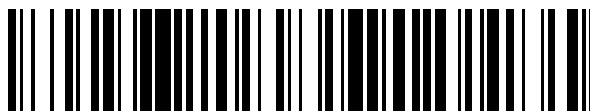


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 671**

51 Int. Cl.:

B29C 70/32	(2006.01) E04C 2/296	(2006.01)
B29C 70/54	(2006.01)	
B29C 70/44	(2006.01)	
B29C 70/86	(2006.01)	
B32B 5/22	(2006.01)	
B29C 70/08	(2006.01)	
B29C 70/20	(2006.01)	
B29C 70/24	(2006.01)	
B29K 105/04	(2006.01)	
B29K 105/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2000** **E 00988378 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 1265744**

54 Título: **Núcleos de material compuesto reforzados con fibras**

30 Prioridad:

28.12.1999 US 173265 P
26.09.2000 US 235292 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.06.2016

73 Titular/es:

MILLIKEN & COMPANY (100.0%)
920 Milliken Road
Spartanburg, SC 29303, US

72 Inventor/es:

DAY, STEPHEN W.;
HUTCHESON, DANIEL M. y
CAMPBELL, G. SCOTT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 573 671 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

Núcleos de material compuesto reforzados con fibras

Campo de la invención

Esta invención se refiere a un núcleo reforzado con fibras según el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

5 Antecedentes de la invención

Paneles estructurales emparedados que tienen núcleos compuestos de material de células cerradas de baja densidad, tales como espuma de células cerradas de plástico, y revestimientos opuestos compuestos de esterillas o tejidos de refuerzo fibrosos en una matriz de resina curada, han sido utilizados durante muchas décadas en la construcción de una amplia variedad de productos, por ejemplo cascos de barcos y remolques refrigerados. El núcleo de espuma sirve para separar y estabilizar los revestimientos estructurales, resistir cargas de cizallamiento y de compresión y proporcionar aislamiento térmico.

El comportamiento estructural de paneles de emparedamiento que tienen núcleos de espuma puede ser claramente mejorado proporcionando una estructura de miembros de refuerzo fibrosos dentro del núcleo de espuma tanto para reforzar el núcleo como mejorar la unión de núcleo a los revestimientos del panel, por ejemplo como se describe en la Patente U. S. No. 5.834.082 del solicitante. Cuando los refuerzos porosos y fibrosos se introducen dentro del núcleo de espuma de células cerradas y se aplica un tejido o esterilla de refuerzo de revestimiento poroso y fibroso a cada cara del núcleo, se puede hacer fluir resina adhesiva, tal como poliéster, éster de vinilo o resina epoxídica, a través de la totalidad del revestimiento poroso y de los refuerzos del núcleo por medio de presión diferencial, por ejemplo bajo una bolsa de vacío. Mientras se impregnan los refuerzos fibrosos, la resina no satura el núcleo de espuma de plástico debido a su composición de células cerradas. Entonces la resina se cura conjuntamente a través de toda la estructura reforzada para proporcionar un panel monolítico robusto.

Es deseable producir paneles emparedados de rendimiento o comportamiento estructural mejorado aumentando las conexiones estructurales y el soporte entre miembros de refuerzo dentro del núcleo de espuma y entre el núcleo y los revestimientos del panel. Esto es deseable con el fin de resistir las cargas de alabeo en los miembros de refuerzo, para evitar el desprendimiento prematuro de los miembros de refuerzo uno de otro y de los revestimientos bajo carga, y proporcionar múltiples trayectorias de carga para la distribución de las fuerzas aplicadas al panel.

A este respecto, los productos existentes de núcleos reforzados con fibras ofrecen importantes mejoras sobre la espuma no reforzada, pero fracasan al pretender integrar completamente los elementos de refuerzo separados del núcleo en una estructura unificada e interiormente soportada. Por ejemplo, en una configuración a modo de parrilla de bandas del tipo de láminas de refuerzo fibrosas, en las cuales un conjunto de bandas continuas es intersectado por un segundo conjunto de bandas interrumpidas o discontinuas, las bandas se soportan entre sí contra el alabeo. De ese modo, bajo severas condiciones de carga, las bandas discontinuas tienden a fallar en la unión de resina adhesiva a las bandas continuas a lo largo de su estrecha línea de intersección. Esta tendencia puede ser notablemente reducida disponiendo ranuras en chaflán llenas de resina, en la espuma, a lo largo de las líneas de intersección según se describe en la patente anteriormente mencionada. Sin embargo, puesto que las fibras de refuerzo de bandas interrumpidas terminan en cada intersección con una banda continua, la contribución estructural de esas fibras es esencialmente menor que la de las fibras de las bandas continuas.

En el caso de refuerzos de núcleo del tipo de puntal o barra que comprenden mechas de fibras de vidrio o de fibra de carbono que se extienden entre las caras del núcleo, los puntales individuales dentro de una fila dada de puntales pueden intersectarse entre sí en una configuración de red. Esto proporciona soporte para alabeo a cada puntal, pero sólo en el plano de la fila de puntales. Para conseguir soporte bidireccional, los puntales de una primera fila deben extenderse a través de los filamentos de puntales de una fila de intersección. Esto requiere dificultad y niveles costosos de exactitud y control en el tratamiento con máquina, ya que todos los puntales deben estar posicionados con precisión en tres dimensiones.

Como un documento más de la técnica anterior, el documento US 5.316.709 se refiere a un brazo de cuchara fabricado de materiales compuestos poliméricos tales como plásticos reforzados con fibras. El documento U.S. 5.411.463 se refiere a un rollo de material compuesto y método para fabricar tal rollo, que utiliza una coraza externa metálica delgada y, en el interior de la misma, elementos de espuma reforzada y resina. Cada uno de dichos elementos se extiende longitudinalmente en la longitud de la coraza. Un documento más de la técnica anterior es el documento de U.S. 5.721.034, que se refiere a grandes estructuras de material compuesto que incorporan una red de distribución de resina. El núcleo de tal parte de material compuesto se fabrica a partir de un material capaz de soportar la presión de un vacío. Los materiales de núcleo incluyen espumas tales como poliuretano de poli(cloruro de vinilo), o madera de balsa.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un núcleo reforzado con fibras de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Realizaciones preferidas adicionales se indican en las reivindicaciones dependientes.

En la presente invención, las mechas de bajo coste pueden ser también aplicadas directamente a las caras de las placas de espuma para formar revestimientos de panel durante el proceso de insertar miembros de refuerzo en la espuma y en lugar de aplicar revestimientos de refuerzos de tela tejidos o tricotados más costosos a las caras del núcleo. En este método, se suministran múltiples mechas a lo largo de líneas paralelas transversales a la longitud del núcleo y se extraen en una dirección longitudinal continuamente desde filetas de suministro por el progreso hacia adelante del núcleo de espuma a través de la máquina de inserción de puntal, en número suficiente para cubrir más o menos las caras de la espuma. Antes de la inserción del puntal, se extraen transversalmente grupos de mechas, en ángulos rectos y agudos, a través de las caras del núcleo desde las filetas y avanzan con el núcleo mientras las mechas de puntal son cosidas a través del núcleo. La superposición de las partes de las puntadas mantiene toda la superficie de las mechas en posición para formar un revestimiento de panel estructural una vez que la resina ha sido aplicada al panel. Un velo ligero de material de refuerzo se aplica sobre la superficie de las mechas antes de coserlas para mejorar las características de manipulación del núcleo antes de moldearlo. En lugar de mechas continuas, se pueden aplicar mechas cortadas aleatorias u orientadas entre las caras del núcleo y la superficie de los velos para formar una esterilla estructural.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista fragmentada en perspectiva de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 2 es una sección fragmentada de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 3 es una sección fragmentada de otra realización de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 4 es una sección fragmentada de otra realización de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 5 es una sección fragmentada de otra realización de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 6 es una sección fragmentada de otra realización de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención), con una parte central arrancada;

La figura 7 es una sección fragmentada tomada generalmente por la línea 7-7 de la figura 6 y con una parte central arrancada;

La figura 8 es una sección fragmentada de otra realización de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 9 es una vista fragmentada en perspectiva de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 10 es una vista fragmentaria en perspectiva de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado (no forma parte de esta invención);

La figura 11 es una vista fragmentada en perspectiva de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado;

La figura 12 es una vista esquemática de un aparato para producir tiras de espuma envueltas con fibras arrolladas (no forma parte de esta invención);

La figura 13 es una vista fragmentada en perspectiva de una tira de espuma envuelta con fibras arrolladas construida (no forma parte de esta invención);

La figura 14 es una vista fragmentada en perspectiva de un panel de material compuesto de núcleo de espuma reforzado, construido de acuerdo con la invención;

La figura 15 es una vista esquemática de un aparato para producir paneles de núcleo de espuma reforzado con fibras de acuerdo con la invención.

La figura 16 es una vista fragmentada en perspectiva de un componente de espuma reforzado útil para la comprensión de la presente invención.

La figura 17 es una vista fragmentada en perspectiva de un componente de espuma reforzado que utiliza el componente de la figura 16;

La figura 18 es una vista fragmentada en perspectiva de un núcleo de espuma reforzado construido de acuerdo con

la invención y que utiliza el componente de la figura 17; y

La figura 19 es una vista fragmentada en perspectiva de otra realización de un núcleo de espuma reforzado construido de acuerdo con la invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

La figura 1 ilustra un panel estructural 30 emparedado, de material compuesto, que puede ser utilizado, por ejemplo, como el suelo de una cabina de camión de carretera, el casco o cuaderna de un barco, el techo de un edificio de fábrica, o como cubierta de puente para vehículos o peatones. El panel 30 comprende un núcleo 31 de espuma de plástico de células cerradas, reforzado con fibras, y revestimientos opuestos 32 reforzados con fibras. El núcleo 31 de espuma comprende una pluralidad de tiras 33 de espuma, cuyas propiedades estructurales son insuficientes para resistir cargas en el núcleo que corresponderían a cargas para las cuales están diseñados los revestimientos 32.

Las fibras de refuerzo del núcleo, que son seleccionadas para comunicar al núcleo las propiedades estructurales requeridas, son fibra de vidrio o fibra de carbono u otras fibras de refuerzo. En una dirección, las fibras de refuerzo comprenden una pluralidad de láminas o bandas paralelas 34, de tejido o esterilla porosa, fibrosa, que se extienden entre las caras del núcleo 31 y que han sido unidas adhesivamente a una cara de cada tira 33 de espuma mientras mantienen porosidad notable en el material de banda. Si se desea, las bandas 34 pueden incorporar refuerzos que comprendan una pluralidad de mechas individuales aplicadas adhesivamente a placas de espuma (no mostradas) de las cuales se cortan las tiras 33. En una dirección cruzada, generalmente perpendicular a las bandas 34, las fibras de refuerzo del núcleo comprenden una pluralidad de filas paralelas de barras o puntales separados 35, que se extienden entre las caras del núcleo y están hechos de haces o manojos de mechas de filamentos de refuerzo porosos.

Cada fila de puntales comprende una pluralidad de puntales 35 inclinados según ángulos agudos opuestos, por ejemplo de +58 grados y -58 grados o +45 grados y -45 grados, con respecto a los revestimientos del panel. Los dos conjuntos de puntales opuestos de cada fila se sitúan en el mismo plano y se intersecan entre sí para formar una estructura de tipo triangulado o de celosía. El diámetro y la separación de los puntales 35 dentro de una fila de puntales se determinan mediante consideraciones estructurales, pero están comúnmente en el intervalo de 0,25 mm a 3,05 mm (0,01 pulgadas a 0,12 pulgadas) de diámetro y de 6,35 mm a 50,8 mm (0,25 pulgadas a 2,0 pulgadas) de separación. En algunos casos los puntales exceden de 12,7 mm (0,50 pulgadas) de diámetro y de 177,8 mm (7,0 pulgadas) de separación. Las filas de puntales 35 están generalmente espaciadas por 12,7 mm a 25,4 mm (0,5 pulgadas a 1,0 pulgadas). Las tiras o piezas 33 de espuma de células cerradas pueden ser de poliuretano, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, fenólicas, de polietileno, polimetacrilimida o de otro material de espuma que tenga las propiedades deseadas para una aplicación concreta. Normalmente, la densidad de la espuma es pequeña, en el intervalo de 33,55 kilogramos a 117,44 kilogramos por metro cúbico (de 2 a 5 libras por pie cúbico), pero se pueden utilizar densidades mucho mayores cuando sea apropiado.

Como se muestra en la figura 1, los puntales 35 intersecan las bandas 34, y las fibras que comprenden los puntales se extienden a través de las fibras que comprenden las bandas. Puesto que las mechas fibrosas que comprenden los puntales son insertadas en el núcleo de espuma y a través de las bandas en una operación de cosido, los filamentos que comprende los puntales pasan a través de los filamentos de las bandas sin romper ningún conjunto de filamentos, de manera que permanece intacta la continuidad de todos los elementos de la estructura de refuerzo del núcleo. En una realización preferida, los revestimientos 32 del panel comprenden revestimientos interiores 36 y revestimientos exteriores 37. Las partes extremas 38 de los puntales de refuerzo 35 se extienden también a través de los revestimientos interiores 36 y se doblan lateralmente para superponerse a los revestimientos interiores 36. Los revestimientos interiores 36 son cubiertos por revestimientos exteriores 37 antes de moldear al panel 30 con resina. Los puntales se unen de ese modo mecánicamente a los revestimientos, proporcionando elevada resistencia a la exfoliación o separación de los revestimientos 32 del núcleo 31 bajo carga. Si se desea, las partes extremas de mechas de puntales pueden terminar adyacentes a las caras del núcleo reforzado 31.

Los refuerzos porosos y fibrosos tanto del núcleo como de los revestimientos están impregnados o infundidos con resina adhesiva que fluye, preferiblemente bajo presión diferencial, a través de la totalidad de materiales de refuerzo y se cura para formar una estructura rígida, de soporte de carga. Antes de que el panel 30 sea moldeado y curado, los revestimientos interiores 36 y las tiras de espuma 33, con sus bandas unidas 34, son retenidos juntos como una estructura unitaria por la fricción causada por la presión de la espuma de plástico y de las fibras de revestimiento contra las fibras de mecha que forman los puntales 35, así como por los segmentos o partes extremas de mechas que se superponen a los revestimientos del panel. Aunque las dimensiones del núcleo 30 pueden variar ampliamente para aplicaciones concretas, tamaños de núcleo prácticos incluyen, por ejemplo, de 6,275 mm a 127 mm (0,25 pulgadas a 5,0 pulgadas) de grosor y de 60 cm a 240 cm (2 pies a 8 pies) de anchura x 60 cm a 1200 cm (2 pies a 40 pies) de longitud. Los núcleos son generalmente producidos en longitudes continuas y cortados a la longitud deseada. Para moldear paneles emparedados que sean de área mayor que un único núcleo reforzado, se pueden disponer dos o más núcleos uno junto a otro en el molde antes de la introducción de resina.

