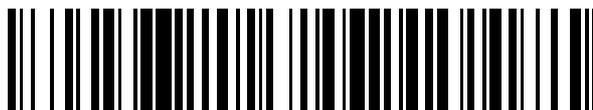


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 193**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

C09J 4/00 (2006.01)

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2006 E 06015128 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 1749631**

54 Título: **Método para elaborar preformas tridimensionales usando aglutinantes anaeróbicos**

30 Prioridad:

01.08.2005 US 194835

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

29.05.2018

73 Titular/es:

**AMERICAN GFM CORPORATION (100.0%)
1200 CAVALIER BOULEVARD
CHESAPEAKE VA 23323, US**

72 Inventor/es:

BUCKLEY, DANIEL T.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 670 193 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 para elaborar preformas tridimensionales usando aglutinantes anaeróbicos

5 La presente invención se refiere a métodos para elaborar una preforma para artículos moldeados reforzados con fibra. Los documentos EP 0558 366 A1, US 5827392, US 5217654, US 5 192 387 describen diversos métodos para elaborar preformas de fibra. La publicación "New preforming method and binder for carbon fiber and fiberglass liquid molding processing", de Daniel T. Buckley (Automotive Composites Conference, 2001) describe las ventajas y los inconvenientes del uso de aglutinantes anaeróbicos para elaborar preformas de fibra. Al realizar preformas de fibra dirigidas, hasta el momento la práctica ha sido rociar fibras cortadas con una resina aglutinante térmicamente curable o térmicamente fusible sobre una forma a través de la cual se pasa aire para ubicar y sostener las fibras. La forma con las fibras y la resina aglutinante luego se calienta o se calienta y enfría, se hace girar en una cámara plenum de aire caliente, se seca/enfría o cura para fijar la resina aglutinante. Este proceso de curado térmico requiere mucha energía, tiempo y espacio de almacenamiento para secar y curar las preformas. Se han desarrollado mejores métodos en función del uso de aglutinantes curables por radiación electromagnética ("aglutinantes curables por luz") en las patentes de EE.UU. n.º 6,001,300, 6,004,123 y 5,866,060. Dichas técnicas permiten la producción más eficaz en términos de energía y tiempo de preformas mediante el uso de los aglutinantes curables por radiación. Dichos aglutinantes se curan al aplicar energía dirigida, por ejemplo, radiación ultravioleta o por microondas, evitando así la necesidad de hornos operativos continuos grandes para curar el aglutinante.

20 Sin embargo, la capacidad de aplicación de las técnicas está limitada cuando deban incorporarse en la preforma materiales insensibles a la radiación electromagnética, por ejemplo, materiales de núcleo tales como panel o espuma. Determinados materiales de fibra, tales como aramida, también suponen un desafío, dado que filtran eficazmente las longitudes de onda de luz que curan los aglutinantes curables por luz actualmente disponibles.

25 El desafío es aún mayor con materiales tales como materiales de fibra de carbono, que bloquean el acceso de radiación de cualquier frecuencia en un intervalo comercialmente disponible o práctico en este momento. Por lo tanto, puede agregarse una capa de refuerzo de material de fibra de carbono a una preforma si dicha capa se encuentra en el lado de aplicación de luz, y si las capas que contienen aglutinantes curables por luz ya han sido curadas en una etapa de curado anterior o si la fibra de carbono mantiene su lugar y forma mediante la adición de capas de fibra de vidrio posteriores y curado sobre la fibra de carbono. La inclusión de más de una capa de fibra de carbono requerirá una etapa de curado por luz separada para cada una de las capas que contienen aglutinantes curables por luz que se encontrarán entre las capas de fibra de carbono. Las preformas de fibras de carbono solas no pueden elaborarse dado que la luz no penetrará múltiples capas de fibra de carbono.

35 Los problemas precedentes se resuelven con un método para elaborar una preforma de artículos moldeados reforzados con fibra según la reivindicación 1. Las soluciones adicionales se definen mediante un método para elaborar una preforma según la reivindicación 38. Las soluciones adicionales están disponibles mediante los métodos para elaborar una preforma según la reivindicación 53 o 66. Se establecen realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El experto en la técnica entenderá que los dibujos, que se describen más adelante, tienen un fin únicamente ilustrativo. No se pretende que los dibujos limiten el alcance de la invención de forma alguna.

45 La figura 1 ilustra el organigrama de un proceso habitual para poner en práctica algunas realizaciones de la invención.
La figura 2 ilustra un proceso que utiliza robots para manipular el material entre estaciones de procesamiento.
50 La figura 3 ilustra un proceso para elaborar preformas tridimensionales rígidas con las técnicas de hilvanado energético.
La figura 4 ilustra una etapa de aplicación de aglutinante y una etapa de compactación de aglutinante.
La figura 5 ilustra una estación de hilvanado energético.
La figura 6 ilustra varillas y láseres de fibra óptica para curar aglutinantes.
La figura 7 ilustra una estructura unida.
55 La figura 8 ilustra una etapa de corte.
La figura 9 ilustra la colocación de un troquel en un molde de conformación.
La figura 10 ilustra un primordio dentro de un molde cerrado.
La figura 11 ilustra un elemento con forma sometido a una atmósfera que fomenta el curado de aglutinantes anaeróbicos, opcionalmente a radiación electromagnética, y opcionalmente a calor.
60 La figura 12 ilustra la preforma lista para ser retirada del molde.
La figura 13 ilustra un procedimiento de costura energética.
La figura 14 ilustra un procedimiento de costura energética.
La figura 15 ilustra un procedimiento de costura energética.
La figura 16 ilustra un procedimiento de costura energética.
65 La figura 17 ilustra un procedimiento de costura energética.

La figura 18 ilustra un sistema que forma tapete que incluye un aglutinante de dos etapas con 1 etapa de curado.

La figura 19 ilustra el organigrama de un proceso de moldeo.

La figura 20 es un organigrama de proceso para elaborar un compuesto estructural que utiliza técnicas de fibra dirigida y energía dirigida.

La figura 21 ilustra un aparato para elaborar una preforma.

La figura 22 ilustra un aparato para costura energética sobre una preforma.

La figura 23 ilustra un proceso y aparato para depositar fibras y aglutinante directamente en una parte del molde.

DESCRIPCIÓN DE VARIAS REALIZACIONES

Las indicaciones de la presente proporcionan nuevos métodos para elaborar preformas, en donde la resina aglutinante es un aglutinante anaeróbico. Con estos métodos anaeróbicos se pueden producir preformas con cualquier espesor en las cuales se tendría que utilizar curado con luz en diversas etapas, o en las cuales no funcionaría el curado con luz, tal como con fibras de carbono y con cualquier medio que bloquee la luz, tales como determinados tipos de materiales de núcleo. Dado que el curado anaeróbico no es direccional, los materiales, con el aglutinante en su lugar, pueden armarse con la organización deseada (esquema de laminado) con cualquier espesor y la preforma se estabiliza al aplicar una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico.

