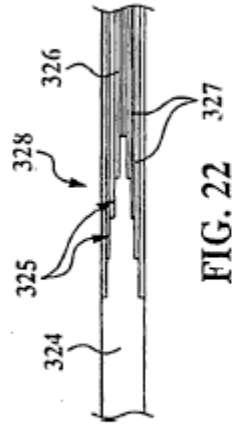


FIG. 22

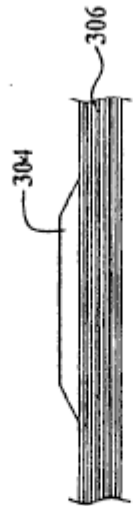


FIG. 19

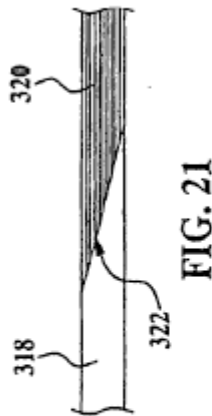


FIG. 21

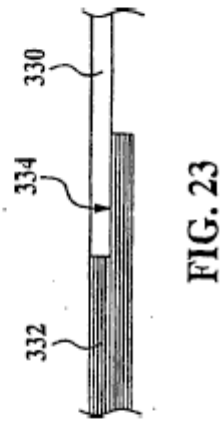


FIG. 23

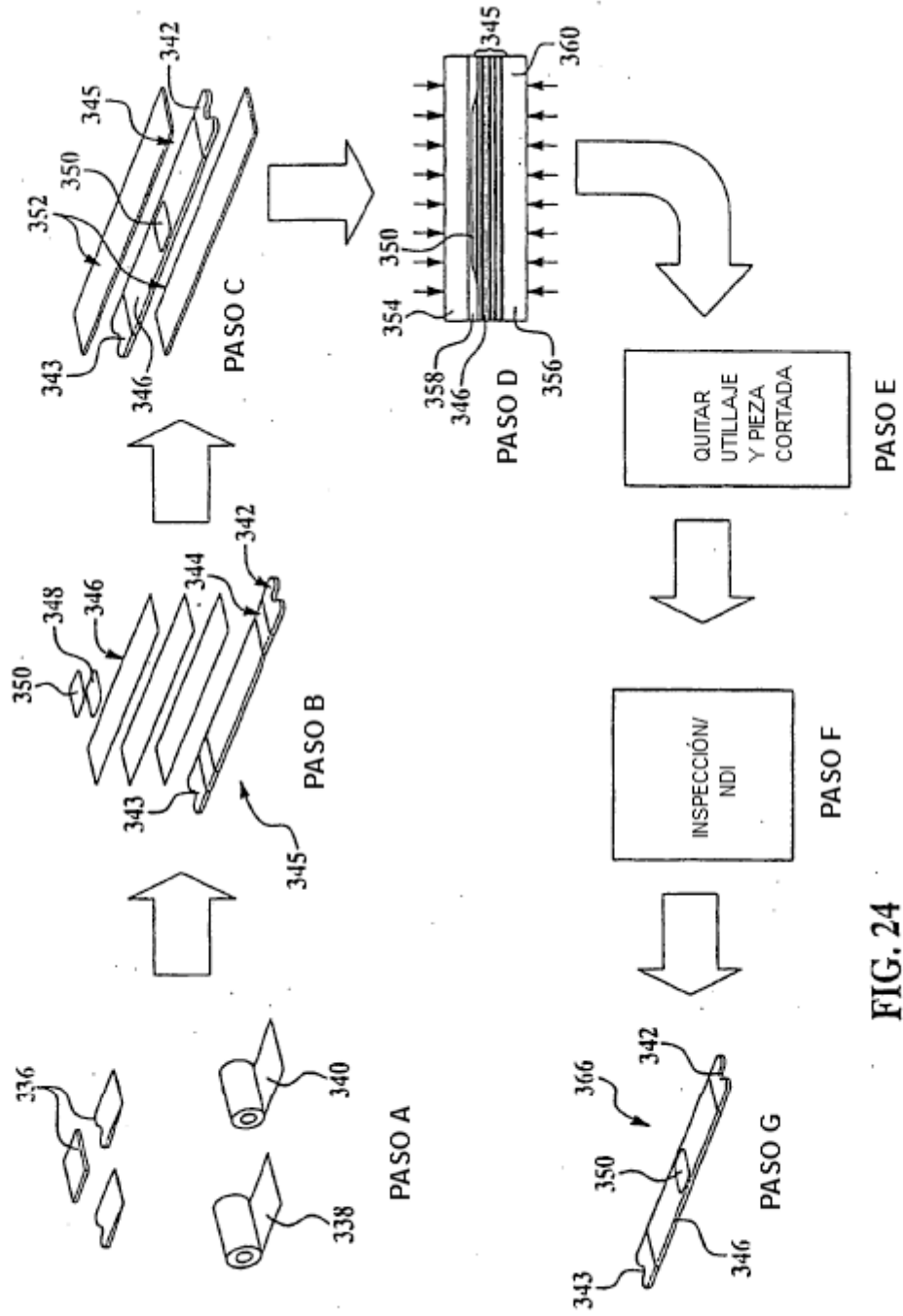


FIG. 24

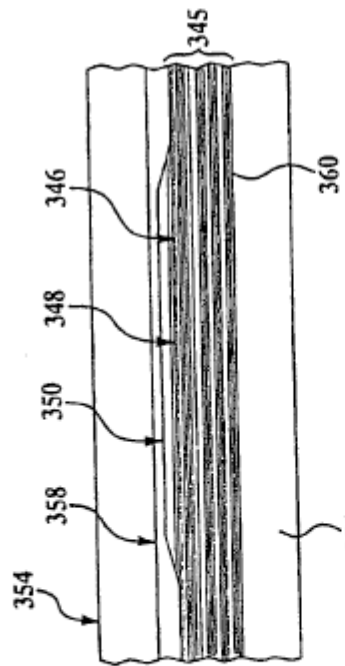


FIG. 25

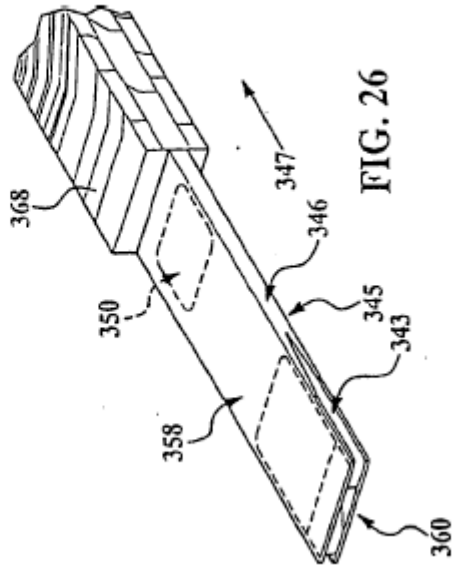


FIG. 26