Las cargas de cizallamiento en el núcleo 31 son resistidas en una dirección principalmente por los puntales 35 y en la dirección transversal principalmente por las bandas 34. Además, se consigue una integración compleja de bandas

y puntales por medio de la unión de resina rígida en cada punto de intersección de puntal y banda y por medio de la continuidad de fibras de refuerzo a través de la totalidad de tales puntos de intersección. Bandas y puntales se soportan mutuamente contra cargas de pandeo, lo que permite el uso de miembros de refuerzo más ligeros en paneles gruesos, en los que la esbeltez de los miembros de refuerzo del núcleo los hace propensos a fallo por pandeo. La configuración mostrada en la figura 1 permite resistir grandes cargas de compresión perpendiculares a los revestimientos, ya que las bandas 34 están orientadas en ángulo recto con respecto a los revestimientos 32 y su pandeo está limitado debido a los puntales 35. La integración estructural de bandas y puntales proporciona múltiples trayectorias de cargas para aumentar la distribución de cargas de compresión localizadas entre los elementos de refuerzo del núcleo y proporciona resistencia notable a la iniciación y propagación de planos de separación de fallos de cizallamiento dentro del núcleo. La unión adhesiva y mecánica de los miembros de refuerzo del núcleo a los revestimientos proporciona elevada resistencia a la tracción de sujetadores en los revestimientos del panel.

Los refuerzos de fibras del núcleo de espuma y revestimientos son comúnmente impregnados o infundidos con resina haciendo fluir la resina a través de las fibras de refuerzo porosas bajo presión diferencial en procesos tales como moldeo de bolsa de vacío, moldeo de transferencia de resina o moldeo por transferencia de resina ayudado por vacío (VARTM). En el moldeo VARTM, el núcleo y los revestimientos son obturados en un molde hermético al aire que tiene normalmente una cara de molde flexible, y es evacuado el aire desde el molde, lo que aplica presión atmosférica a través de la cara flexible para adaptar el panel 30 al molde y compactar las fibras de los revestimientos 32. La resina catalizada es impulsada por el vacío hacia el interior del molde, generalmente a través de un medio de distribución de resina o red de canales practicados en la superficie del panel, y se le permite curar. La presente realización puede, si se desea, incorporar un método mejorado de impregnación de VARTM.

El núcleo reforzado 31 puede estar provisto de ranuras 39 para resina, mecanizadas en tiras 33 de espuma y situadas adyacentes a las bandas 34 en el interior del núcleo 31 de espuma. Las ranuras 39 terminan en un canal 40 de alimentación de resina (figura 1) que es usualmente de área de sección transversal mayor que las ranuras individuales 39, pero puede ser del mismo tamaño. El canal 40 sirve para distribuir la resina a las ranuras 39 bajo presión diferencial. Se pueden situar canales 40 de alimentación ya sea a lo largo de un borde o de ambos bordes del núcleo de refuerzo 31 en el que terminan las bandas de refuerzo 34. Alternativamente, el canal 40 puede estar situado completamente en el interior del núcleo. Para fines de ilustración, la figura 1 muestra el canal 40 en el borde del núcleo, y la figura 7 muestra el canal de alimentación en el interior del núcleo. Si el canal 40 está dispuesto sólo en el borde del núcleo 31, las ranuras 39 pueden extenderse hasta el borde opuesto del núcleo 31 o, alternativamente, pueden terminar dentro de la tira 33 de espuma, dependiendo de la dinámica del flujo de resina dentro del núcleo de espuma de refuerzo y de los refuerzos de revestimiento del panel.

La resina catalizada fluye hacia el canal 40 a través de un tubo (no mostrado) conectado a una fuente de resina, comúnmente un tambor de resina. La abertura del tubo puede estar situada en cualquier punto a lo largo del canal 40. En un método preferido de impregnación de los núcleos reforzados de la presente realización que usan una bolsa de vacío, el molde es obturado y evacuado antes de la unión de cualquier aparato de fontanería de resina al molde. Un tubo de conexión o inserción de resina rígido está provisto de un extremo afilado, puntiagudo y es introducido a continuación a través de la membrana de la bolsa de vacío y de los revestimientos 36 y 37 del panel, o a través de la bolsa de vacío en los bordes del panel 30, y hacia el interior del núcleo reforzado 31, intersectando el canal de alimentación 40. El tubo de inserción ha sido provisto de aberturas en su circunferencia que permiten el flujo de resina al canal 40. Se aplica un obturador de cinta en el punto de inserción para evitar la pérdida de vacío, se conecta el tubo de inserción al suministro de resina y se extrae resina por vacío a través del tubo de inserción y hacia el canal 40.

En adición a la velocidad, la simplicidad y bajo coste del material de este método de introducir resina dentro del panel, se pueden insertar tubos adicionales de conexión de resina dentro del panel en otros lugares, mientras la impregnación está en progreso, para llevar resina adicional a zonas concretas del panel. El método de inserción del tubo puede ser utilizado también para impregnar paneles 30 que están encerrados completamente dentro de un molde rígido, practicando en una superficie del molde uno o más orificios a través de los cuales se pueden insertar los tubos de conexión de resina. A medida que la resina llena las ranuras 39, fluye hacia y a través de las bandas porosas y fibrosas 34, hacia y a través de los puntales porosos y fibrosos 35 que intersectan, y hacia y a través de los revestimientos 32 del panel que intersectan, después de lo cual se cura para formar una estructura de panel emparedado reforzada y rígida. Los núcleos reforzados 31 que han sido provisto de canales 40 puede ser situados en un molde con canales 40 adyacentes entre sí y que formen un canal único, mayor. La resina que fluye hacia este canal mayor se cura para formar una lengüeta estructural que es enchavetada en las partes de borde de bandas 34 y resiste las fuerzas de cizallamiento entre los núcleos adyacentes 31.

El sistema de distribución de resina incorporado en el núcleo reforzado 31 tiene ventajas significativas sobre procesos de VARTM existentes. La resina llena las ranuras 39 rápidamente y fluye a través de la estructura de refuerzo de banda y puntal hasta los revestimientos 32 del panel a través de numerosas conexiones distribuidas de manera relativamente uniforme con los revestimientos mediante las bandas y los puntales, minimizando con ello la probabilidad de zonas no impregnadas en los revestimientos. No se requieren micro-ranuras o material de medio de distribución en la periferia del núcleo 31. La resina es introducida en la pluralidad de ranuras 39 situadas en el plano medio del panel y se desplaza en una distancia relativamente corta hacia ambos revestimientos 32. Se puede aplicar vacío a cualquier lugar o lugares deseados en revestimientos exteriores 37 o tejidos de borde del panel. Si se desea,

se pueden disponer múltiples filas de tuberías de vacío perforadas, medios de flujo de drenaje fibrosos u otros medios de introducir vacío, contra a superficie de revestimientos exteriores 37 para asegurar que las zonas pequeñas de refuerzos porosas secas del revestimiento no queden aisladas del vacío rodeando el flujo de resina. Los paneles que tienen usualmente núcleos o revestimientos gruesos pueden estar provistos de conjuntos adicionales de ranuras 39 para resina y de canales de alimentación asociados 40 situados en planos paralelos a los revestimientos 32 del panel. La resina introducida en el centro del panel se desplaza en una distancia relativamente corta hacia ambos revestimientos 32. El sistema interno de impregnación del núcleo que se acaba de describir es también efectivo en núcleos que comprenden bandas que se extienden entre los revestimientos sin intersección con puntales fibrosos. Puede ser requerida separación menor para la distribución uniforme de resina.

Las superficies del molde en contacto con el panel de núcleo reforzado pueden ser rígidas o flexibles sin perjudicar el rápido flujo de resina a través de la estructura o revestimientos de refuerzo del núcleo. Por ejemplo, un núcleo reforzado con revestimientos porosos y fibrosos asociados puede estar situado entre una meseta de molde rígida y una placa de redcilla rígida, con la placa de redcilla cubierta por una bolsa de vacío obturada con respecto a la meseta del molde. Evacuando la bolsa desde un borde del panel se aplica presión atmosférica al panel, y la resina introducida en el borde opuesto del panel fluye rápidamente a través de la estructura de refuerzo del núcleo y del revestimiento, sin que tenga que fluir longitudinalmente a través de toda la longitud o anchura de los revestimientos del panel como en los procesos convencionales de VARTM, en los que ambas caras del molde son rígidas.

El panel reforzado 30 puede ser construido para permitir la impregnación simultánea del núcleo con dos resinas de propiedades diferentes. Por ejemplo, el revestimiento exterior del panel puede ser impregnado con resina fenólica resistente al fuego, y el revestimiento interior y la estructura de refuerzo del núcleo pueden ser impregnados con resina de éster de vinilo estructuralmente superior, pero menos resistencia al fuego. Si se desea, en tal estructura el panel 30 es provisto, antes de la impregnación de la resina, de películas de barrera 41 adhesivas, situadas entre los revestimientos interiores 36 y los revestimientos exteriores 37. La película de barrera 41 está compuesta de un material adhesivo, por ejemplo, epoxi, que impide el paso de resina líquida desde un lado de la película al otro y que, bajo la aplicación de calor y presión moderada, se cura para formar una unión estructural entre las revestimientos interiores 36 y los revestimientos exteriores 37.

Para impregnar el panel, el núcleo reforzado 31, junto con los revestimientos interiores 36, películas de barrera adhesivas 41 y revestimientos exteriores 37, unidos, son colocados en un molde cerrado que es a continuación evacuado por medio de una bomba de vacío. Una primera resina es introducida en el interior del núcleo 31 a través de los canales 40 y 39 y se le permite fluir a través de la estructura de refuerzo del núcleo y de los revestimientos interiores, como se ha descrito anteriormente. De manera simultánea, una segunda resina, de composición diferente, es introducida directamente en el revestimiento exterior a través de la superficie del molde o del borde del revestimiento exterior. La película de barrera adhesiva 41 sirve para evitar la mezcladura de las dos resinas diferentes, y el calor generado por el curado de las dos resinas también acelera el curado de la película adhesiva, proporcionando de ese modo una unión estructural entre los revestimientos interiores y exteriores. Si la película adhesiva se aplica ambos lados del panel 30, se pueden introducir tres resinas individuales en el panel. Si la película adhesiva 41 se aplica a un lado del panel 30 solamente, la resina que se introduce en el núcleo 31 impregnará también ambos revestimientos interior y exterior en el lado opuesto del panel.

Las realizaciones ilustradas en las figuras 1, 2, 6, 7, 13, 14 y 18 han sido mostradas como provistas de ranuras internas de distribución de resina adyacentes a las bandas de refuerzo del núcleo y con un canal de alimentación de resina asociado. Se ha de entender que esta característica puede, si se desea, ser omitida de las realizaciones de las figuras 1, 2, 6, 7, 13, 14 y 18 y que la característica puede ser añadida a las realizaciones mostradas en las figuras 3, 4, 5, 9 y 19 o en cualquier otra realización que tenga láminas de banda porosas y fibrosas dentro del núcleo de espuma.

Un panel emparedado 50 (figura 2) utiliza un núcleo de espuma reforzado 52 que puede ser producido a tasas mejoradas de producción en comparación con la realización mostrada en la figura 1, debido a que los puntales de refuerzo sólo necesitan ser insertados en el núcleo de espuma según un ángulo único, en lugar de en dos ángulos opuestos. Bandas paralelas 51 reforzadas con fibras se extienden entre las caras del núcleo 52 de espuma según un ángulo agudo, por ejemplo de 58 grados o 45 grados, con respecto a las caras del núcleo. Las filas de bandas 51 se intersecan, generalmente en ángulo recto, mediante un conjunto de filas paralelas de puntales 53 reforzados con fibras, cuyas fibras se extienden a través de las bandas 51 y de los revestimientos 54 de la manera descrita en relación con la figura 1.

En la realización mostrada en la figura 2, todos los puntales están inclinados según cierto ángulo con respecto a los revestimientos del panel, y el ángulo coincide con el ángulo de las bandas 51, pero de sentido opuesto. Las bandas 51 y los puntales 53 se soportan mutuamente contra el pandeo y cooperan para resistir las cargas de cizallamiento en una dirección, y las bandas resisten también las cargas de cizallamiento en la dirección transversal. Aunque se puede seleccionar cualquier número de tejidos o esterillas de refuerzo de banda, la función estructural de doble dirección de las bandas se puede mejorar mediante el uso de tejido de refuerzo de banda que tenga una parte de sus fibras orientadas según un ángulo opuesto al ángulo de los puntales 53. La resistencia al cizallamiento transversal se puede conseguir eficazmente orientando las fibras restantes de las bandas 51 según ángulos de +45 grados y -45 grados con respecto a los revestimientos del panel, ya que las fuerzas de cizallamiento en el núcleo se

orientan por si mismas generalmente en estos ángulos.

Las bandas 34 de refuerzo del núcleo de la figura 1 y 51 de la figura 2 terminan adyacentes a los revestimientos 32 y 54 del panel, respectivamente. De ese modo, la conexión estructural directa entre bandas y revestimientos es proporcionada por la unión adhesiva de la matriz de resina que rodea todas las fibras de refuerzo del panel. La resistencia de esta conexión banda-a-revestimiento puede ser mejorada proveyendo las bandas 34 y 51 de fibras sobresalientes y desviadas en sus partes de borde o con filetes de resina de los bordes de la banda formados rasurando tiras de espuma 55 adyacentes a las partes de borde de las bandas, como se describe en la Patente U.S. 5.834.082.

Las bandas 34 y 51 tienen también una conexión estructural indirecta con los revestimientos 32 y 54 a través los puntales 35 y 53, respectivamente, que están unidos tanto a las banda como a los revestimientos y de ese modo soportan una parte de las carga entre bandas y revestimientos. Los revestimientos de panel son también sujetos conjuntamente por la configuración de los puntales de mechas mostrados en la figura 2, que comprenden filas de grapas continuas inclinadas, separadas, cada una de las cuales tiene partes extremas de puntal acampanadas. La forma de grapa inclinada de la construcción de puntal puede ser proporcionada también en paneles que tengan puntales opuestos y se describe con más detalle en relación con la figura 8.

Si se desea aumentar más la resistencia y la rigidez de paneles de material compuesto que tienen bandas y puntales que se intersecan, las bandas de refuerzo del núcleo pueden comprender una esterilla o tejido reforzado de fibras simples continuas, en lugar de una pluralidad de tiras de banda discretas. Esta realización se ilustra en las figuras 3, 4 y 5. En referencia a la figura 3, el panel emparedado de material compuesto 60 comprende revestimientos 61 reforzados con fibras y un núcleo de 62 de espuma reforzado con fibras. El núcleo 62 de espuma comprende piezas o tiras 63 de espuma, filas separadas de puntales 64 de mechas fibrosas separados, y una lámina de banda fibrosa 65 que ha sido transformada en una pluralidad de configuraciones rectangulares que se extienden entre los revestimientos del panel y transversales a las filas de puntales. Como en la figura 1, los puntales 64 están inclinados según ángulos iguales opuestos con respecto a los revestimientos e intersecan y se extienden a través de puntales opuestos y revestimientos 61. Los puntales intersecan y se extienden a través de segmentos ondulados 66 de la banda, que se extienden entre los revestimientos y a través de segmentos 67 de la banda que se sitúan junto a los revestimientos. La estructura mostrada en la figura 3 ofrece varias mejoras estructurales con respecto a la mostrada en la figura 1. Los segmentos de banda ondulados 67 proporcionan un área expandida de unión adhesiva a los revestimientos 61, y los puntales 64 proporcionan una unión mecánica cosida entre los segmentos 67 de la banda y los revestimientos 61. Así mismo, las ondulaciones de la estructura de banda proporcionan resistencia y rigidez adicionales notables en la dirección transversal a las filas de puntales.