Por ejemplo, a continuación se puede producir una preforma en una etapa con combinaciones de muchas capas de fibra de carbono, fibras de vidrio, materiales de núcleo e inserciones metálicas donde el carbono, los materiales de núcleo y las inserciones metálicas bloquearían la aplicación de luz, lo que requiere más de una etapa de curado por luz, y donde estos materiales también crearían condiciones no razonables para un sistema de curado térmico (estos materiales presentan coeficientes muy distintos de conductividad térmica) y para un sistema termoplástico dado que no hay forma razonable de calentar, formar y estabilizar a la vez que se arman los componentes del laminado. Se pueden aplicar refuerzos estructurales, subensamblajes y similares a la preforma para potenciar las propiedades definitivas de la estructura compuesta final. Se pueden incluir salientes, secciones cerradas, núcleos, encapsulaciones de metal, espuma, madera u otros materiales en el diseño de preformas.

Según la presente invención, se diseña un proceso para velocidad alta, producción de volumen elevado de formas compuestas rígidas que permitirán configuraciones geométricas ilimitadas y montajes detallados que utilizan una gran variedad de materiales de refuerzo. Junto con varios materiales de refuerzo de fibra, se pueden utilizar componentes como espuma estructural, de cualquier variedad de materiales de núcleo, madera o metal para lograr cualquier forma o estructura.

El proceso de la presente invención utiliza aglutinantes anaeróbicos desarrollados específicamente junto con atmósferas que fomentan el curado de dichos aglutinantes para rigidizar la forma compuesta. Dichas atmósferas pueden ser, según la invención, mezclas de uno o más gases inertes. En una realización adicional, que no forma parte de la presente invención, es posible utilizar vacío. Los componentes estructurales pueden agregarse a las preformas mediante técnicas de costura energética. La capacidad del proceso y los sistemas aglutinantes corresponden y son compatibles con cualquier resina utilizada en cualquier proceso de compuesto líquido, tal como sistemas de resinas RTM y RIM, es decir, poliésteres, ésteres de vinilo, uretanos, epoxis, fenólicos y acrilatos. El proceso corresponde particularmente a materiales opacos y parcialmente opacos, tales como fibras de carbono y fibras de aramida.

El proceso de la presente invención está diseñado para que sea completamente automático y para permitir la distribución específica y la colocación de varios tipos de refuerzos, cuando sea necesario, para las propiedades estructurales requeridas de una preforma. La libertad completa de diseño, por lo tanto, es inherente al proceso y permite el tipo y/o las estructuras de refuerzo deseables que incluyen formas estructurales cerradas y secciones de pared diversas para cumplir con los criterios de diseño. El proceso para rigidizar y/o unir las estructuras del componente puede incrementarse y adaptarse al tiempo de ciclo de la máquina de moldeo o suministrar una variedad o múltiples preformas a más de una máquina de moldeo.

La automatización del proceso está diseñada para realizar el uso completo de técnicas de procesamiento estadístico para producir preformas con integridad estructural, de calidad constante y repetibles. La aplicación de la tecnología de proceso puede integrarse a una gran variedad de áreas de producto, tales como de transporte, marinos, aeronaves, aeroespaciales, defensa y deporte, y en bienes de consumo.

Como se establecerá de manera detallada más adelante, se utiliza química de resina polimérica modificada junto con sistemas de atmósfera controlada junto con máquinas de automatización diseñadas especialmente para la fabricación de preformas portadoras estructurales. Las preformas pueden adaptarse para lograr requisitos estructurales y de tamaño específicos necesarios para los procesos y componentes de moldeo de compuestos líquidos.

Los principales problemas con la colocación de refuerzos durante la elaboración de preformas y el moldeo se pueden superar al combinar y rigidizar varios materiales de refuerzo para ajustarse a cualquier forma compleja

deseada. Según un elemento de la invención, la utilización de otros materiales de refuerzo puede consolidarse con la estructura de preforma mediante la adición de piezas de refuerzo o nervadura y se puede lograr la encapsulación de materiales de núcleo junto con inserciones cuando se requiera el refuerzo para aplicaciones estructurales, así como de clase A.

5 Al poner en práctica la invención, se cortan previamente tapetes o telas (o combinaciones de los mismos, que se denominan en su conjunto materiales) de material de refuerzo que contiene fibra para ajustarse a las formas como primordios, se aplica aglutinante anaeróbico y cada primordio luego se transfiere en un conjunto de moldeo modificado específicamente que replica la forma de una parte. Se aplica una atmósfera que fomenta el curado del
10 aglutinante, que a su vez rigidiza la preforma. Cuando se interrumpe la atmósfera, se abren los conjuntos de moldeo y la preforma se transfiere a una estación de moldeo o a una estación de costura energética opcional o a una estación de corte de forma neta.

15 Los materiales preformables se cortan en patrones previamente determinados que permiten que se ajusten a los contornos del molde de formación. El material preformable es penetrado por la resina aglutinante a través de cualquiera de los lados. Se intercalan una o varias capas de materiales en conjunto para crear la carga de preforma portadora. La preforma portadora es una expresión acuñada por C. A. Lawton Company en la patente de EE.UU. n.º 6,001,300 para describir una preforma en un proceso que se usará como submontaje o a la que posteriormente se le agrega más material mediante costura energética para crear el montaje final. La costura energética es una expresión
20 acuñada por C. A. Lawton Company para describir el método de colocar y unir estructuras a una preforma básica. El aglutinante es anaeróbico y se mide en el sistema aplicador. En general, el aglutinante incluye una o más resinas, uno o más monómeros, uno o más hidroperóxidos, uno o más iniciadores y uno o más inhibidores. Un ejemplo de aglutinante incluye 15 % a 55 % en peso de una resina como epoximetacrilato y 45 % a 85 % en peso de monómeros como monómeros de metacrilato, alcoholes polihídricos y ésteres de alcohol. Entre el 0 % y el 30 % de
25 los monómeros se fabrican de combinaciones de uno o más de los siguientes, dependiendo de los requisitos de rendimiento y compatibilidad: hidroxilos de alquilo (mono, di y tri funcionales), beta carboxi etil acrilato, ácido metacrílico, ácido acrílico (dímeros, trímeros y análogos superiores), hidroxil etil metacrilato, hidroxil propil metacrilato, hidroxil etil acrilato, hidroxil propil acrilato e hidroxil butil acrilato. La funcionalidad de hidroxilo proporciona funcionalidad residual para la compatibilidad con epoxis, ésteres de vinilo y uretanos, mientras que los grupos ácidos proporcionan funcionalidad residual para epoxis, poliésteres y fenólicos. Los hidroperóxidos pueden constituir entre 0 % y 5 % del peso total de la composición. Los aceleradores pueden constituir entre 0 % y 4 % en peso de la composición, y los inhibidores entre 0 % y 0.1 % en peso de la composición.

35 Al aplicar el aglutinante, la resina aglutinante puede rociarse, hacerse rodar o calandrarse como una película para recubrir las fibras del material, opcionalmente sin llenar los intersticios entre las fibras. Después de la aplicación de un aglutinante, el material de refuerzo se carga de forma mecánica sobre una mitad emparejada del molde de formación (macho o hembra).

40 El molde se traslada en una prensa de formación y la prensa de formación se cierra para formar el material de refuerzo con la forma deseada. De manera alternativa, el molde puede montarse directamente en una estación de formación sin necesidad de acción de traslado. Mientras se encuentra cerrado, se aplica una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante al molde de formación, mediante lo cual se cura la resina aglutinante catalizada. La resina aglutinante al curarse se polimeriza hasta convertirse en una masa rígida, lo que permite que la preforma conserve la forma del molde de formación. Cuando se interrumpe la atmósfera en un sistema en el cual el aglutinante genera calor para la reacción o es exotérmico, el material reforzado con fibra puede actuar como disipador térmico, lo que
45 permite que se enfríe la preforma. El calentamiento de las fibras es mínimo, dado que el calor se desprende solamente de la reacción aglutinante. El calentamiento de la superficie del molde, por lo tanto, también es mínimo.

50 Ya no es necesario calentar, estirar y enfriar un material de refuerzo para que se ajuste a la forma de la preforma portadora. Se pueden agregar secciones cuando sea necesario y rigidizarlas en el lugar mediante técnicas de costura química, en la presente, también denominadas costura energética, como se mencionó anteriormente.

55 Los procesos de elaboración de preformas convencionales actualmente están siendo mejorados con automatización pero, en general, continúan dependiendo del operario. La presente invención está diseñada para un proceso de fabricación industrial preconfigurado con nivel elevado de automatización. Con el uso de automatización/robótica, la distribución de las fibras se vuelve muy uniforme y reiteradamente constante, lo que hace que todos los aspectos del proceso sean estadísticamente controlables.

60 Después del ciclo de rigidización, se abre la prensa de formación y se retira la preforma o el molde se traslada, donde la preforma portadora se descarga de forma mecánica y se transfiere a otras ubicaciones de procesamiento para aplicaciones de inserción o moldeo. En aplicaciones de procesos de moldeo de RTM/SRIM convencionales para componentes estructurales, se ajusta el espesor de la capa de fibras para soportar los requisitos de resistencia. El proceso de costura energética permite agregar materiales de refuerzo de manera selectiva y específica en áreas de alta tensión sin aumentar el espesor y peso total. La aplicación de inserciones, secciones cerradas y/o núcleos a la preforma portadora puede procesarse con el uso de técnicas de costura energética. Las secciones previamente
65 cortadas de materiales de refuerzo pueden coserse de forma energética en su lugar usando aplicadores de energía

electromagnética secundarias. Al usar energía electromagnética, la preforma portadora con el refuerzo y aglutinante agregados puede trasladarse a la prensa de formación o al dispositivo de sujeción secundario que se mantiene en el lugar mientras se aplica la energía.

5 El proceso de costura también puede llevarse a cabo de forma anaeróbica. En este proceso, definido en la presente como "costura anaeróbica", los refuerzos se cosen a la preforma portadora con un aglutinante anaeróbico y al exponer la preforma, o la parte del mismo que debe portar el refuerzo, a una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico.

10 La preforma acabada puede transferirse a un área de soporte o directamente a la operación de moldeo. Dado que la rigidización de la preforma es comúnmente más rápida que el ciclo de moldeo, también se pueden establecer varios moldes de formación en el proceso de rigidización, lo que permite que se elaboren varias formas de preforma para suministrar otras estaciones de moldeo.

15 Se pueden formar múltiples hebras de material de refuerzo con formas deseadas de manera simultánea. Se pueden encapsular otros tipos de materiales de refuerzo para endurecer, reforzar y unir componentes usando el proceso de costura energética. Estos tipos de materiales de refuerzo, espumas estructurales fibrosas, metálicas y/o de peso liviano y se pueden agregar núcleos de baja densidad al inicio del proceso de carga y formación como parte de la preforma portadora o como operación secundaria donde la colocación de los materiales de inserción es necesaria para la estructura de la preforma.

Al usar el material junto con telas unidireccionales u otros refuerzos en ubicaciones específicas, se pueden lograr estructuras de refuerzo óptimas con alto contenido de fibra al mantener una forma rígida para la fácil manipulación y penetración de sistemas de resina en los intersticios entre las fibras del material durante las operaciones de moldeo.

25 La colocación de refuerzos en ubicaciones específicas permite la orientación de las fibras cuando sea necesario para obtener resistencias necesarias del producto moldeado.

30 La energía dirigida para la costura energética y las inserciones de refuerzo consiste en una aplicación localizada de energía de microondas, luz visible, energía ultravioleta, energía láser o mezclas de los mismos a ubicaciones específicas de la preforma para inducir la polimerización de la resina aglutinante de costura.

35 El proceso se ilustra con el organigrama de la Figura 1, se ilustra un proceso habitual para poner en práctica algunas realizaciones de la presente descripción en 48 como que comprende una etapa 50 de apilar capas de material de refuerzo y aglutinante no curado donde las capas se forman mediante la aplicación de aglutinante al material de refuerzo o, como alternativa, la etapa 52 de rociar aglutinante no curado sobre un material de refuerzo que se preformará hasta un grado suficiente para recubrir las fibras del tapete opcionalmente sin rellenar los intersticios entre las fibras. De manera alternativa, las etapas 48 y 52 pueden combinarse, apilando capas de material mezclado con aglutinante. A continuación, se cortan primordios en 54 para ajustarse a la forma de un desarrollo plano de la preforma. En 56, el primordio se prensa en el molde con la forma de la preforma y se aplica una atmósfera que fomenta el curado de aglutinantes anaeróbicos, por ejemplo, vacío o gases inertes, en 58 para provocar el curado del aglutinante. En 60, el aglutinante es curado y rígido, y la preforma rigidizada puede retirarse del molde.