El panel emparedado reforzado 70, mostrado en la figura 4, proporciona también las ventajas de la unión banda-a-revestimiento y resistencia y rigidez de ondulación descritas en relación con la figura 3. En la figura 4, las tiras 71 de espuma son de sección transversal en paralelogramo, y los segmentos 72 de banda de una lámina 73 de banda, ondulada y continua, se extienden entre las caras del núcleo 76 según un ángulo agudo con respecto a los revestimientos 74. Una pluralidad de filas paralelas de puntales fibrosos 75 de mecha separados se extienden también entre las caras del núcleo reforzado 76, y los puntales 75 están inclinados según un ángulo igual, pero opuesto, al ángulo de los segmentos 72 de banda. Los puntales intersecan y se extienden a través de segmentos de banda ondulados 72, a través de segmentos 76 de lámina de banda adyacentes a revestimientos 74, y se extienden preferiblemente a través de una o más capas de los revestimientos. La orientación de las fibras en las bandas se puede optimizar para conseguir propiedades estructurales globales del núcleo, como se describe con más detalle en relación con la figura 2. Así mismo como en el caso de la figura 2, la orientación de los puntales según un ángulo único permite la producción rápida y eficaz del núcleo reforzado debido a que sólo se requiere un paso único de inserción de puntal.

Otro panel emparedado reforzado 80 está mostrado en la figura 5 y también utiliza una lámina 81 de banda, ondulada y continua, como parte del refuerzo del núcleo 82 de espuma. Las piezas o tiras 83 de espuma son de sección transversal triangular, y los segmentos 84 y 85 de banda, que se extienden entre los revestimientos 87, están inclinados en ángulos opuestos con respecto a los revestimientos. Una pluralidad de filas de puntales 86 de mechas fibrosas, espaciados, están inclinados según ángulos iguales, pero opuestos entre sí e intersecan y se extienden a través de segmentos 84 y 85 de banda. Los puntales intersecan también y preferiblemente se extienden a través de una o más capas de revestimientos 87.

En contraposición a la configuración mostrada en las figuras 3 y 4, la estructura de banda triangulada de la figura 5 proporciona resistencia y rigidez notables al panel 80, tanto longitudinal como transversalmente, incluso en ausencia de puntales de refuerzo 86. Los puntales mejoran estas propiedades estabilizando los segmentos 84 y 85 de banda y sujetando los revestimientos 87 conjuntamente. Los puntales 86 proporcionan también resistencia y rigidez adicionales en la dirección de las filas de puntales. El ángulo de los puntales es seleccionado sobre la base de consideraciones estructurales globales y no precisa corresponder al ángulo de segmentos 84 y 85 de banda. Por ejemplo, los puntales 86 pueden, si se desea, ser perpendiculares a los revestimientos. Esto no sólo proporciona resistencia aumentada a la compresión al panel 80, sino que también requiere sólo un ángulo único de inserción de puntal, simplificando de ese modo la producción del panel.

Las figuras 6 y 7 ilustran un panel emparedado 90 que tiene en el núcleo 91 de espuma reforzado una pluralidad de filas paralelas de puntales 92 de mechas de refuerzo separados, una pluralidad de filas paralelas que se intersecan de puntales 93 de mechas de refuerzo separados, y una lámina 94 de banda de refuerzo continua que es paralela a los revestimientos 95. El núcleo 91 de espuma comprende placas de espuma 96 apiladas, separadas por la banda 94. Si se requiere, mediante diseño estructural, los puntales 92 pueden diferir de los puntales 93 en separación, diámetro, composición de fibras y ángulo. Los puntales pueden ser proporcionados como un conjunto único de filas paralelas de puntales si los requisitos estructurales del panel son principalmente unidireccionales. Las propiedades de compresión y cizallamiento del panel 90 son proporcionadas principalmente por puntales 92 y 93. A medida que aumenta el espesor del núcleo 91, o disminuye el diámetro de los puntales, los puntales son cada vez más susceptibles de fallo por pandeo bajo condiciones estructurales de carga. Los puntales 92 y 93 se cada fila se intersecan entre sí en una configuración a modo de celosía, proporcionando soporte contra el pandeo cada uno al otro en el plano de las filas de puntales. Sin embargo, sólo es proporcionado soporte transversal débil y con frecuencia insuficiente contra el pandeo por la espuma de baja densidad 96. La banda 94 reforzada con fibras continuas, a través de la cual se extienden la totalidad de los puntales 92 y 93, proporciona el soporte adicional requerido contra el pandeo. Si es necesario, se pueden disponer una o más bandas de soporte adicionales 94, todas separadas entre sí y paralelas a los revestimientos 95 del panel.

La figura 6 muestra también partes extremas 97 de puntal y partes 98 de borde de banda que sobresalen de las placas 96 de espuma para proporcionar medios de continuidad estructural mejorada de seguridad entre los miembros de refuerzo del núcleo 91 y los miembros de refuerzo de núcleos de espuma adyacentes moldeados como componentes de un panel emparedado único, o para otras estructuras de material compuesto adyacentes (no mostradas). Si se desea la unión estructural de núcleos adyacentes dentro de un panel emparedado dado, partes de borde de las placas 96 de espuma y de placas de espuma de núcleos reforzados adyacentes (no mostrados) se erosionan o eliminan de otro modo para exponer partes extremas 97 de puntales fibrosos y partes 98 de borde de banda, antes de introducir resina en los refuerzos del núcleo y del revestimiento. Los núcleos reforzados son entonces presionados conjuntamente, por ejemplo en un molde, y las partes extremas y de borde expuestas de núcleos adyacentes resultan mezcladas y a continuación empotradas o embebidas en resina que ha fluido al interior de los refuerzos de panel bajo presión diferencial y se curan para formar una unión adhesiva robusta con partes extremas de puntales y partes de borde de banda. Preferiblemente, una tira de esterilla o tejido de refuerzo fibroso que se extiende entre los revestimientos 95 está dispuesta en el molde entre núcleos adyacentes para mejorar las propiedades de soporte de carga de la unión entre núcleos.

También se puede conseguir una conexión estructural fuerte entre núcleos reforzados adyacentes 31, o entre núcleos 31 y revestimientos de borde de panel emparedado, proporcionando núcleos 31 con bandas fibrosas 34 que se extiendan más allá de su intersección con los bordes del núcleo 31. Las extensiones de bandas 31 son dobladas en ángulo recto contra las tiras de espuma 33 en la forma de una lengüeta. Estas lengüetas de extremo de banda proporcionan una zona expandida de contacto para unir adhesivamente los miembros de refuerzo de la banda a refuerzos adyacentes cuando el panel 30 es impregnado con resina. Si se desea conseguir una unión estructural fuerte entre un panel 90 impregnado con resina y curado y una estructura de material compuesto adyacente, se erosionan las placas de espuma 91 para exponer partes extremas 97, endurecidas y rígidas, del puntal y partes de borde 98 de la banda, y la zona adyacente a las partes extremas y de borde se llenan con resina adhesiva, masilla o compuesto cerámico y presiona contra el panel al cual se ha de unir el panel 90 mientras cura la resina.

El núcleo reforzado 91 mostrado en las figuras 6 y 7 ha sido provisto de un sistema integral de impregnación de resina, según se ha descrito en general anteriormente en relación con la figura 1. El panel emparedado 90 comprende refuerzos porosos y fibrosos de revestimiento y de núcleo y se sitúa en un molde cerrado del cual ha sido evacuado el aire. A continuación se introduce resina en el canal de alimentación 99 en el extremo del canal o a través de un orificio practicado desde la cara del panel (no mostrado). La resina llena a continuación el canal 99 de alimentación de resina, situado en el interior del núcleo reforzado 91, y llena las ranuras de conexión 100 para resina, separadas, situadas en el interior o núcleo 91 y adyacentes a la banda porosa y fibrosa 94. La resina fluye a continuación desde las ranuras 100 a través de la banda porosa 94, desde la banda 94 a través de los puntales porosos 92 y 93, y desde los puntales a través de los revestimientos porosos 95, después de lo cual la resina se cura para formar un panel estructural. Si el núcleo 91 se ha de usar para producir un panel circular, las ranuras 100 para resina pueden estar dispuestas radialmente desde el centro del panel y ser suministrada la resina desde la cara del panel hacia el centro.

La estructura de puntales de refuerzo de núcleo mostrada en las figuras 1, 3, 5, 6 y 7 adopta la forma de filas planas de puntales opuestos que se intersecan entre sí dentro del núcleo de espuma. El número de tales intersecciones y la densidad de la estructura a modo de celosía resultante son dependientes del espesor del núcleo, de la separación entre puntales y de la inclinación del ángulo de los puntales con respecto a los revestimientos del panel. Una disposición de puntales alternativa se muestra en la figura 8 y puede sustituir a la de las figuras 1, 3, 5, 6 y 7, pero es más apropiada en el caso de paneles relativamente delgados o puntales relativamente gruesos. La estructura de refuerzo del núcleo de la figura 8 comprende ya sea filas unidireccionales de puntales, como se muestra, o conjuntos de filas que se intersecan y se pueden utilizar con o sin bandas de refuerzo de núcleo, dependiendo de los requisitos estructurales.

Haciendo referencia a la figura 8, un panel emparedado 110 comprende revestimientos opuestos 111 y núcleo de

espuma reforzado 112 que tiene una pluralidad de filas de puntales 113 de mecha fibrosa que se extienden entre los revestimientos 111 del panel y que están inclinados según ángulos iguales pero opuestos con respecto a los revestimientos. Los puntales opuestos 113 se intersecan entre sí junto a los revestimientos 111 del panel en una configuración triangulada única y se extienden a través de los revestimientos. En la producción del núcleo reforzado 110, hay cosidas mechas fibrosas continuas 114 a través de los revestimientos 111 y el núcleo de espuma 112 desde caras opuestas del núcleo de espuma. Si se desea, ambos conjuntos de puntales de mechas pueden ser cosidos a través de los revestimientos y el núcleo de espuma desde la misma cara del núcleo. En el proceso de cosido, mechas continuas 114 salen de los revestimientos 111 y sobresalen en la forma de bucles 115 (mostrados en líneas discontinuas). Las mechas se doblan entonces hacia atrás a lo largo de la línea de inserción para formar puntales 113 compuestos de segmentos de mecha dobles.

A medida que el panel 110 avanza a través del aparato de coser, los segmentos de mecha 116 se superponen a los revestimientos 111. Los bucles de mecha sobresalientes 115 formados durante el proceso de cosido se cortan a una distancia deseada, por ejemplo de 5,08 mm (0,2 pulgadas), de la superficie de los revestimientos para formar partes extremas 117 sobresalientes de los puntales (mostradas en líneas discontinuas). Cuando se aplica presión a los revestimientos de panel durante el proceso de moldeo de resina, las partes extremas sobresalientes 117 de los puntales se desvían hacia fuera y forman partes extremas aplanadas 118 contra los revestimientos 111, formando una unión adhesiva fuerte a los revestimientos y una resistencia mecánica para tirar de los extremos aplanados 118 de los puntales a través de los revestimientos 111.

La unión mecánica se puede mejorar mediante la adición de revestimientos exteriores como se muestra en relación con la figura 1. Los extremos cortados y desviados 118 de los puntales proporcionan también propiedades notablemente mejoradas de características de revestimiento, en comparación con las conseguidas con bucles intactos, que tienden a formar trozos adyacentes a los revestimientos o que impiden que el panel se ajuste apretadamente contra la superficie del molde, permitiendo que el exceso de resina se acumule en la superficie del revestimiento. El carácter plano de la superficie puede ser mejorado adicionalmente aplicando presión suficiente al panel 110 para adaptar el núcleo 112 de espuma a cualesquiera segmentos de mecha que sobresalgan más allá de la superficie de los revestimientos 111 y proveyendo al núcleo de espuma de ranuras o estrías en las cuales se pueden introducir a presión los segmentos de mecha bajo presión de moldeo moderada.

La configuración de grapas inclinada que comprende puntales 113, partes extremas 118, cortadas y desviadas, de los puntales, y segmentos de mecha 116 que se superponen a los revestimientos, como se muestra en la figura 8, proporciona unos medios efectivos y eficaces para asegurar la unión estructural entre puntales de refuerzo del núcleo y revestimientos de panel y un método preferido de producir la totalidad de los núcleos reforzados.

Se ha de entender que se pueden utilizar también otros métodos de coser y otros tratamientos de segmentos de mecha que son exteriores a las caras del núcleo de espuma, por ejemplo patrones convencionales de cosido en bucle o cosido en cadeneta de fibras continuas.

Los paneles de emparedado y núcleos ilustrados en las figuras 1-8 tienen normalmente una anchura mayor que su profundidad. Pueden ser también incorporados miembros de refuerzo de núcleo que comprendan bandas y puntales porosos y fibrosos en paneles de emparedado que tengan una profundidad mayor que su anchura. La figura 9 ilustra un panel del tipo de viga o viga 120 que incorpora una estructura de refuerzo de núcleo de tipo de puntal y diseñada para utilizar como un soporte de techo en edificios resistentes a la corrosión. La viga 120 comprende revestimientos de plástico opuestos 121 reforzados con fibras de vidrio o fibras decarbono, y un núcleo de espuma reforzado 122 que comprende placas o piezas de espuma 123 y puntales 124 de miembros de refuerzo porosos opuestos de fibras de vidrio o fibras de carbono que se extienden a través del núcleo 122 de espuma en ángulos agudos con respecto a los revestimientos 121 en la forma general de vigueta de celosía. Si se requiere por diseño estructural, se pueden añadir puntales adicionales a los puntales 124 que se intersecan para formar una configuración a modo de celosía, como se ilustra en las figuras 6 y 7, o se pueden incorporar una o más filas paralelas adicionales de puntales de refuerzo en el panel o viga 120. Los revestimientos 121 funcionan como bridas de cuerda estructurales, cuyas fibras están orientadas principalmente en dirección longitudinal. Los revestimientos 121 comprenden revestimientos interiores 125 y revestimientos exteriores 126 que tienen refuerzos fibrosos, con las partes extremas 127 de los miembros de refuerzo 124 desviadas de forma ensanchada o acampanada y emparedadas entre las capas de revestimiento como se ha descrito en relación con la figura 8. Si se desea, los revestimientos 125 y 126 pueden ser unidos más fuertemente a las partes extremas acampanadas 127 cosiendo los revestimientos a las partes extremas usando fibras flexibles o barras delgadas rígidas que se extiendan a través de las fibras de las partes extremas 127 y revestimientos adyacentes 125 y 126.

Si se requiere, para estabilizar los puntales 124 contra pandeo bajo carga, se pueden incorporar una o más bandas de soporte porosas y fibrosas 128 en la viga 120. Las caras de las placas 123 de espuma que se extienden entre revestimientos opuestos 121 están provistas de un segundo conjunto de revestimientos 129 de tejido de refuerzo poroso, fibroso, tal como fibras de vidrio, para estabilizar la viga 120 contra flexión lateral bajo carga. Como se ha descrito anteriormente, una resina curable introducida bajo presión diferencial impregna todos los materiales de refuerzo porosos y fibrosos que forman la viga 120 y se cura para formar una viga rígida de soporte de carga. Si se requiere por consideraciones estructurales, la viga puede ser de sección transversal no uniforme, es decir, de profundidad variable desde los extremos de la viga hacia el centro de la viga, y puede ser también curvada en forma

de arco. Si se desea, los revestimientos 120 pueden ser de espesor notablemente reducido, y la función estructural de la cuerda atirantada puede ser proporcionada por haces de mechas insertados en ranuras en las placas de espuma adyacentes a los revestimientos, como se describe con más detalle a continuación en relación con la figura 10.