45 La Figura 2 ilustra un proceso similar que utiliza robots para manipular el material entre estaciones de procesamiento. En la Figura 2, la primera etapa consiste en cortar previamente un material de refuerzo para que se ajuste a la forma desarrollada de una preforma, como se indica mediante el aparato de corte 62. Esta es una versión del proceso que se establece en la Figura 1. Después de que el material se corta en 62, se agrega un aglutinante en 64 en un aplicador de aglutinante 66 que comprende una fuente de resina aglutinante 68, el aglutinante puede tener un único componente o dos componentes y un componente una fuente de promotor catalítico 70. Como se mencionó anteriormente, el aglutinante puede aplicarse en el aplicador de aglutinante 66 al rociar, hacer rodar o calandrar hasta un grado suficiente para recubrir las fibras del tapete sin rellenar los intersticios entre las fibras. A continuación, el primordio de compuesto del material de refuerzo y el aglutinante se transfieren del aplicador de aglutinante a un molde 72 con un robot 74. El molde 72 puede ser del tipo ilustrado en la Figura 2, de manera que el primordio compuesto se ubique en el molde de preformación. El molde 72 luego se mueve a lo largo de un transportador 78 hacia una prensa 76, donde las dos mitades del molde se presan para replicar la forma deseada de la preforma y se aplica una atmósfera que fomenta el curado de aglutinantes anaeróbicos desde una fuente de atmósfera controlada 80, tal como un aparato de vacío o una fuente de gas inerte. Opcionalmente, el aglutinante también puede incluir un componente curable por radiación electromagnética o curado por calor adicional y 80 también puede comprender una fuente de energía electromagnética o fuente de curado por calor, mediante lo cual una fuente de curado por calor es una fuente de calor, tal como una fuente de aire caliente, para curar este componente adicional.

60 A continuación, el molde 72 se descarga moviéndolo a lo largo del transportador 78 a una posición en la cual un robot 82 descarga la preforma curada 84. En la presente, la preforma se vuelve una preforma portadora dado que el refuerzo debe agregarse en forma de una estructura de refuerzo. El robot 82 luego apilará la preforma para el almacenamiento a corto plazo o la moverá directamente hacia el proceso de costura energética.

5 Cuando deban coserse los elementos a la preforma portadora, se corta previamente el material de refuerzo, como antes, en 86 y un robot 88 ubica el material previamente cortado sobre una forma 90 de manera que adopte una forma de refuerzo 92. Un robot 94 luego recupera una preforma 84, ahora una preforma portadora, y la coloca sobre el elemento formado 92. Hay puntos, no se muestran, en los cuales la preforma portadora 84 y el elemento formado 92 entran en contacto directo. Cuando el proceso de costura energética utiliza energía electromagnética, el elemento 92 comprende una resina aglutinante sensible a energía electromagnética. El proceso de costura utiliza materiales con un aglutinante de elección seleccionado para curar mediante el método de elección, por ejemplo, radiación electromagnética, calor o curado anaeróbico, el cual se aplica en ubicaciones específicas en donde los elementos 84 y 92 se encuentran en contacto directo. La energía apropiada para curar el aglutinante de elección, por ejemplo, radiación electromagnética, tal como radiación por microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, luz láser, haces de electrones o calor, o se puede aplicar una atmósfera que fomente el curado de aglutinantes anaeróbicos de forma local, por ejemplo, con una fuente de energía dirigida 96, tal como fibra óptica, luz láser o enfocada; de manera alternativa, la costura se puede lograr enmascarando las áreas en las que el aglutinante deba dejarse sin curar, curando así las áreas no enmascaradas.

En cualquier caso, se produce una estructura reforzada 98. La estructura 98 luego se transfiere a un proceso de moldeo para moldear la estructura acabada.

20 En otras realizaciones, las indicaciones de la presente también proporcionan nuevos métodos para elaborar preformas con técnicas de "hilvanado energético", desarrolladas en las patentes de EE.UU. n.º 5,217,656; 5,364,258; 5,827,392 y 5,487,853, mediante lo cual se elabora una preforma tridimensional rígida moviendo múltiples redes de material de refuerzo fibroso superpuesto y coplano a un cortador, las redes se recubren con un aglutinante curable por energía electromagnética y un aglutinante anaeróbico, o con un aglutinante de dos etapas que comprende un componente curable por energía electromagnética y un componente anaeróbico, y se prensan juntos. Antes de cortar un primordio en un desarrollo bidimensional de la preforma tridimensional de las redes, las redes se unen entre sí en zonas locales separadas en una etapa de "hilvanado energético" al curar localmente el aglutinante en estas zonas mediante la aplicación local de energía apropiada (por ejemplo, radiación electromagnética, láser, haz de electrones) para que las redes se desplacen como una sola hacia el cortador. Después de que se forma el primordio hilvanado en la forma tridimensional de la preforma deseada, la segunda etapa de curado es un curado anaeróbico que se iniciará mediante la aplicación de una atmósfera que fomenta el curado del componente anaeróbico.

35 Después de elaborar la preforma, la preforma tridimensional rigidizada se retira del molde y se manipula mediante dispositivos robóticos como una preforma portadora para la unión posible de miembros de refuerzo. En esta parte del proceso, la preforma portadora se orienta a una posición deseada, se aplica un aglutinante apropiado para el mecanismo de curado deseado al área o las áreas de superficie del mismo, se desplaza un nervio de refuerzo o similar para que entre en contacto directo con el área o las áreas con el aglutinante y se curan el área o las áreas rociadas y el aglutinante con el mecanismo apropiado. La resina aglutinante curada une el miembro de refuerzo con la preforma portadora. Esta unión de miembros de refuerzo, denominada costura, puede realizarse varias veces para proporcionar nervios de refuerzo dentro de la forma tridimensional, fuera de la forma tridimensional en la superficie exterior de la misma, y/o para agregar una cubierta que cierra una estructura tridimensional vacía. Después de unir el miembro de refuerzo final, la preforma puede almacenarse o moverse a una estación de moldeo de un proceso de moldeo de compuesto líquido. Las preformas también se pueden elaborar con materiales combinados tales como TWINTEX® (Saint-Gobain Vetrotex, Shelby, Michigan), un material combinado que comprende fibras de vidrio y fibras de polipropileno, y CURV® (Propex Fabrics, Gronau, Alemania), un material combinado de polipropileno/polipropileno. En dichos materiales, la resina de matriz se encuentra en forma de una fibra termoplástica combinada con las fibras de refuerzo. En la aplicación, el material combinado se calienta y la resina fluye alrededor de las fibras, mediante lo cual se produce un compuesto termoplástico. Si el material combinado se consolida previamente, la viscosidad elevada de la resina reduce drásticamente la capacidad de conformación del material en cualquier forma compleja. Como resultado, es deseable preformar y rigidizar el material para que el calentamiento de la resina tenga lugar en una parte ya formada que luego se consolida sin tener que mover mucho las fibras. En este caso, el aglutinante termoestable no se ve afectado durante el calentamiento y la fusión de la resina de matriz y, en general, mantiene la preforma en forma si se usa la cantidad correcta de aglutinante.

Un proceso para elaborar preformas tridimensionales rígidas con las técnicas de hilvanado energético según la invención se ilustra en la Figura 3 como que comprende múltiples estaciones o etapas del proceso 1-10.

60 En la etapa de suministro 1, se organizan múltiples rollos de material de refuerzo, tal como una tira continua de fibra de vidrio, tela tejida o similar para dispensar múltiples redes similares del material superpuestas una con respecto a la otra hacia una etapa de compactación 3, en la cual se reciben, guían y dirigen las redes coplanas una con respecto a la otra.