La estructura de refuerzo del núcleo de paneles emparedados en los que la anchura del panel es mayor que la profundidad puede adoptar la forma de una pluralidad de estructuras paralelas del tipo de verdaderas cerchas, en las que los miembros de refuerzo del tipo de puntales se extienden en ángulos opuestos en una configuración triangulada entre miembros de cuerda superior e inferior, a los cuales están ancladas partes extremas de los puntales. Esta disposición proporciona sujeción superior de las partes extremas de los puntales. También se utilizan, como miembros de cuerda de cercha, materiales de refuerzo fibrosos, por ejemplo fibra de carbono o fibra de vidrio, en su forma de mechas de coste relativamente bajo para sustituir una parte esencial de los refuerzos de revestimientos de tejido más caros. Como se muestra en la figura 10, el panel emparedado 140 comprende un núcleo reforzado 141 de espuma de celdas cerradas y revestimientos de refuerzo fibrosos opuestos 142. El núcleo reforzado 141 está provisto de una pluralidad de filas paralelas de cerchas 143 que se extienden entre los revestimientos 142. Cada cercha 143 comprende una pluralidad de haces de mechas de refuerzo fibrosas 144, tal como fibra de vidrio o fibra de carbono, que están situadas en ranuras formadas en el núcleo 141 de espuma y que sirven como miembros de cuerda superior e inferior para cada cercha 143. Las barras o puntales de refuerzo fibrosos 145 penetran en los miembros de cuerda y están anclados en miembros de cuerda 143, y se extienden entre los revestimientos 142 del panel según ángulos agudos opuestos, que penetran y se superponen preferiblemente a una o más capas de revestimientos 142. Una resina curada impregna la totalidad de los materiales de refuerzo, según se ha descrito anteriormente. La estructura de cercha, que comprende puntales 145 y miembros de cuerda 143, se puede incorporar también en núcleos que tengan bandas de refuerzo que se extiendan entre o paralelamente a los revestimientos de panel, como se muestra por ejemplo en las figuras 1 y 7.

Haciendo referencia a la figura 11, el uso de mechas fibrosas relativamente económicas en lugar de tejidos de refuerzo fibrosos tejidos o tricotados puede ser extendido para formar la totalidad de la estructura de revestimiento del panel. Un panel emparedado 150 comprende un núcleo reforzado 151 de espuma de celdas cerradas y revestimientos fibrosos opuestos 152. El núcleo 151 comprende una placa 153 de espuma y miembros o puntales de refuerzo fibrosos 154 que se extienden entre los revestimientos. Cada uno de los revestimientos 152 comprende una primera capa de mechas de refuerzo paralelas 155 adyacentes al núcleo 153 de espuma y que cubren esencialmente las caras de la espuma. Una segunda capa de mechas de refuerzo paralelas 156 se superpone y cruza la primera capa 155 de mechas y cubre esencialmente la superficie de la primera capa 155. Si se desea, una capa de esterilla o velo fibroso 157 puede superponerse a la segunda capa 156 de mechas.

En la producción del panel 150, los extremos de las mechas que comprenden la primera capa 155 de revestimiento están asegurados en una línea a través del borde delantero de la placa 153 de espuma. La placa avanza a través del aparato de coser tal como se muestra en la figura 15, y el movimiento de avance de la placa tira de las mechas para formar la capa de revestimiento 155 desde filetas de suministro para cubrir las caras opuestas de la placa. Antes de la inserción de puntales 154 por medio del aparato de coser, se aplican una pluralidad de mechas de revestimiento paralelas 156 a través de la primera capa de mechas 155 mediante un mecanismo de movimiento alternativo que tiene guías que mantienen la separación y tensión deseadas de las mechas 156. La segunda capa 156 de revestimiento es a continuación cubierta por un velo fibroso 157 extraído de un rollo de suministro. Los puntales 154 de refuerzo del núcleo son cosidos a través del velo 157, de las capas de mechas 156 y 155 del revestimiento y de la placa 153 de espuma para producir el panel emparedado 150.

Si se requiere por consideraciones estructurales, se pueden aplicar capas adicionales a las caras del panel según varios ángulos antes del cosido. Alternativamente, fibras de mechas orientadas o no orientadas pueden ser troceadas en longitudes deseadas y aplicadas a las caras del núcleo en lugar de mechas continuas. La superposición de segmentos 158 de las mechas cosidas 154 de puntales mantienen todas las mechas 155 y 156 del revestimiento en posición hasta que se sitúa el panel 150 en un molde en el que se hace fluir una resina curable o endurecible a través de todos los refuerzos fibrosos para producir el panel estructural. Este método de formación de revestimientos de panel directamente a partir de mechas se puede incorporar a cualquiera de las realizaciones mostradas en las figuras 1-10.

En una realización preferida, se consiguen ahorros sustanciales de coste produciendo los miembros de refuerzo del núcleo del tipo de bandas directamente a partir de mechas fibrosas, en lugar de utilizar como bandas telas tejidas o cosidas, que son significativamente más caras que las mechas. En este método, las mechas son arrolladas circunferencialmente alrededor de una tira de espuma continua para crear una estructura de refuerzo de tubo estructural alrededor de la tira. Unos medios particularmente favorables al coste de formar la estructura arrollada son mediante arrollamiento espiral o helicoidal. La tira arrollada se corta a la longitud deseada y se alimenta a una máquina de coser mechas de la manera descrita en relación con la figura 15.

Haciendo referencia a la figura 12, tiras 170 de espuma de plástico de longitud conveniente son alimentadas extremo con extremo a través de un aparato de arrollamiento helicoidal 171, ilustrado esquemáticamente. El arrollamiento helicoidal de refuerzos del núcleo ofrece mayores ventajas económicas en comparación con los procedimientos existentes. Las fibras en forma de mechas cuestan aproximadamente del 50 a 60 por ciento de las

incorporadas en tejidos de doble bias a 45 grados, y las tasas de producción de la máquina de arrollamiento son de cinco a diez veces las de las máquinas de trenzado. Si se desea, la tira de espuma puede ser provista de una o más ranuras 39 como se describe en relación con la figura 1, para facilitar el flujo de resina en una operación de moldeo subsiguiente. La tira de espuma 170 tiene un espesor igual al espesor del núcleo del panel emparedado que se ha de producir a partir de la tira y una anchura igual a la separación deseada de las bandas de refuerzo dentro del núcleo.

A medida que la tira 170 avanza a través del aparato de arrollamiento 171, pasa a través de los ejes de una rueda 172 de bobinas rotativa en un sentido y una rueda 173 de bobinas rotativa en sentido opuesto. Cada rueda está cargada con cierto número de bobinas 174 en las que están arrolladas mechas de refuerzo fibrosas 175. La rueda 172 de bobinas rotativa arrolla una capa 176 de mechas sobre la tira de espuma según un ángulo único que está determinado por la velocidad de avance de la tira 170 a través del aparato 171 y por la velocidad de rotación de la rueda 172 de bobinas. La tira arrollada de manera única avanza a continuación a través de la rueda 173 de bobinas en rotación de sentido contrario, la cual arrolla una segunda capa 177 de mechas sobre la capa de mechas arrolladas 176.

El aparato de arrollamiento 171 puede ser graduado para tratar eficazmente una amplia gama de tamaños, por ejemplo de 6,35 mm a 30 cm (u cuarto de pulgada a un pie) o más de espesor. Las mechas pueden ser de diferentes espesores y pueden estar estrechamente espaciadas, de manera que cubran la superficie de la tira de espuma, o más ampliamente espaciadas, dependiendo de los requisitos estructurales de la tira arrollada acabada y del panel de material compuesto en el cual se ha de incorporar. Las mechas aplicadas a las superficies de la tira de espuma pueden tener un peso en total tan pequeño como 31,83 gramos o menos por metro cuadrado (0,1 onzas por pie cuadrado) y tanto como 1578,3 gramos o más por metro cuadrado (5,0 onzas por pie cuadrado). Las mechas mostradas en las figuras 12-14 son más gruesas que lo normal, para que se puedan entender los detalles de construcción. Las mechas pueden ser arrolladas según ángulos de +45 grados y -45 grados para resistencia máxima a los esfuerzos de cizallamiento en aplicaciones en las que la tira es sometida a cargas de flexión, o las mechas pueden ser aplicadas según otros ángulos dictados por los requisitos estructurales de productos finales concretos en los cuales serán incorporadas.

La tira continua 170 de espuma con capas arrolladas superpuestas 176 y 177, se corta a su longitud por medio de un aparato de corte desplazable, tal como una sierra circular (no mostrada) para formar las tiras arrolladas acabadas 178. Puesto que las tiras arrolladas 178 de espuma se usan como los elementos de espuma y de banda de un panel emparedado híbrido, tal como el mostrado en la figura 14, su longitud es igual a la anchura deseada del panel emparedado de núcleo. Antes de ser cortadas, las mechas arrolladas 174 son aseguradas contra desenredamiento, por ejemplo al ser envueltas en cualquier lado del corte con hilo 179 impregnado con adhesivo fundido en caliente, o aplicando cinta adhesiva alrededor del lugar del corte, o aplicando adhesivo a las mechas. Si se desea, las tiras 170 de espuma pueden ser arrolladas con una película de barrera aplicada antes de las capas de mecha para proteger la espuma de la humedad, ataque por resina o similares.

Las tiras acabadas 178 se hacen avanzar hacia el extremo de alimentación del aparato 200 de formación de núcleos ilustrado en la figura 15 y son insertadas en el aparato como se ha descrito en relación con la figura 15, o son hechas avanzar hacia un aparato (no mostrado) para unir las tiras conjuntamente con un velo adhesivo 241, como se muestra en la figura 18. El coste del trabajo por unidad de superficie del núcleo producido es muy bajo. En una variante del procedimiento de arrollamiento descrito en relación con la figura 12 se aplica a la superficie de la tira 170 de espuma una capa 180 de mechas fibrosas longitudinales, en una dirección paralela al eje longitudinal de la tira y antes de que las mechas 174 sean arrolladas alrededor de la tira de manera que la capa 180 sea mantenida en posición por las mechas arrolladas 174. Las mechas de la capa longitudinal 180 son suministradas desde paquetes 181 de mechas estacionarios y son impulsadas a través del aparato de arrollamiento 171 por el movimiento de avance de la tira 170 de espuma que avanza. Las mechas longitudinales pueden ser aplicadas a dos caras opuestas de la tira, como se muestra en la figura 12, para servir como elementos de revestimiento de panel emparedado, como se describirá en relación con la figura 14. Alternativamente, las mechas longitudinales pueden ser aplicadas a todas las caras de la tira de espuma con el fin de proporcionar las propiedades de compresión y pandeo requeridas para columnas estructurales.

La figura 13 proporciona una vista detallada de una tira arrollada 178 de espuma, que muestra la disposición en capas y la orientación de los cuatro conjuntos de mechas porosas y fibrosas aplicadas durante el proceso de arrollamiento ilustrado en la figura 12. En la figura 13, todas las mechas son mostradas con sección transversal plana y están estrechamente separadas para cubrir la superficie de la tira 170 de espuma de plástico de celdas cerradas. Las capas 180 de mechas longitudinales cubren las caras superior e inferior de la tira 170 de espuma. La primera capa 176 de mecha arrollada, mostrada con un ángulo de +45 grados, cubre las capas longitudinales 180 de mechas y las caras laterales de la tira 170 de espuma. La segunda capa 177 de mechas arrolladas, en un ángulo de -45 grados, cubre la primera capa arrollada 176. Cuando son impregnadas a continuación con una resina termoendurecible curable o resina termoplástica endurecible, producen un elemento estructural que tiene las propiedades generales de una viga de sección transversal tubular, rectangular.

La figura 14 ilustra un panel emparedado de núcleo de espuma reforzado de la construcción híbrida de banda y puntal que se intersectan, descrita anteriormente en relación con la figura 1, pero en el que las tiras 178 de mechas

arrolladas mostradas en la figura 13, son sustituidas por las tiras 33 de espuma con las láminas 34 de banda unidas, mostradas en la figura 1. Además, la figura 14 incorpora mechas en lugar de telas tejidas o tricotadas para formar los revestimientos de panel emparedado, en el método de producción mostrado en la figura 15. Esta combinación de tiras de núcleo de espuma de mechas arrolladas y revestimientos de panel de mechas aplicadas proporciona importantes ventajas estructurales y de coste.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 14, un panel de material compuesto estructural 190 comprende un núcleo 191 de espuma de plástico de células cerradas, reforzado con fibras, y revestimientos opuestos 192 reforzados con fibras. El núcleo de espuma reforzado 191 comprende una pluralidad de tiras paralelas 178 mostradas en la figura 13. Si se desea, las tiras 178 de espuma pueden estar provistas de mechas arrolladas diagonalmente sólo en una dirección alternando tiras arrolladas hacia la derecha y hacia la izquierda mientras se forma el núcleo de panel emparedado, de manera que los bordes arrollados adyacentes están a más o menos orientación angular, en lugar de ambos con la misma orientación y por lo tanto desequilibrados estructuralmente.

Las tiras arrolladas 178 de espuma son cortadas en ángulo recto por una pluralidad de filas paralelas de barras o puntas separados 193 que se extienden entre las caras del núcleo, y están hechas de mechas de refuerzo porosas y fibrosas. Los puntales 193 dentro de cada fila están inclinados según ángulos agudos opuestos entre sí, con respecto a los revestimientos 192 del panel y a las superficies planas de las tiras arrolladas 178. Superponiéndose a las tiras arrolladas 178 hay una capa de mechas de revestimiento paralelas porosas y fibrosas 194 que se extienden en una dirección paralela al plano de las filas de puntales 193 y perpendiculares a las tiras arrolladas 178 y su capa longitudinal 180 de mechas. Un velo, esterilla o cañamazo 195, fibroso, de poco peso, se superpone a la capa 194 de mechas de revestimiento que puede ser aplicada al panel 190 ya sea en la forma de una pluralidad de mechas discretas o como un tejido unidireccional que tiene mechas adheridas con anterioridad a un velo de poco peso. Las partes extremas de los puntales 193 penetran en todas las capas de mechas longitudinales 180, mechas arrolladas 176 y 177, mechas 194 de revestimiento y velo 195, y estas partes extremas se superponen al velo 195.

El panel ilustrado en la figura 14 ha sido invertido desde la posición en la que es producido en el aparato de la figura 15 con el fin de mostrar las mechas continuas que comprenden los puntales 193. Como se muestra en la figura 14, una pluralidad de mechas continuas han sido cosidas a través del panel emparedado 190 según ángulos opuestos y desde el mismo lado del panel, estando cada segmento 196 de mecha continuo enclavado consigo mismo en una configuración de puntadas de cadeneta. Se ha de entender que se pueden usar métodos de cosido alternativos, por ejemplo cosido en bucle o bucles cortados como se muestra en la figura 1.

Una importante característica de la estructura de refuerzo fibrosa mostrada en la figura 14 es que la capa longitudinal 180 de mechas sobre las tiras arrolladas 178 comprende los refuerzos transversales de los revestimientos 192 del panel de emparedado, y las capas 176 y 177 de mechas de +45 grados y -45 grados que se superponen a la capa longitudinal 180 constituyen también elementos de los revestimientos del panel emparedado. Es decir, los elementos de banda de los refuerzos del núcleo están compuestos de las mismas mechas arrolladas continuas que los elementos de revestimiento a +45 grados y -45 grados. Esto da lugar a mayor resistencia a la exfoliación entre el núcleo y la estructura de revestimiento, ya que las bandas de refuerzo del núcleo del tipo de banda no terminan junto a los revestimientos de panel como en la figura 1. Las capas 180, 176 y 177 de mechas, que curen las tiras 178 de espuma de cubierta, también anclan las partes extremas de los puntales 193.

El núcleo reforzado 190 mostrado en la figura 14 puede ser también producido omitiendo las capas 180 y 194 de mechas y el velo 195, que comprenden elementos de revestimiento continuos a través de la longitud y/o la anchura del panel. Esto puede ser deseable cuando los núcleos de refuerzo se utilizan para producir grandes paneles emparedados, por ejemplo cascos de barcos, que consisten generalmente en una pluralidad de núcleos adyacentes entre sí y entre los revestimientos del panel. En tales paneles, se prefiere generalmente utilizar revestimientos de longitud y anchura suficientes para proporcionar continuidad estructural a través de cierto número de núcleos, en lugar de utilizar núcleos que tengan revestimientos previamente unidos, ya sea que tales revestimiento previamente unidos comprendan tejidos de refuerzo o de mechas integradas en el núcleo como se ha descrito en relación con la figura 14. Cuando se omiten los elementos 180, 194 y 195 de revestimiento continuos, las tiras arrolladas 178 permanecen firmemente retenidas juntas como un núcleo unitario por la fricción de las mechas 193 del puntal que se intersecan con núcleos adyacentes y por los segmentos continuos de mechas de puntal que están cosidos a lo largo de las caras superior e inferior de tiras 178. En esta configuración, las partes extremas 196 de puntales 193 no se extienden a través de los revestimientos del panel emparedado, sino que, en vez de ello, están atrapadas entre la capa de mechas exterior 177 y los revestimientos de panel aplicados a la superficie del núcleo.

Las tiras 178 de espuma de mechas arrolladas de las figuras 12-14 están mostradas con sección transversal rectangular. Si se desea, estas tiras pueden ser de otras secciones transversales, por ejemplo de paralelogramo o triángulo, como se muestra en las figuras 4, 5 y 19.

La Patente U.S. No. 5.904.972 describe elementos de núcleo de panel emparedado compuestos de bloques o tiras discretos de espuma de plástico envueltos con tejidos de refuerzo arrollados. Una pluralidad de los bloques envueltos se apilan entre revestimientos de panel emparedado en un molde en una configuración de panel de abeja, con las partes extremas de los bloques de espuma y las partes de borde del tejido envueltas adyacentes a los revestimientos de panel. Las tiras de espuma 178 arrolladas helicoidalmente, mostradas en la figura 13 de la

presente invención, pueden ser sustituidas por estos bloques envueltos para proporcionar propiedades estructurales comparables con ahorros notables sobre el coste de tejidos y de trabajo de fabricación.

Como se describe en la Patente No. 5.904.972, puede ser deseable extender las partes de borde del tejido de refuerzo más allá de los extremos de los bloques de espuma, de manera que aquellas puedan ser dobladas para formar una pestaña o brida para la unión estructural mejorada a los revestimientos de panel emparedado. Una extensión similar de las capas longitudinales 180, 176 y 177 de mechas de la figura 13 se puede conseguir alternando bloques de espuma sacrificables (no mostrados) extremo con extremo con tiras 170 de espuma de núcleo, arrollando la espuma como se ha escrito anteriormente, cortando las tiras envueltas a través de la parte media de los bloques de espuma sacrificables y eliminando los bloques sacrificables. Las tiras 170 de espuma pueden ser provistas también de micro-ranuras superficiales antes de la inserción en el aparato de arrollamiento 171. Otros materiales de núcleo apropiados pueden sustituir a la espuma de plástico utilizada para las tiras o bloques arrollados, por ejemplo madera de balsa o botellas de plástico huecas, obturadas, de forma geométrica similar.

Puesto que las propiedades estructurales de los núcleos del panel emparedado mostrado en las figuras 1-19 son usualmente proporcionadas principalmente por la estructura fibrosa de refuerzo del núcleo, la espuma de plástico de celdas cerradas que comprenden los núcleos puede ser seleccionada sobre la base de otras propiedades deseadas del panel, tales como resistencia al agua o al fuego, aislamiento térmico o transmisión de luz. Por ejemplo, se pueden impregnar espuma de polietileno traslúcida y materiales de refuerzo de fibra de vidrio con resina traslúcida para producir un panel de transmisión de luz y de soporte de carga para usar como techo de remolques de carretera o techos de edificios. Está también dentro del alcance de la realización sustituir la espuma de plástico por otros materiales celulares, tales como espuma de carbón o madera de balsa.

Las figuras 1-8, 10, 11 y 14 ilustran núcleos reforzados con fibras y paneles emparedados que son producidos en parte insertando, o cosiendo, elementos de refuerzo porosos y fibrosos tales como mechas de fibra de vidrio a través del espesor de materiales de núcleo de espuma plástica. Esto se puede conseguir por medio del aparato 200 ilustrado en la figura 15. Una pluralidad de tiras 201 de espuma se insertan adyacentes entre sí en un aparato de coser 200. Las tiras 201 pueden ser de sección transversal rectangular u otra y pueden estar provistas de bandas unidas porosas y fibrosas de tejido de refuerzo o de mechas de refuerzo arrolladas, porosas y fibrosas, como se ha descrito anteriormente. Se ha de entender que, si se desea, placas de espuma con una longitud esencialmente mayor que la anchura de las tiras 201 pueden comprender el material de espuma de plástico.

Las tiras 201 se hacen avanzar en general en pasos iguales, por ejemplo mediante una barra de presión (no mostrada) de movimiento en vaivén o cintas sin fin móviles 202, hacia cabezas de coser 203 y 204, a las cuales están firmemente unidas una pluralidad de agujas tubulares 205, cánulas o ganchos compuestos, adaptados a perforar y para la inserción de mechas fibrosas. Las cabezas de coser 203 y 204 están inclinadas según ángulos opuestos con respecto a la superficie de las tiras 201. Cuando las tiras 201 detienen el avance al final del paso hacia adelante, las cabezas de coser 203 y 204 de movimiento en vaivén insertan las agujas 205 dentro y a través de las tiras 201. Las agujas se sitúan exactamente en sus puntos de entrada en las tiras 201 por medio de guías 207 de agujas. Las mechas porosas y fibrosas 208, que han sido suministradas desde paquetes de mechas arrolladas (no mostrados), son insertadas por medio de las agujas 205 a través de las tiras 201 y emergen en la superficie opuesta a sus puntos de entrada en la forma general de los bucles 115 como se muestra en la figura 8.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 15, los bucles 115 son agarrados por el aparato (no mostrado) que retiene los bucles formados más allá de la superficie de las tiras desde las cuales han emergido y, si se desea, los acopla con otros bucles para formar un punto de cadeneta como se muestra en la figura 14 o con mechas suministradas separadamente para formar un punto de bucles. Entonces se retraen las cabezas de coser 203 y 204, que hacen avanzar hacia las agujas 205 una longitud predeterminada de mechas 208 suficiente para formar la siguiente puntada. Después de la retracción, la fila de tiras 201 avanza un paso o distancia predeterminada y se detiene, y las cabezas de coser 203 y 204 se mueven en vaivén para insertar el siguiente par de puntales opuestos. El conjunto unificado de tiras 201 retenido conjuntamente por mechas cosidas 208 que intersecan las tiras es cortado por una sierra u otros medios adecuados en núcleos 209 de longitud deseada.

El aparato de coser 200 puede ser usado para producir paneles 209 que tienen revestimientos porosos y fibrosos previamente unidos, como se muestra en la figura 1. Haciendo referencia de nuevo a la figura 15, el tejido 210 de refuerzo del revestimiento se aplica desde rollos y se hace avanzar adyacente a las caras opuestas del panel 206 hacia las cabezas de coser 203 y 204. A medida que las mechas son cosidas a través de las tiras 201 que forman el panel 206, las mechas se superponen al tejido 210 de revestimiento y unen mecánicamente el tejido 210 al panel 206.

El aparato 200 mostrado en la figura 15 puede ser utilizado también para producir paneles emparedados en los cuales todos los componentes de refuerzo estructurales, tanto del núcleo como de los revestimientos, comprenden mechas fibrosas de bajo coste, como se muestra en la figura 14. Una capa de mechas longitudinales 194 de revestimiento (figura 14) es aplicada a la superficie del panel 206 durante su producción en el aparato de coser 200 mostrado en la figura 15. Una pluralidad de mechas porosas y fibrosas 211 suficiente para cubrir las caras del panel son impulsadas por el panel 206 en avance desde los paquetes de suministro de mechas (no mostrados) y avanzan

adyacentes a las caras expuestas de las tiras 201 hacia las cabezas de coser. Un velo, esterilla o cañamazo 210, delgado y poroso, es impulsado desde rollos por medio del panel 206 que avanza, para superponerse a las mechas 211 y mantenerlas en posición después de que las mechas 208 hayan sido cosidas a través del panel 206. Las tiras 201 han sido provistas de una capa 180 de mechas longitudinal, como se muestra en la figura 14, de manera que las capas 180 y 194 de la figura 14 comprenden los refuerzos transversales y longitudinales del revestimiento del panel 206 producidos en la figura 15. Está también dentro del alcance de la realización proveer al aparato 200 de producción de paneles de un mecanismo de movimiento en vaivén (no mostrado) que aplica mechas transversales y en ángulos de doble bies a las caras del panel 206. Esto permite la producción de los paneles 150 mostrados en la figura 11, en los que el núcleo de espuma no comprende tiras arrolladas 178 que contengan la capa 180 de mechas.

En otra realización preferida, se consigue resistencia bidireccional del panel disponiendo tiras 177 de espuma arrolladas con miembros de refuerzo transversales internos, en lugar de insertar mechas estructurales 193 a través de las tiras 177. Haciendo referencia a la figura 16, la tira 220 de espuma reforzada comprende una pluralidad de bloques o piezas 221 de plástico en espuma separadas por láminas 222 de material de refuerzo fibroso a modo de banda, tal como tejido o esterilla de fibras de vidrio o fibras de carbono. Piezas de espuma 221 y bandas de refuerzo 222 se conectan entre sí adhesivamente para facilitar el tratamiento y la manipulación, mientras se mantiene esencialmente la porosidad del material de banda, como se describe en la Patente U.S. 5.834.082. La tira reforzada 220 puede estar provista de una ranura 223 para el flujo de resina. Se ha de entender que las piezas de espuma 221 pueden ser sustituidas por otros materiales, por ejemplo madera de balsa o cubos de plásticos moldeados por soplado, sin comprometer la forma o la integridad estructural del núcleo.

Haciendo referencia a la figura 17, la tira reforzada 230 está provista de capas 176 y 177 de mechas fibrosas, como se muestra en las figuras 12 y 13, para formar la tira reforzada arrollada 233. Si es necesario para aumentar la resistencia a la flexión o axial, puede estar prevista también la capa 180 de mechas mostrada en la figura 13. Haciendo referencia a la figura 18, el núcleo reforzado 240 está compuesto de una pluralidad de tiras reforzadas arrolladas 233 mantenidas juntas como una estructura unitaria por velos 241 adheridos con aglutinante activado por calor a las caras opuestas del núcleo 240. Si se desea, para conseguir mayor flexibilidad a la flexión, el velo 241 puede ser aplicado sólo a una superficie del núcleo. Otros medios de utilización de la estructura de núcleo incluyen adherir bandas paralelas de hilo o cañamazo fundido en caliente a través de las tiras arrolladas o aplicando adhesivo sensible a la presión a las caras de las tiras que están en contacto unas con otras. En lugar de velos 241, se puede adherir tejido o esterilla estructural a la superficie del núcleo para formar una preforma de panel emparedado preparada para la impregnación. Cuando se sitúan uno o más núcleos 240 en un molde entre refuerzos de revestimiento de tejido y se hace fluir resina a través de la estructura de núcleo y revestimiento y se cura para formar un panel de material compuesto estructural, bandas 222 de tejido y bandas 242 de mechas compuestas de cuatro capas 176 y 177 de mechas arrolladas forman una estructura de refuerzo similar a una parrilla, y las partes de capas arrolladas 176 y 177 adyacentes a los revestimientos del panel proporcionan unión adhesiva excepcional para resistir las fuerzas de cizallamiento. La construcción articulada del núcleo 240 permite también un alto grado de adaptabilidad a superficies de molde curvadas.

La figura 19 ilustra una realización de un núcleo 250 de fibras arrolladas en el que se consiguen resistencia bidireccional y rigidez sin la adición de bandas internas o de puntales de mechas. El núcleo 250 reforzado con fibras comprende una pluralidad de tiras triangulares 251 de espuma que han sido provistas de capas 252 y 253 de mechas fibrosas arrolladas helicoidalmente para formar tiras 254 envueltas de manera arrollada. Las tiras triangulares arrolladas 254 son mantenidas juntas como una estructura de núcleo unitaria por velos 255 adheridos con un aglutinante activado por calor a la capa exterior 253 de mechas arrolladas de tiras arrolladas 254. Los ángulos con los cuales son cortadas las tiras triangulares 251 pueden ser seleccionados para el equilibrio deseado de resistencia al cizallamiento y a la compresión.

Está dentro del alcance de la presente invención utilizar cualquiera de dos tipos generales de resina endurecible para infiltrar o impregnar los refuerzos porosos y fibrosos de los núcleos y revestimientos. Resinas termoendurecibles tales como poliéster, éster de vinilo, epoxídicas y fenólicas, son resinas líquidas que se endurecen mediante un proceso de curado químico, o reticulación, que tiene lugar durante el proceso de moldeo. Resinas termoplásticas, tales como polietileno, polipropileno, PET y PEEK, que han sido previamente reticuladas, son licuadas mediante la aplicación de calor antes de la impregnación en los refuerzos y se vuelven a endurecer a media que se enfrían dentro del panel.

Como una alternativa a la impregnación de materiales de refuerzo porosos de la estructura de panel ensamblada con resina líquida, los materiales de refuerzo pueden comprender tejidos y mechas que han sido previamente impregnados con resinas termoendurecibles parcialmente curadas que son a continuación curadas por la aplicación de calor. Análogamente, los materiales de refuerzo de mechas y tejidos pueden ser previamente impregnados con resinas termoplásticas o mezclados con fibras termoplásticas que son a continuación fundidos conjuntamente por medio de la aplicación de calor y presión.