65 Entre la etapa de suministro 1 y la etapa de compactación 3 se encuentra una etapa de aplicación de aglutinante 2 en la cual se aplica un aglutinante curable por energía electromagnética y un aglutinante anaeróbico, o un

aglutinante de dos etapas que comprende un componente curable por energía electromagnética y un componente anaeróbico a al menos una superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes. En la presente, el o los aglutinantes pueden aplicarse a las superficies superiores e inferiores de la red media, pero también pueden aplicarse a la superficie inferior de la red superior y la superficie superior de la red inferior o a todas las superficies enfrentadas.

5 En la etapa de prensado o compactación 3, las redes se prensan juntas, lo que provoca la diseminación de los aglutinantes y la penetración de los aglutinantes hacia áreas de mayor contacto con las fibras de las redes.

10 Las redes superpuestas luego se suministran a una estación de hilvanado energético 4, donde se hilvanan juntas en ubicaciones separadas longitudinal y/o transversalmente de las redes. Estas ubicaciones separadas, como se describirá en lo sucesivo, también se consideran zonas de hilvanado ya que son tridimensionales y se extienden hacia y se unen con todas las redes.

15 Las redes hilvanadas juntas forman básicamente un solo elemento, y luego se mueven a una forma casi neta o etapa de corte del patrón de forma neta 5 donde una saliente plana bidimensional o desarrollo plano de la estructura deseada tridimensional se corta de la red para adoptar luego la forma tridimensional de la preforma. El material formado cortado de la red de múltiples capas se transfiere a una etapa de moldeo 7 mediante una etapa de recolección de material 6. En la etapa de moldeo 7, el material formado se ubica entre partes separables de un molde que luego se cierra, lo que provoca que el material formado adopte los contornos de la preforma tridimensional. En la etapa de moldeo 7 y mientras se encuentra en el molde, el material formado se somete a una atmósfera que fomenta el curado de la resina aglutinante anaeróbica. Luego del curado, el material formado se vuelve rígido y se transforma en una preforma tridimensional rígida. Luego de abrir el molde, la preforma puede retirarse de la etapa de moldeo 7 y transferirse a la etapa de costura 9 mediante una etapa de manipulación de material 8, es decir, si la preforma debe considerarse una preforma portadora para la unión de los miembros de refuerzo o similares. Si no, la etapa de manipulación de material 8 simplemente puede depositar la preforma tridimensional rígida en un transportador 10 para descarga, almacenamiento o transporte a, por ejemplo, un proceso de moldeo por transferencia de resina (RTM, por sus siglas en inglés) o un proceso de moldeo por inyección-reacción (SRIM, por sus siglas en inglés). Si la preforma debe adoptar el estado de una preforma portadora, la etapa de manipulación de material 8 puede funcionar junto con la etapa de costura 9 para manipular la preforma hacia las posiciones que se describen más adelante.

20 En la etapa de costura 9, los miembros de refuerzo se unen a la preforma portadora rociando un aglutinante, como se indica en 104 sobre ubicaciones específicas de la preforma portadora y/o el submontaje, el nervio de refuerzo se mueve hacia una orientación deseada y en contacto directo con las ubicaciones mediante un dispositivo de manipulación de material 128 y las ubicaciones se someten a costura, mediante el proceso de costura apropiado para el aglutinante, mediante un dispositivo de costura 96.

25 Puede haber múltiples dispositivos de manipulación de material 128, según sea necesario, para manipular y coser múltiples miembros de refuerzo a la preforma portadora.

30 Tal como se indica en la Figura 3, las etapas de manipulación de material pueden comprender múltiples robots 74, 94, 128 y 105, de los cuales el robot 105 para mover el dispositivo de rociado 104 se ilustra de forma simbólica conectado a este mediante unión mecánica, que se muestra con líneas punteadas. En vista de que la robótica y los dispositivos robóticos son conocidos en la técnica, en la presente no se considera necesaria una explicación detallada de los mismos.

35 Se reconocerá que el proceso descrito anteriormente es continuo y describe un ciclo de proceso en etapas, donde la etapa de procesamiento con el mayor período de procesamiento es la etapa de control. En vista de que proporcionar forma y rigidez a la preforma es simplemente cuestión de segundos, se supone que, para la mayoría de los procesos, esta no es la etapa de control. Dependiendo de la cantidad de miembros de refuerzo agregados y la naturaleza de la forma del material formado, cualquiera de estas etapas podría considerarse la etapa de control, mediante lo cual todos los otros períodos de procesamiento y la sincronización de los mismos se determinan y ajustan al siguiente proceso de moldeo.

40 Con referencia a la Figura 4, se ilustra una vista más detallada de la etapa de suministro 1, la etapa de aplicación de aglutinante 2 y la etapa de compactación 3. La etapa de suministro 1 se ilustra como que comprende múltiples rollos 12-16 de material de refuerzo que deben dispensarse como redes individuales en una relación superpuesta hacia una ubicación predeterminada al comienzo de la etapa de compactación 3 en la cual las redes se alinean para desplazarse coplanas una con respecto a la otra. Esto se logra mediante un par de rodillos de prensa enfrentados 30 y 32.

45 El aplicador de rocío de resina aglutinante 2 se ilustra como que comprende mecanismos de rociado 18, 19, 20 y 21 que se suministran desde los depósitos 28 y 29 mediante las bombas 26 y 27 para proporcionar un vapor o una nube 22, 23, 24 y 25 entre la red superior 12 y la red central 14 y entre la red central 14 y la red inferior 16. En una configuración, el depósito 28 contiene un aglutinante curable por radiación electromagnética, mientras que el

depósito 29 contiene un aglutinante curable anaeróbico. En otra configuración, el depósito 28 contiene la primera parte de un aglutinante curable anaeróbico de dos partes (el iniciador), mientras que el depósito 29 contiene la segunda parte de dicho aglutinante curable anaeróbico (el activador). De manera alternativa, el aglutinante curable por radiación electromagnética y el aglutinante anaeróbico puede aplicarse como un sistema de dos componentes (como se describió anteriormente).

La bomba y el aplicador que dispensan el aglutinante pueden configurarse de manera que el aglutinante pueda aplicarse de manera específica en ubicaciones separadas seleccionadas. El aglutinante recubre al menos una de las superficies enfrentadas de cada par de superficies enfrentadas con resina aglutinante.

Dado que las redes superpuestas se mueven a través de la etapa de compactación 3, los pares de rodillos de prensa enfrentados 30 y 32; 34 y 36; 38 y 40 prensan las redes juntas con el nivel deseado de compactación ideal para la deformación en la forma final deseada y diseminan la resina aglutinante para la penetración hacia las redes y para ampliar el área de contacto de las mismas con las fibras de las redes. La compactación puede ser mínima y facilitar así el deslizamiento y corte de las fibras durante la deformación hacia la forma 3D deseada. Esto minimiza la posibilidad de arrugar o doblar los materiales de refuerzo como es común cuando la forma necesaria supera las características de capacidad de conformación del material de refuerzo.