Está además dentro del alcance de la invención unir a las caras de los núcleos de espuma reforzados materiales de chapa rígidos de revestimiento, tales como acero, aluminio, madera contrachapada o plástico reforzado con fibras de vidrio. Esto se puede conseguir impregnando los refuerzos del núcleo con resina curable o endurecible y aplicando presión a los revestimientos rígidos mientras cura la resina, o impregnando y curando la estructura de refuerzo del

núcleo antes de unir revestimientos rígidos al núcleo con adhesivos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un núcleo reforzado con fibra adaptado para la impregnación con una resina endurecible y que tiene superficies de núcleo opuestas adaptadas para ser unidas a revestimientos correspondientes, comprendiendo dicho núcleo una pluralidad de tiras alargadas (170, 220, 251) de material de células cerradas de baja densidad, una primera capa (176, 255) de mechas porosas y fibrosas arrolladas helicoidalmente que circundan cada una de dichas tiras y dichas mechas circundantes están conectadas juntas para formar dicho núcleo, caracterizado por que dichas tiras alargadas están unidas conjuntamente con un velo adhesivo (241).
- 10 2. Un núcleo según se ha definido en la reivindicación 1, y que incluye una segunda capa (177, 253) de mechas porosas y fibrosas arrolladas helicoidalmente que circundan dicha primera capa de cada una de dichas tiras, y dichas mechas en dicha segunda capa (177, 253) están arrolladas helicoidalmente en un sentido opuesto y cruza dichas mechas en dicha primera capa (176, 252).
3. Un núcleo según se ha definido en las reivindicaciones 1 o 2, y que incluye mechas continuas porosas y fibrosas generalmente paralelas (180) que se extienden longitudinalmente a lo largo de cada una de dichas tiras adyacentes a dicha primera capa de mechas arrolladas helicoidalmente.
- 15 4. Un núcleo según se ha definido en las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que cada una de las citadas tiras (251) tiene una configuración de sección transversal triangular.
5. Un núcleo según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y que incluye ranuras internas de distribución de resina (39, 223) que se extienden dentro de dichas tiras (170, 220) y espaciadas hacia el interior desde dichas superficies opuestas de dicho núcleo (191, 240).

20

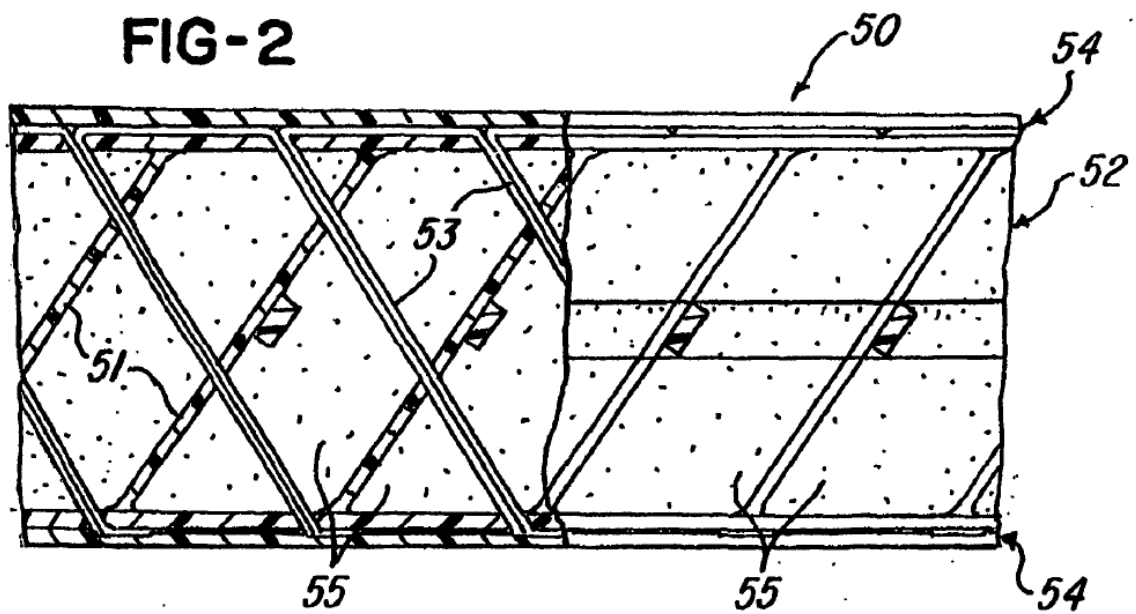
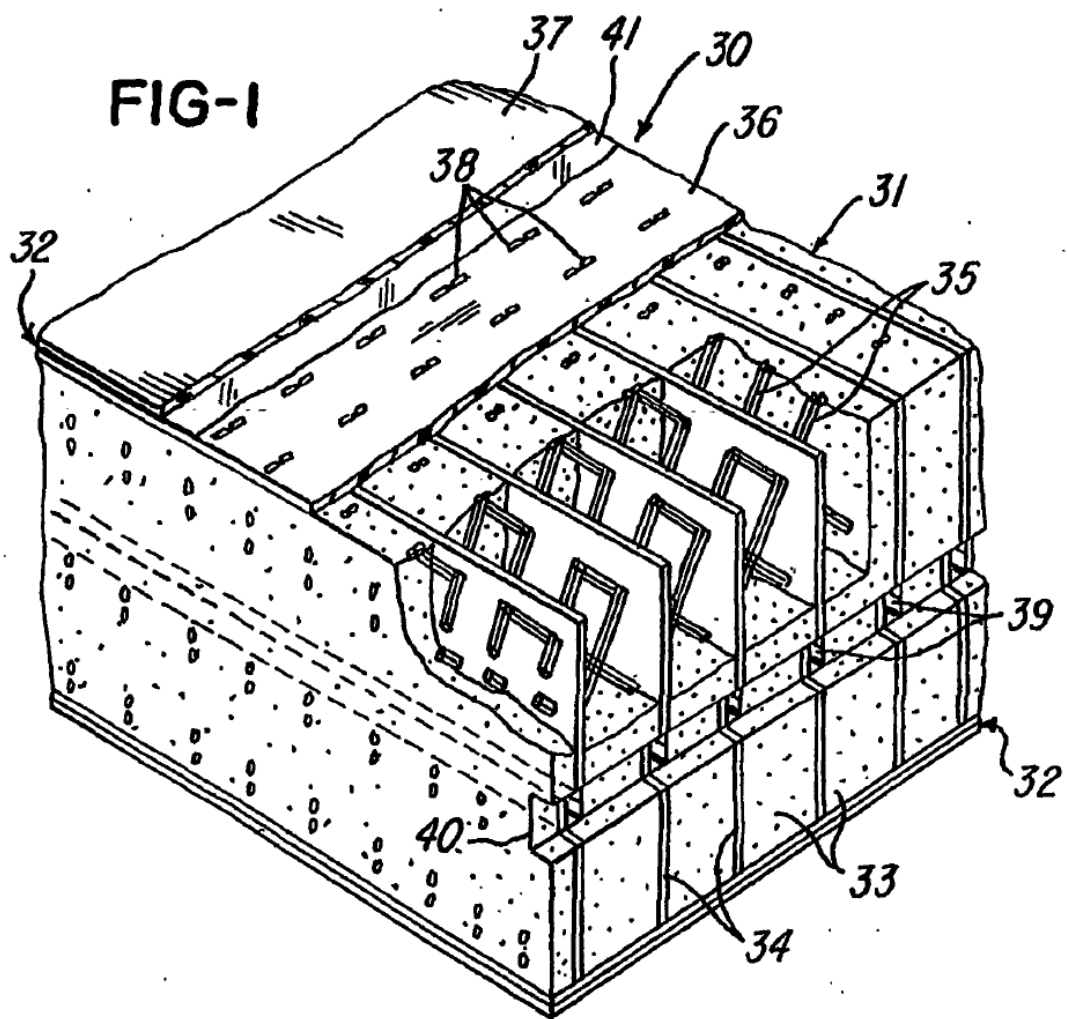


FIG-3

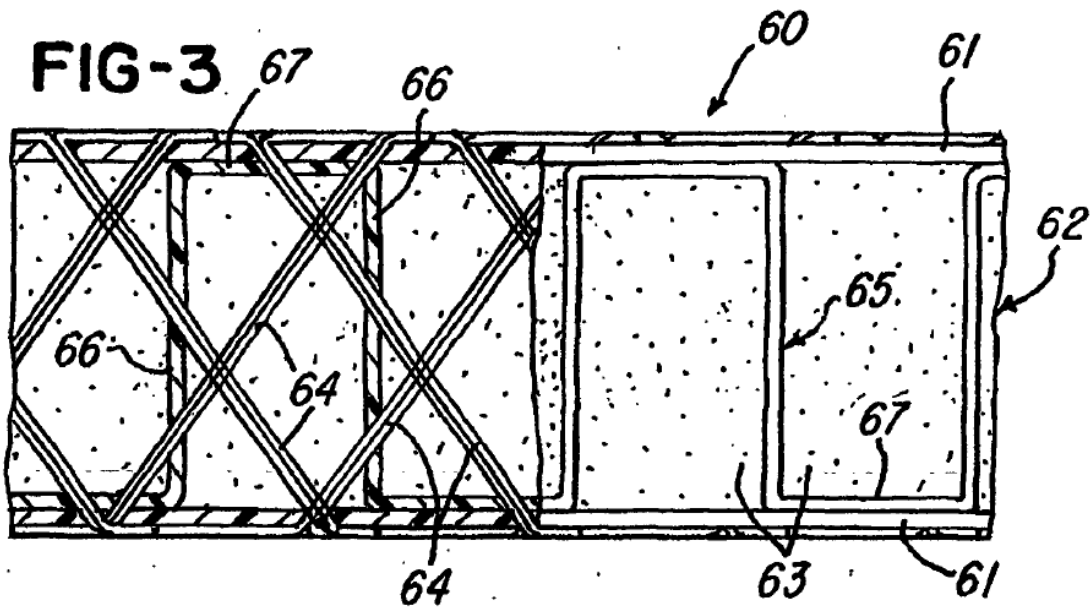


FIG-4

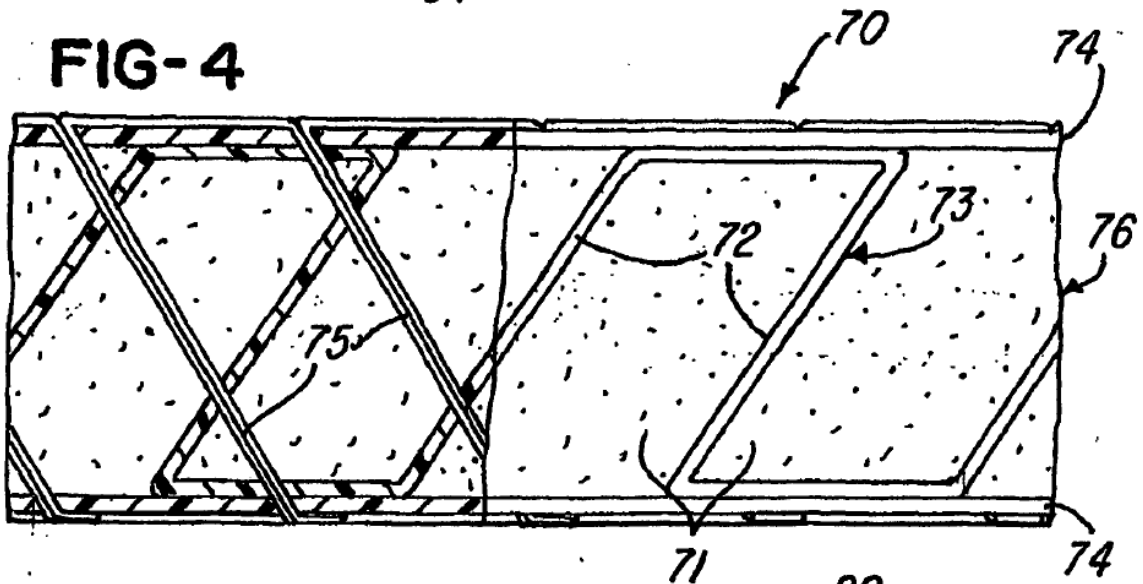
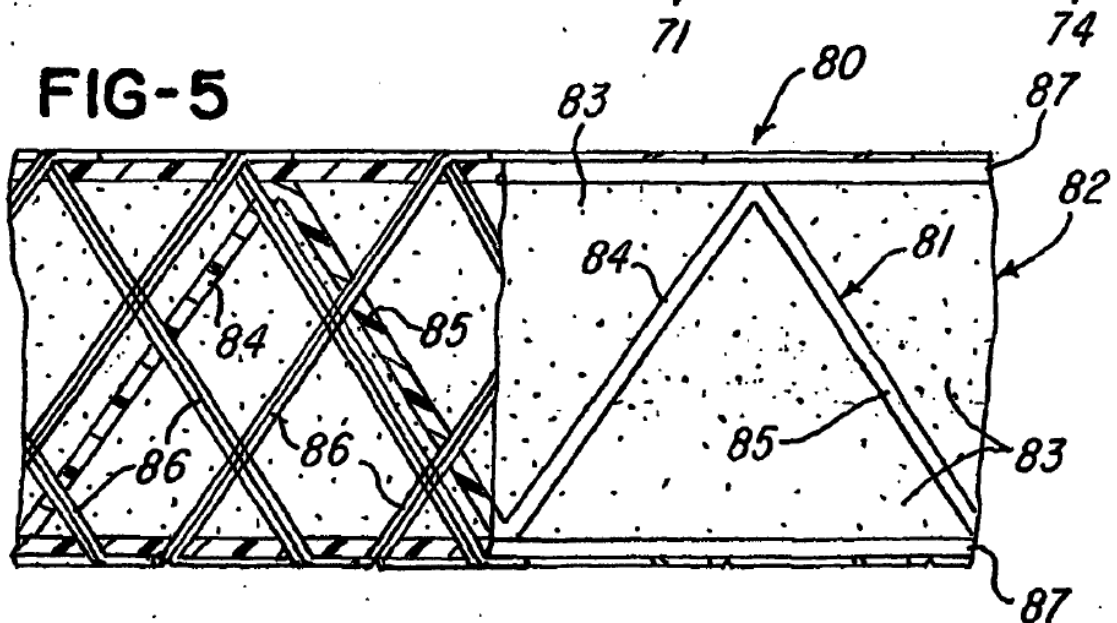
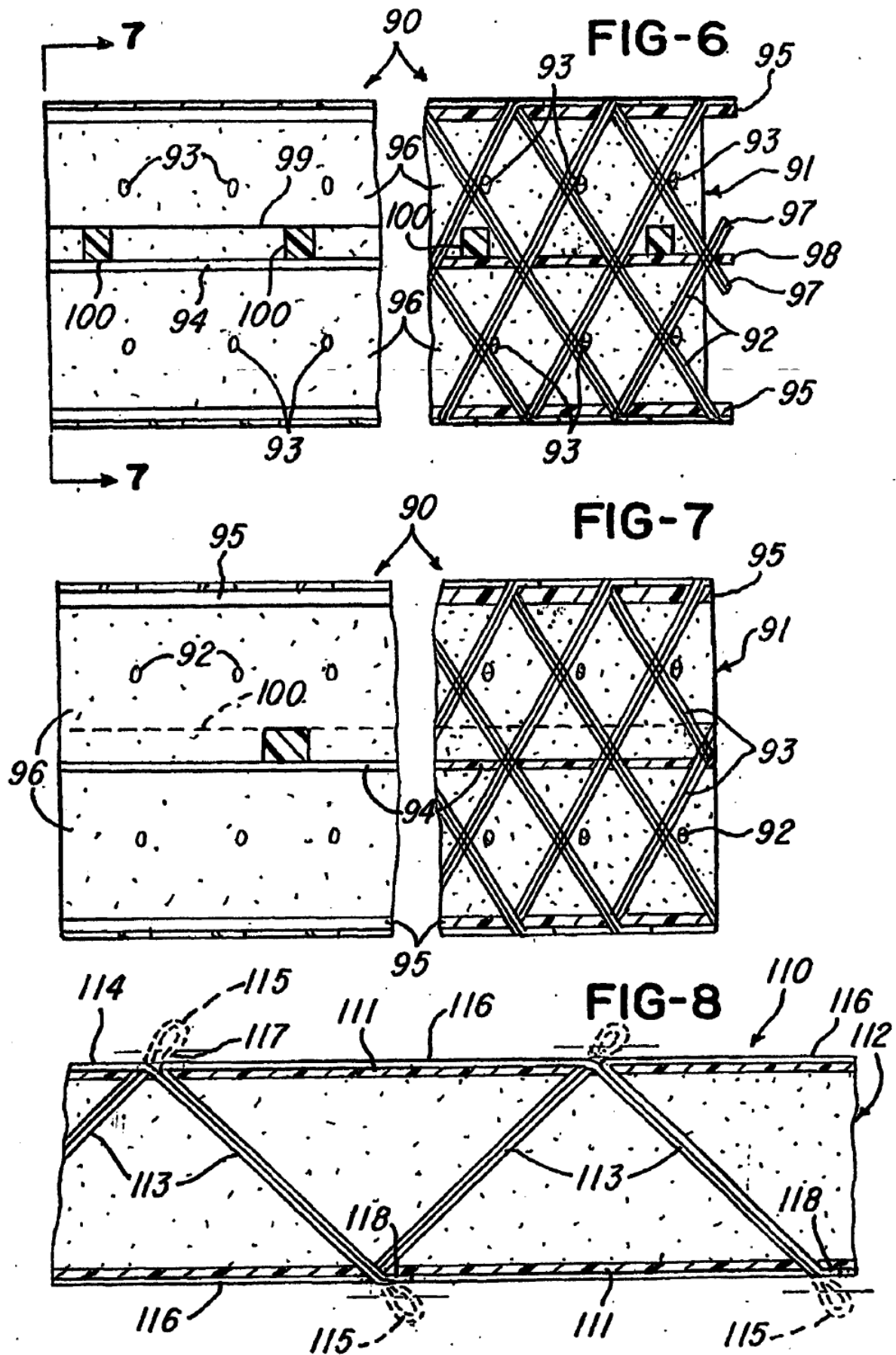
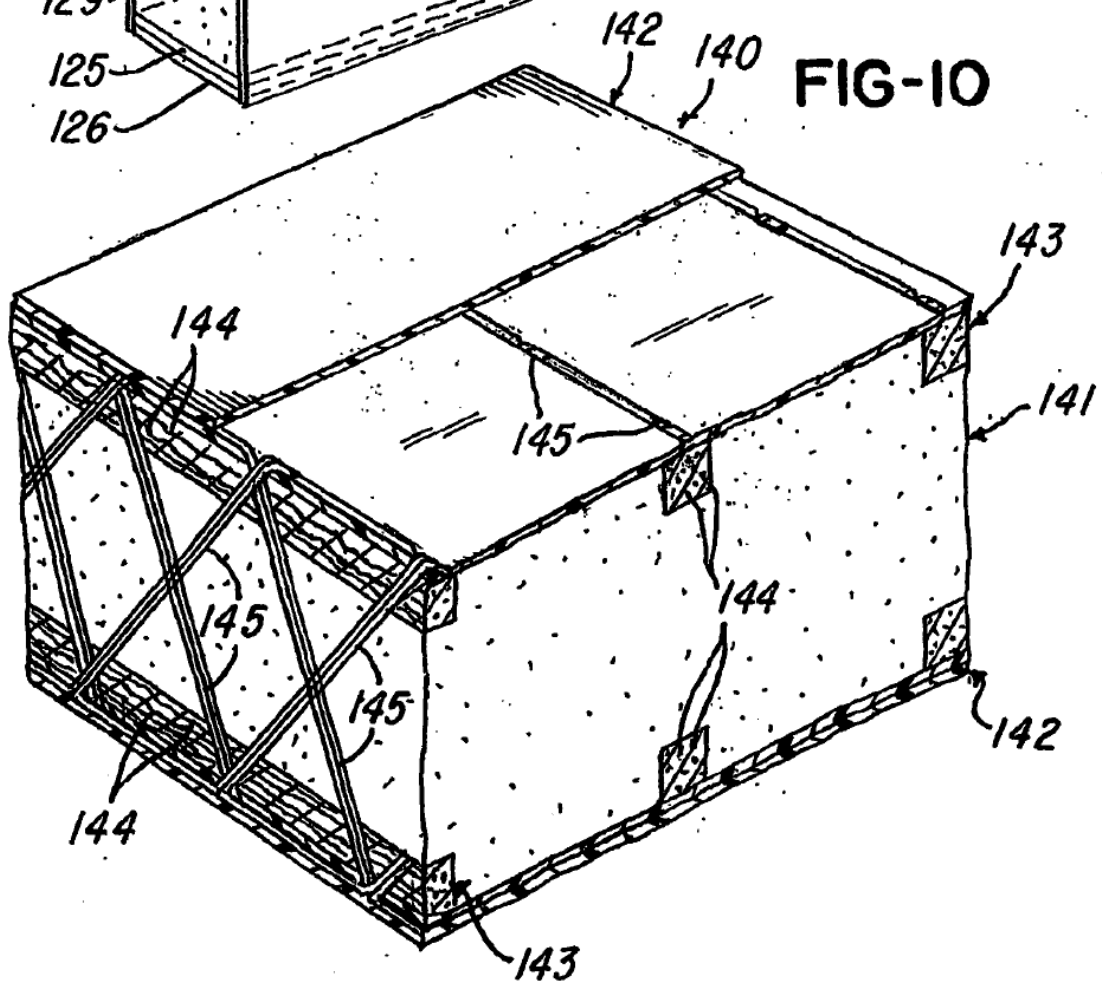
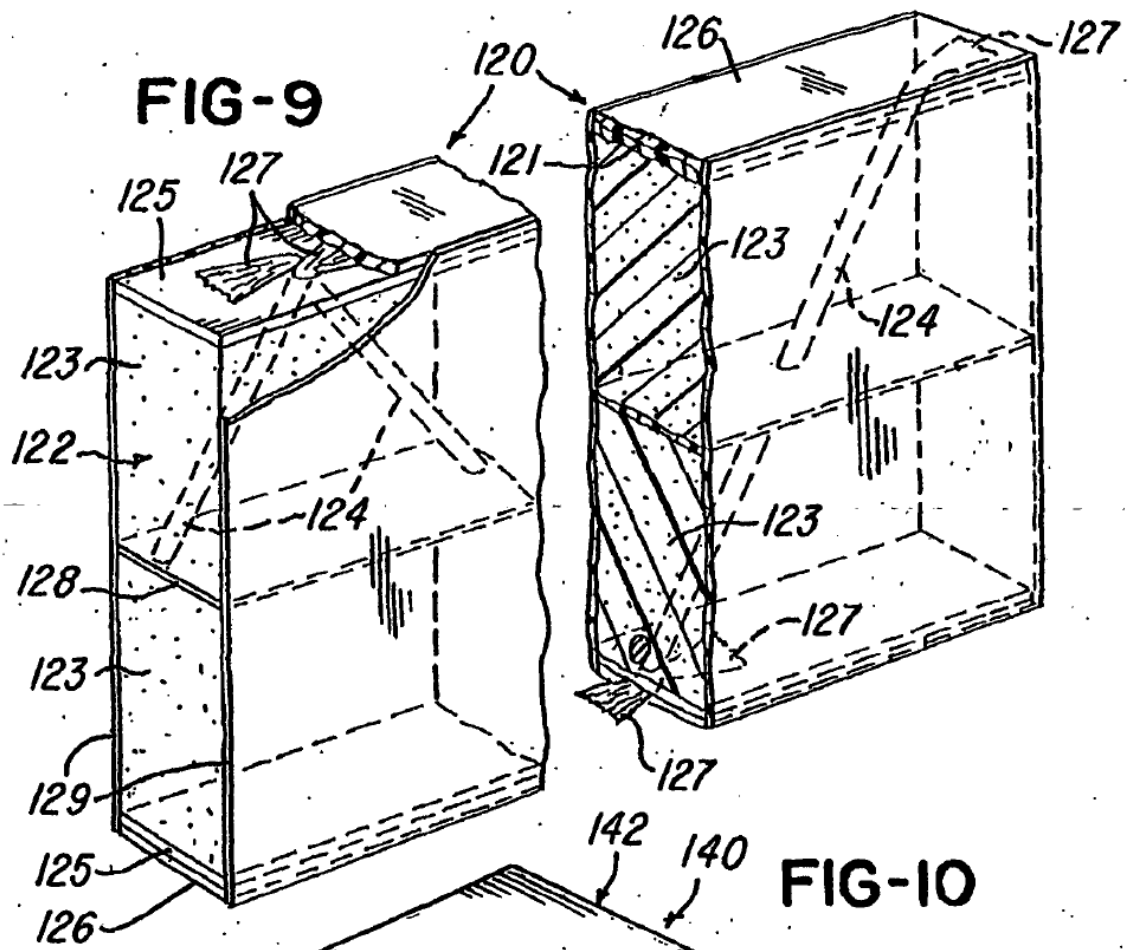