Con referencia a la Figura 5, se ilustra la estructura de red de múltiples capas coplana como que sale de la etapa de compactación 3 entre los rodillos de prensado 38 y 40 e ingresa en la estación de hilvanado 4. La estación de hilvanado 4 comprende una grúa apiladora 42 que incluye un miembro 48 que puede impulsarse de forma transversal por encima de las redes en una viga 50, un miembro 52 que puede moverse con respecto al miembro 48 en la dirección del movimiento de las redes y opuesta a este, un miembro 56 transportado de forma flotante en un extremo del miembro 52 y un miembro 54 que puede transportarse perpendicular a las redes a través del miembro 56, el miembro 54 que sostiene una fuente 44 que puede ser, por ejemplo, una fuente de energía electromagnética, una fuente láser, una fuente de atmósfera controlada o, de manera más general, una fuente que proporciona la energía o las condiciones apropiadas para curar el aglutinante.

La fuente puede activarse de manera periódica o su emisión puede regularse de forma periódica para proporcionar curado en zonas separadas en las ubicaciones deseadas de las redes. Los miembros impulsores e impulsados pueden incluir estructuras tipo cremallera y piñón o estructuras tipo motor lineal.

Con respecto a la Figuras 6 y 7, una fuente 46 y, opcionalmente, 47 que curan el aglutinante según el mecanismo apropiado se ilustran en la Figura 6, curando el aglutinante en las zonas respectivas 58 y 60 para unir las redes entre sí. Se ilustra la misma estructura unida en la Figura 7 con las zonas 58 y 60 indicadas como puntos de conexión entre las redes. Dichas zonas pueden tener forma de puntos o rayas. El hilvanado de un formato laminado o segmentos de un formato laminado puede tener lugar en la mesa de corte como parte del proceso de corte y, más comúnmente, tendría lugar allí para que los curados puntuales mantengan los materiales de forma óptima con respecto a la forma y las posteriores operaciones de formación.

Con respecto a la Figura 8, las redes hilvanadas se ilustran como que se han movido hacia la etapa de corte de patrón casi neto o neto 5 donde se cortan en tapetes o primordios de múltiples capas hilvanadas B. La etapa de corte 5 puede comprender una grúa apiladora 62 que incluye un miembro transversal 68 que se organiza para el movimiento en sentido longitudinal de las redes en un miembro 66 que es sostenido por una mesa 64 (Figura 3). Un miembro 70 puede moverse en sentido transversal en el miembro 68 y comprende un dispositivo para cortar las redes de múltiples capas en las formas deseadas. La grúa apiladora 62 y el dispositivo 70, por lo tanto, constituyen un cortador de patrón X-Y que es eficaz para cortar las formas deseadas para los tapetes o primordios B mediante un cortador 72 que puede estar constituido, por ejemplo, por una cuchilla o un haz de láser. Como se mencionó anteriormente, el cabezal de hilvanado puede montarse sobre la grúa apiladora 62 y puede funcionar de forma periódica para hilvanar las redes juntas. Como se indicó anteriormente, las estructuras impulsoras para los elementos 48-56 de la Figura 3 y 64-70 de la Figura 6 pueden ser motores eléctricos con estructuras de salida de cremallera y piñón o cualquier otro dispositivo adecuado para proporcionar movimientos X, Y, Z o, respectivamente, X-Y.

Los primordios B cortados se retiran de la etapa de corte 5 mediante el aparato de recolección de material 74 de la etapa de manipulación de material 6 y se ubican en la etapa de moldeo 7. Esto se muestra con mayor detalle en la Figura 9, en la cual se ha colocado un primordio B cortado sobre un molde de formación inferior 86 que incluye un conector de molde macho 90 y que se encuentra debajo y alineado con un molde de formación superior 82 que incluye una cavidad de molde hembra 88 que se adapta generalmente a la forma del conector de molde macho 90. De manera alternativa, el conector de molde macho puede formar parte del molde de formación superior y la cavidad de molde hembra puede formar parte del molde de formación inferior. Como se muestra, otro primordio B se corta en la estación de corte 5 y el robot 74 vuelve para manipular dicho siguiente primordio B.

El molde luego se cierra al hacer funcionar el pisón 84 para hacer descender la barra cruzada 80 y el molde superior 82 para acoplar las partes del molde de formación superiores e inferiores, como se muestra en la Figura 10, para

que el primordio B adopte el carácter de un elemento con forma tridimensional S que se ajusta a la forma deseada de la preforma tridimensional rígida.

Mientras el molde se encuentra cerrado, y como se ilustra de manera específica en la Figura 11, el elemento formado S se somete a una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico, por ejemplo, al extraer vacío mediante el tubo 83 y la bomba 84, y, opcionalmente, al agregar gas inerte del tanque de gas 85 mediante el regulador 87 y el tubo 89. Después del curado, el elemento moldeado es una preforma tridimensional rígida P que puede moverse desde la etapa de moldeo 7 y puede depositarse en el transportador 10 para transportarla para el almacenamiento o uso en un proceso de moldeo adicional, como se estableció anteriormente.

Con referencia a las Figuras 3 y 12, para retirar la preforma P, el pisón 84 funciona para elevar la barra cruzada 80 y el molde superior 82 para separar el molde 82 del molde 86. El robot 94 luego puede recoger la preforma P, como se ilustra en la Figura 12, para mover la preforma P hacia el transportador 10 o hacia la estación de costura energética 9.

Suponiendo que la preforma P ahora se considera que tiene el estado de una preforma portadora, la preforma P se mueve hacia la etapa de costura energética 9 (Figura 3). En esta estación, el robot 94 de la etapa de manipulación de material 8 puede colocar la preforma P en la posición ilustrada en la Figura 13. Mientras se encuentra en esta posición, un robot 105 manipula un aplicador de aglutinante 104 para aplicar un aglutinante sobre un área 102 en una ubicación en la cual debe unirse un nervio de refuerzo externo ER y/o sobre la superficie emparejada del nervio de refuerzo. Luego, un robot 128 (Figura 3) u otro manipulador adecuado orienta el miembro ER hacia la posición en sentido transversal de la preforma P y hacia el contacto directo con la preforma. Luego, un robot 96 ubica un dispositivo de costura apropiado en el lugar que, en la Figura 13, está representado por 98 para aplicar el método de curado apropiado, por ejemplo, un haz ultravioleta 100, y para dirigirlo sobre un área 106 o, preferiblemente, múltiples áreas a lo largo del nervio ER, para curar el aglutinante allí y coser el nervio ER a la preforma P.

El robot 94 luego puede girar la preforma P 180° y luego se realizan las mismas etapas para un nervio de refuerzo interno IR para coserlo con la cavidad de la preforma portadora P. Como se muestra en la Figura 14, esta es una operación casi idéntica a la que se muestra en la Figura 13 para el nervio externo ER. La grúa apiladora de robot 96 puede moverse, en cualquier caso, para examinar a lo largo del nervio y coser el nervio respectivo a la preforma portadora en múltiples ubicaciones 106.

De manera alternativa o adicional al nervio interno IR que se aplica, el robot 105 puede manipular el aplicador de aglutinante 104 para rociar un área alargada a lo largo de la superficie interna de la preforma portadora P y/o una superficie emparejada del nervio interno IR. En este caso, como se muestra en la Figura 15, el robot 128 o un elemento de manipulación similar recoge y mueve un miembro de refuerzo interno alargado con forma apropiada LIR en contacto directo con la preforma P en el área rociada y, por ejemplo, el haz ultravioleta 100 examina dicha área o múltiples ubicaciones 106 de la misma para coser el miembro LIR al interior de la preforma portadora P.

A veces es deseable cerrar la estructura hueca de la preforma o de la preforma portadora P que incluye cualquier material central allí para bloquear el relleno con resina durante el siguiente proceso de moldeo, de manera alternativa, se puede preformar una estructura intercalada al incluir un material central tal como balsa, espuma o panal entre dos o más capas de materiales de refuerzo para proporcionar una parte de compuesto liviana fuerte. Las estructuras intercaladas son conocidas en la industria de los compuestos. En este caso, y tal como se muestra en las Figuras 3 y 16, el robot 128 o un elemento de manipulación similar recoge una cubierta C y la ubica alineada con la preforma P. El robot 94 y posiblemente robots adicionales luego pueden tomar y ubicar una parte de los bordes del montaje, después de rociar el borde marginal o reborde de la preforma P y/o de la cubierta C con el aglutinante, hacia una guía de onda ranurada 122 con una sección superior 124 y una sección inferior 126. La preforma portadora ahora se ha cerrado mediante costura y puede incluir material central y/o uno o más nervios de refuerzo internos del tipo ilustrado en las Figuras 14 y 15. Además, puede incluir o manipularse y coserse para que incluya uno o más nervios externos ER del tipo ilustrado en la Figura 13.

La figura 17 ilustra un procedimiento de costura de cubierta similar en el cual el rocío de aglutinante 104 se manipula para rociar resina aglutinante a lo largo del borde marginal o reborde de la preforma P y/o una cubierta C y la cubierta C se manipula en la posición adecuada y los dos elementos se unen mediante costura con un cabezal de costura 98 que es posicional mediante la grúa apiladora 96 para coser toda la periferia del montaje.

Como se mencionó anteriormente, los procedimientos de hilvanado y costura, de hecho, dichos procedimientos de unión pueden llevarse a cabo mediante el mecanismo apropiado, por ejemplo, mediante una fuente de energía electromagnética, una fuente de láser, una fuente de atmósfera controlada o, más generalmente, una fuente que proporciona la energía o las condiciones adecuadas para curar el aglutinante.

En resumen, las presentes realizaciones de la invención proporcionan un proceso para elaborar preformas tridimensionales rígidas usando materiales de refuerzo, tales como redes de fibra de carbono recubiertas con una resina aglutinante. Las redes son extraídas de los respectivos rollos de material de refuerzo y se superponen y dirigen de manera que se desplacen hacia una ubicación común en la cual son guiadas para que se desplacen en

paralelo una con respecto a la otra. Antes de volverse paralelas, a las redes superpuestas se les aplica una resina aglutinante de material curable anaeróbico, a al menos una superficie de cada par de superficies enfrentadas y, después de volverse paralelas, son prensadas juntas para distribuir la resina aglutinante y aumentar el área de contacto de las mismas con las fibras del material de refuerzo. De manera alternativa, se puede aplicar un aglutinante de dos etapas que contiene un componente anaeróbico y un segundo y/o tercer componente. El componente de aglutinante anaeróbico se cura luego de la aplicación de una atmósfera que fomenta su curado, y el o los otros componentes se curan en respuesta a la aplicación de la energía apropiada.

Luego de prensarse juntas, las redes también pueden desplazarse hacia una estación de hilvanado.

A continuación, la red hilvanada se corta en formas, cada una de las cuales corresponde a un desarrollo plano bidimensional de la forma tridimensional de la preforma tridimensional rígida deseada. Luego, el material cortado se transfiere a un molde de preforma en el cual adopta la forma tridimensional de la preforma entre moldes superiores e inferiores con formas complementarias. Los moldes se construyen para que acepten la aplicación de una atmósfera que fomenta el curado de aglutinante anaeróbico y funcionan con este para provocar el curado del aglutinante anaeróbico y para provocar que el material cortado se vuelva rígido, lo que genera la preforma tridimensional deseada. En este momento, la preforma se puede utilizar en un proceso de moldeo adicional o se puede considerar una preforma portadora a la cual se cose un submontaje o submontajes (elementos de refuerzo y/o miembros de montaje) al aplicar un aglutinante a una o más ubicaciones seleccionadas, mover el submontaje en contacto directo con la preforma en dichas ubicaciones seleccionadas en la preforma y/o en el submontaje y aplicar el método seleccionado para curar el aglutinante y unir el miembro de refuerzo. Estas últimas etapas se pueden multiplicar o repetir para unir múltiples submontajes que incluyen un miembro de cubierta que cierra la forma hueca de la preforma para sostener un núcleo allí. Después de unir todos los miembros de refuerzo y/o montaje, la preforma resultante puede transferirse a un proceso de moldeo adicional.

En realizaciones adicionales, las indicaciones de la presente también se pueden aplicar a métodos de curado de dos etapas para elaborar tapetes tales como los desarrollados en las patentes de EE.UU. 5,217,654 y 5,382,148, mediante lo cual se fabrican los tapetes de fibras para el uso posterior para elaborar preformas para un proceso de moldeo de RTM o SRIM de compuestos líquidos. Según las indicaciones de la presente, se aplican un aglutinante curable por energía electromagnética y un aglutinante anaeróbico, o un aglutinante curado por calor y un aglutinante anaeróbico, o un aglutinante de dos etapas que comprende un componente curable por energía electromagnética y un componente anaeróbico o un componente curado por calor y un componente anaeróbico, al tapete. En la primera etapa, se proporciona un curado parcial mediante radiación electromagnética o la aplicación de calor para curar el aglutinante térmico, lo que conlleva un aumento previsible y finito de la viscosidad con respecto a la de un semisólido, para que las fibras se unan suficientemente para la posterior manipulación, pero insuficiente para completar el curado, mientras que se deja una segunda etapa lista para el curado final que se logra mediante el uso de una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico. Antes de la segunda etapa de curado, se conforma el tapete en una forma tridimensional de una preforma deseada. La segunda etapa de curado luego tiene lugar con una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico mientras se encuentra en el molde, para obtener una estructura de preforma tridimensional rígida.