FIG-5







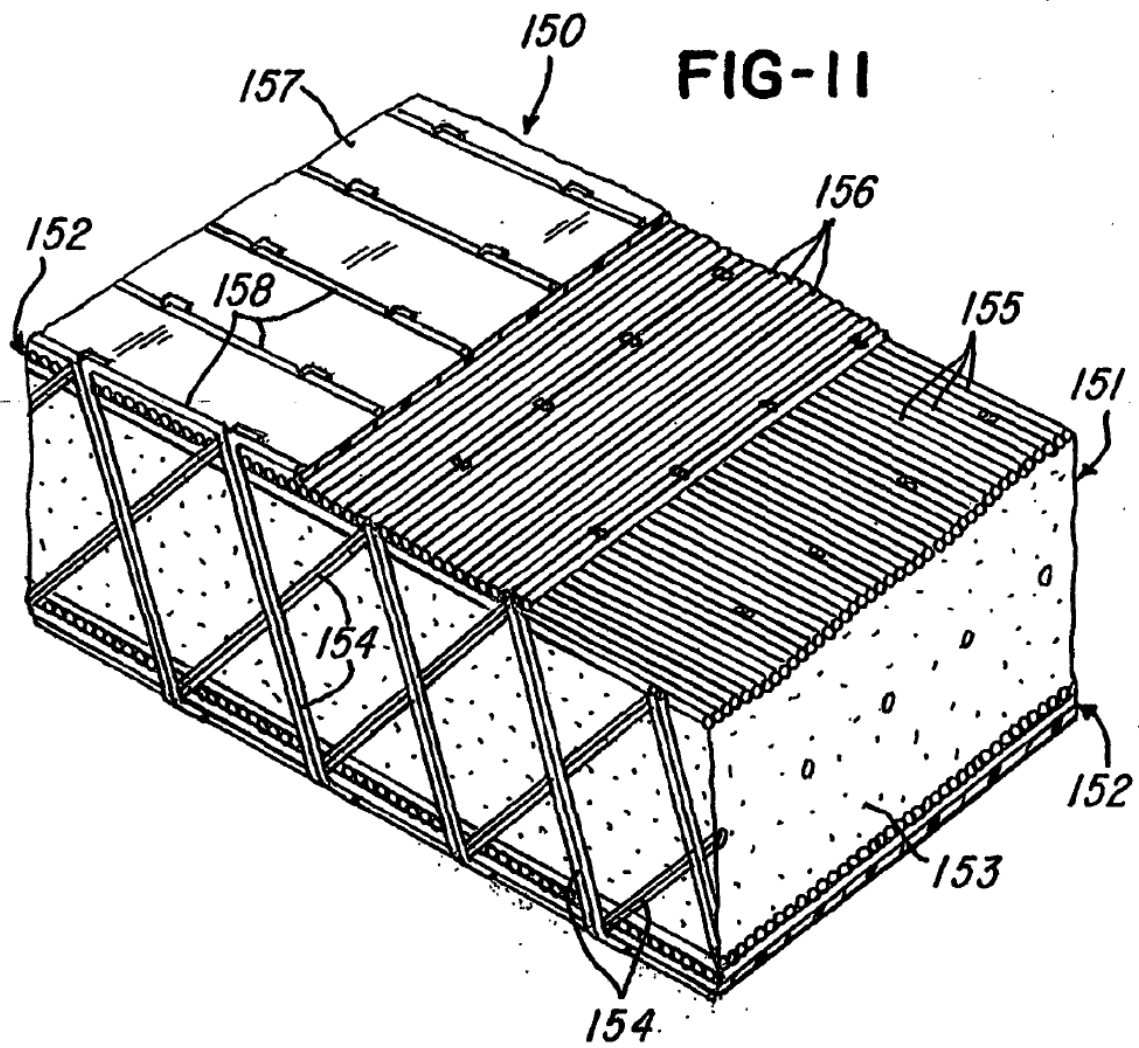


FIG-12

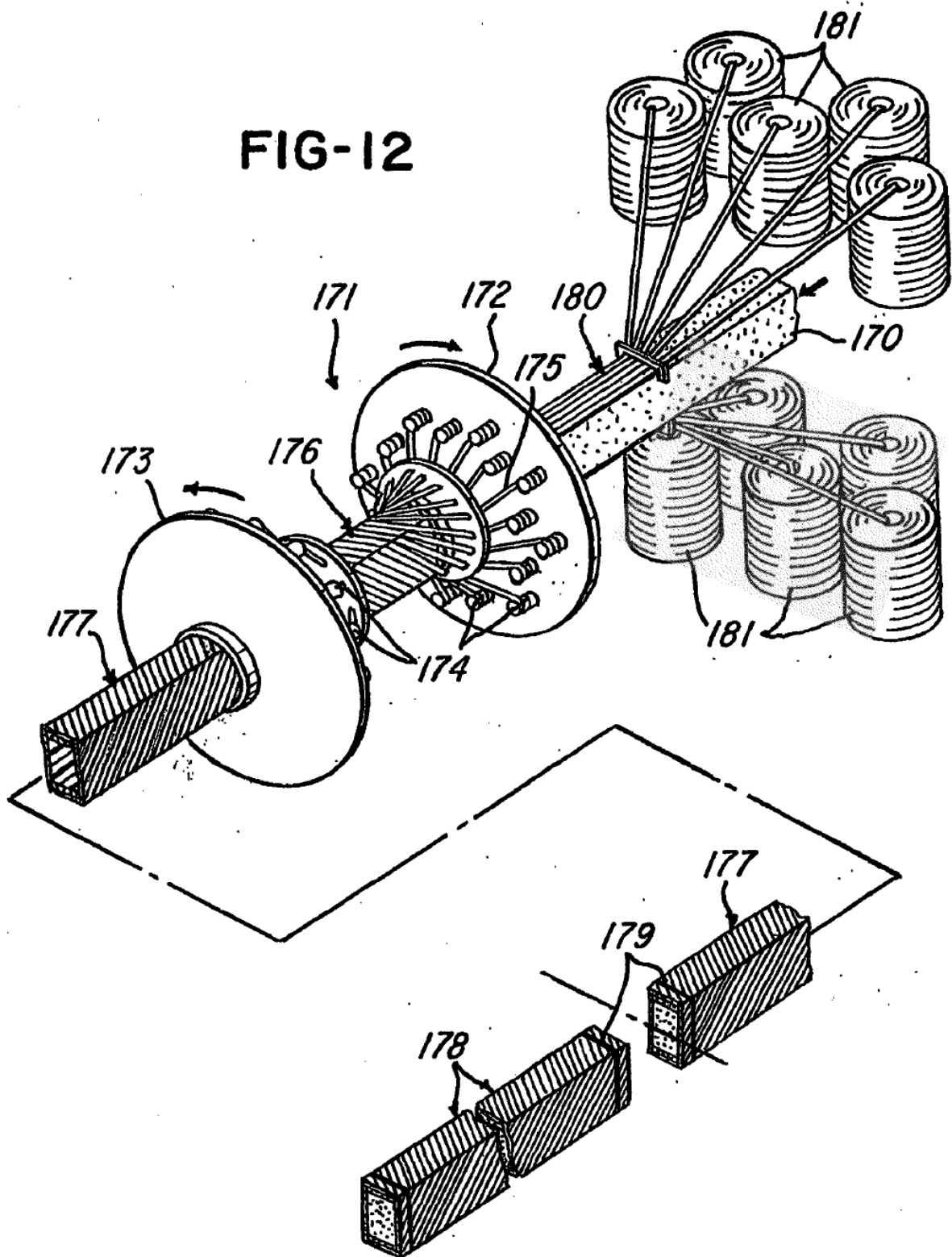


FIG-13

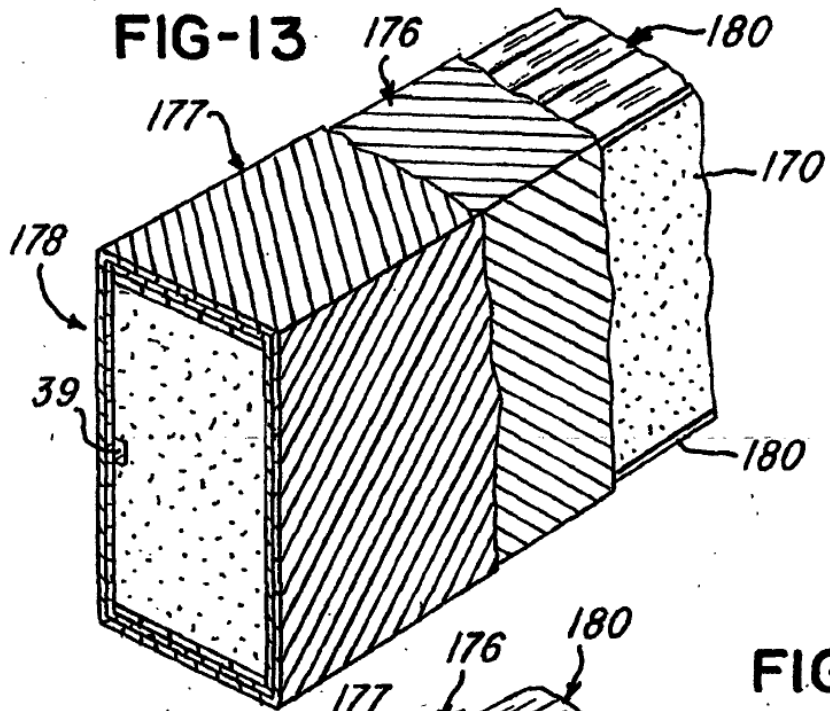
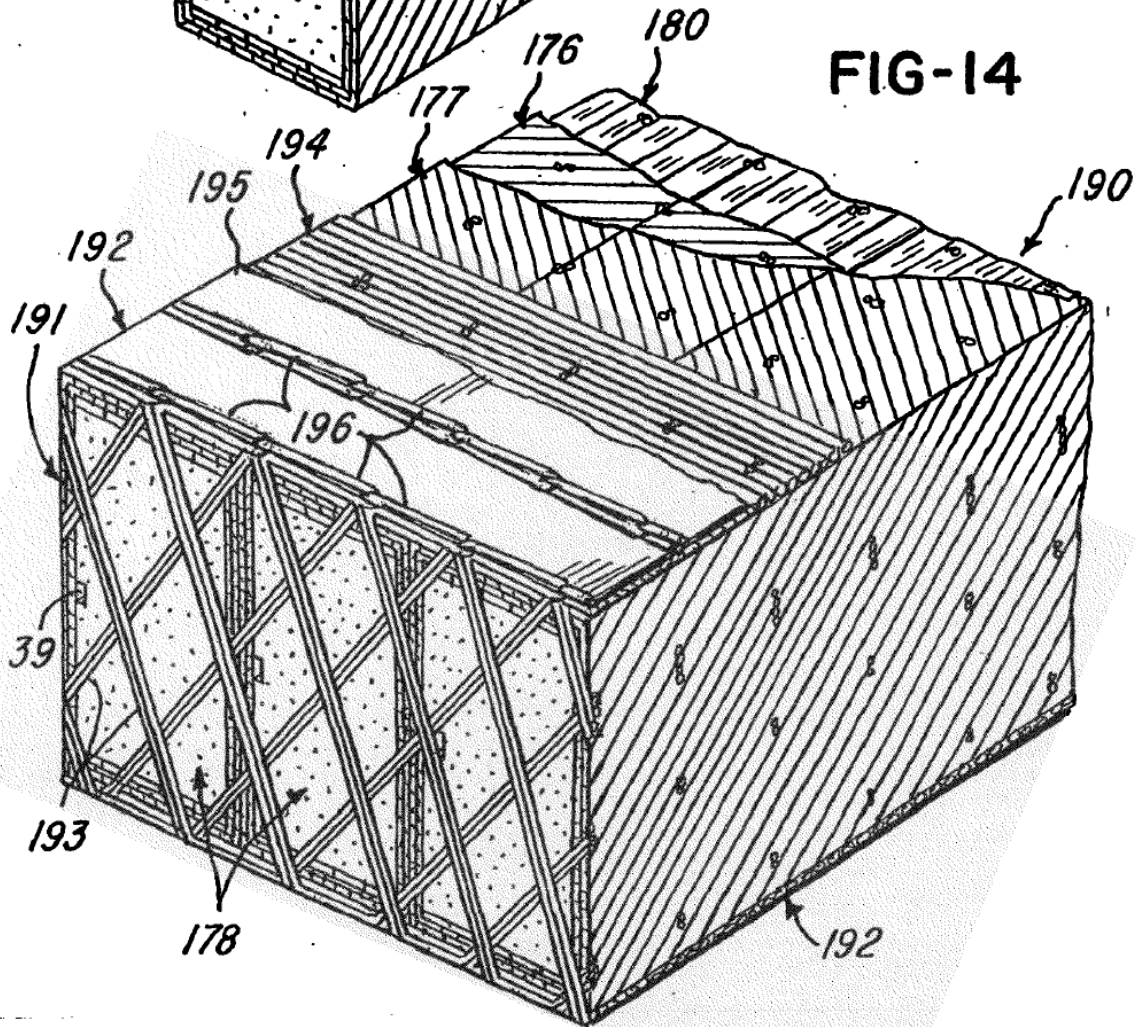
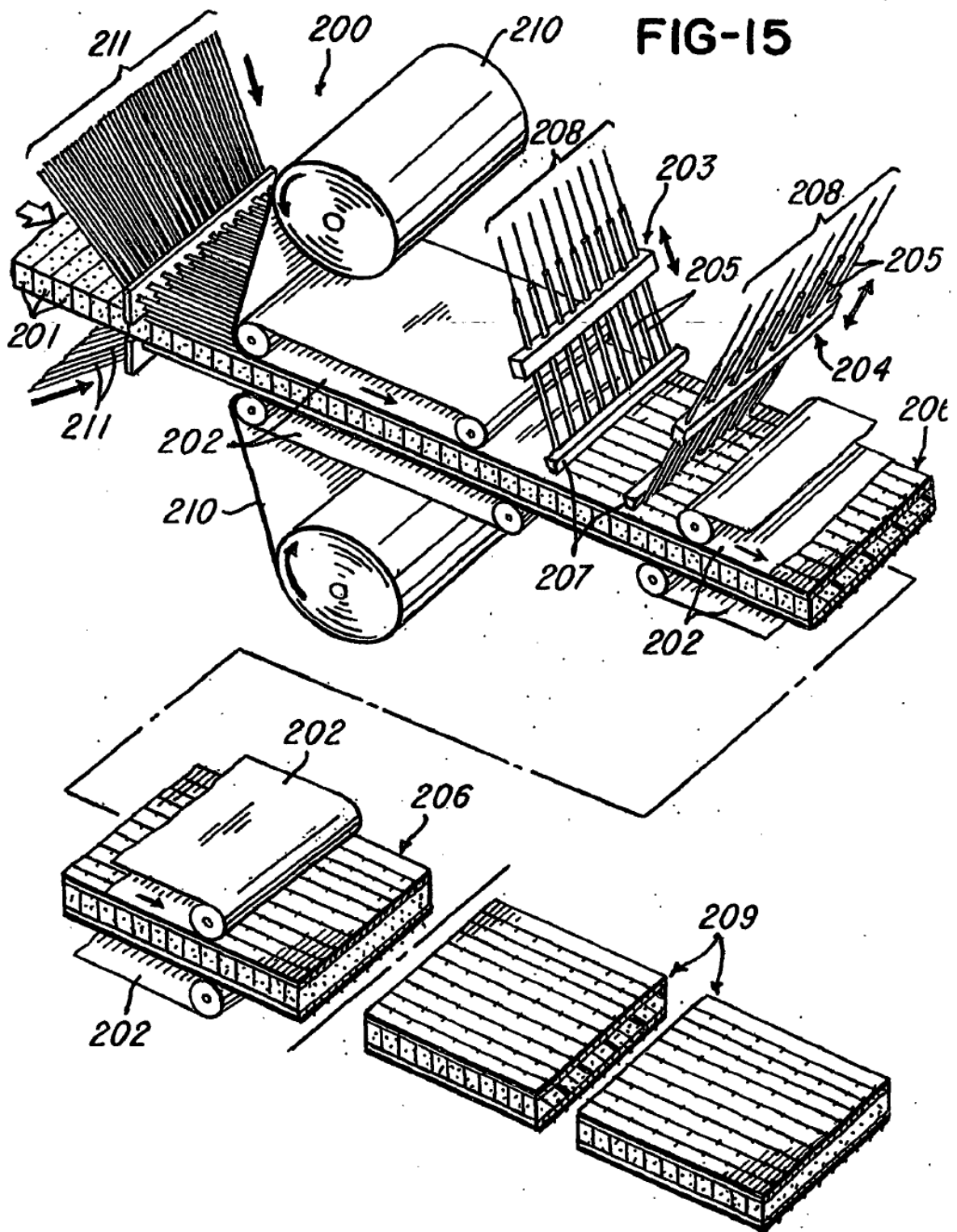


FIG-14





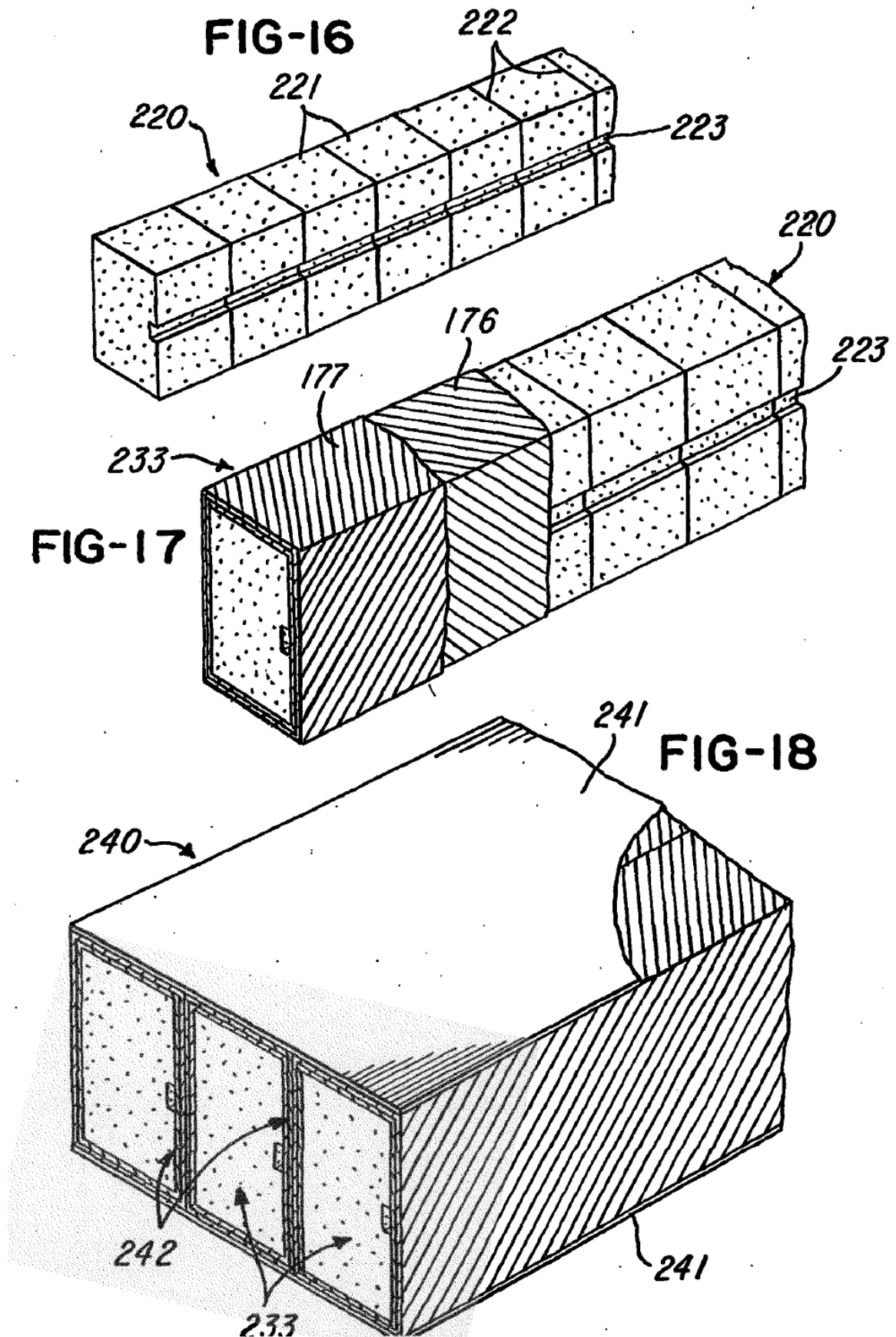


FIG-19