Las relaciones de aglutinante a material fibroso comunes se encontrarán en el orden de 1 % en peso a 12 % en peso del material fibroso y se prefiere que la relación de aglutinante se encuentre en el intervalo de 2 % a 8 %. Los aglutinantes de dos etapas son exclusivos ya que contendrán dos componentes de reacción separados que funcionarán de manera independiente mediante distintos métodos de inicio y usando distintos mecanismos para iniciar la reacción de cada componente.

El componente de primera etapa incluye, por ejemplo, un generador de radicales libres térmicos del tipo que responde al calor generado por energía de microondas o una fuente térmica, tales como rayos infrarrojos o convección de aire caliente, tal como Lupersol 256, peróxido de bencilo, peroctoato de butilo terciario y perbenzoato de butilo terciario, o a la luz visible, tal como Irgacure 651, Irgacure 184 o Irgacure 907, o a la luz ultravioleta, tal como Irgacure 261, Cyracure UVE 6990 y Cyracure UVE 6974. Los productos Irgacure son producidos por Ciba Geigy Corp. de Greensborough, N.C. y Hawthorne N.Y. y los productos Cyracure son producidos por American Cyanamid Corporation, Wayne, N.J. La cantidad y selección del iniciador de primera etapa junto con el tipo de resinas aglutinantes determinarán la primera etapa de viscosidad después de la exposición a la energía apropiada.

Por lo tanto, es evidente que la primera etapa que responde a proporcionar un curado parcial responde a la energía apropiada y el resto del aglutinante no se cura hasta el momento en que este se usa para elaborar una preforma y puede curarse de forma anaeróbica.

La relación de fotoiniciador de primera etapa a la resina aglutinante y la exposición a la energía apropiada determinarán la viscosidad del aglutinante parcialmente polimerizado resultante. La viscosidad al finalizar la reacción de la primera etapa debería ser tal que, cuando se monta de esta manera, el aglutinante experimente un aumento de la viscosidad hasta un punto en el cual sostenga las fibras de vidrio juntas para la manipulación, preferiblemente sin adhesión, durante el procesamiento posterior. El aglutinante será plástico, deformable y aún no suficientemente rígido para sostener las formas tridimensionales de las preformas. Dicho de otro modo, será maleable para elaborar

las preformas y el siguiente curado de segunda etapa. Durante el proceso de elaboración de preformas, los intersticios de las fibras de vidrio obviamente no se rellenan en este momento como se rellenan posteriormente durante el proceso de moldeo final.

5 El componente de segunda etapa del aglutinante, en general, incluye una o más resinas, uno o más monómeros, uno o más hidroperóxidos, uno o más iniciadores y uno o más inhibidores. Un ejemplo de componente de aglutinante de segunda etapa incluye 15 % a 55 % en peso de una resina como epoximetacrilato y 45 % a 85 % en peso de monómeros como monómeros de metacrilato, alcoholes polihídricos y ésteres de alcohol. Entre el 0 % y el 10 30 % de los monómeros se fabrican de combinaciones de uno o más de los siguientes, dependiendo de los requisitos de rendimiento y compatibilidad: hidroxilos de alquilo (mono, di y tri funcionales), beta carboxi etil acrilato, ácido metacrílico, ácido acrílico (dímeros, trímeros y análogos superiores), hidroxil etil metacrilato, hidroxil propil metacrilato, hidroxil etil acrilato, hidroxil propil acrilato e hidroxil butil acrilato. La funcionalidad de hidroxilo proporciona funcionalidad residual para la compatibilidad con epoxis, ésteres de vinilo y uretanos, mientras que los grupos ácidos proporcionan funcionalidad residual para epoxis, poliésteres y fenólicos.

15 Los hidroperóxidos pueden constituir entre 0 % y 5 % del peso total de la composición. Los aceleradores pueden constituir entre 0 % y 4 % en peso de la composición, y los inhibidores entre 0 % y 0.1 % en peso de la composición.

20 El componente de aglutinante de segunda etapa puede ser un único componente o un sistema de dos componentes. En el sistema de dos componentes, los hidroperóxidos y los inhibidores se separan de los aceleradores. Además, el aglutinante de segunda etapa puede formularse para que comprenda todos sus componentes con la excepción del hidroperóxido, que se agregan con un sistema de mezcla que agrega el peróxido en el nivel deseado y variable.

25 Los ejemplos de sistemas de dos componentes incluyen combinaciones 1:1 en peso de una mezcla de "una parte" con una mezcla de "dos partes", en donde las cantidades relativas de hidroperóxidos, aceleradores e inhibidores varían en intervalo, como se indica más adelante en la Tabla 1:

N.º de ejemplo	Composición de la parte uno	Composición de la parte dos
1	Resina, monómero, aceleradores en una cantidad de hasta 8 % en peso	Resina, monómero, hidroperóxidos en una cantidad de hasta 10 % en peso, inhibidores en una cantidad de hasta 0.2 %
2	Resina, monómero, aceleradores en una cantidad de hasta 4 % en peso, inhibidor en una cantidad de 0.1 % en peso	Hidroperóxidos, mezclados durante la aplicación de la resina en hasta 5 % del peso de la parte uno

30 También se pueden usar formulaciones modificadas de HOLDTITE® (Gateshead, Reino Unido), por ejemplo, resina HOLD- TITE® serie 200/T90 y activador HOLDTITE® A649NF, con HPMA como el monómero reactivo para transportar el activador para que se pueda usar un sistema de bombeo 1:1.

35 Dado que el componente de aglutinante de segunda etapa no se ha hecho reaccionar durante la polimerización parcial de primera etapa, el curado de segunda etapa tiene lugar después de que se haya formado el producto de tapete producido durante la primera etapa en su forma tridimensional que es la forma determinada según sea necesario para replicar el producto final para la operación de moldeo final. El curado de segunda etapa tiene lugar al exponer al aglutinante a, por ejemplo, una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico.

40 El proceso de la presente memoria permitirá el uso de fibra para hilar de extremo final, tal como PPG n.º 2002, OCF 366, 107B o 30, o Certainteed 625 o 670. Esto proporcionará una variedad de rendimientos con el rendimiento seleccionado según la conformación de la resina aglutinante.

45 El aglutinante de dos etapas también elimina la necesidad de dos aplicaciones individuales de distintos aglutinantes cuando se elaboran preformas usando aglutinantes curados ultravioletas para preformas como en los procesos COMPFORM® mencionados anteriormente. La tecnología actual determina que los productos tipo tapete son comercializados con aglutinantes convencionales aplicados a estos cuando se producen. Los aglutinantes convencionales requieren la modificación con calor durante la elaboración de preformas o se debe superar su resistencia durante la elaboración de preformas. A continuación, los aglutinantes de dos etapas, según la presente invención, eliminan estos problemas mediante el uso de una única resina aglutinante con dos sistemas iniciadores variables y distintos que funcionen mediante un medio completamente distinto. Cuando se utiliza para elaborar tapetes o tapetes preformables, la primera etapa toma el lugar del primer aglutinante como es aplicado por el fabricante de refuerzo, es decir, el fabricante de fibra de vidrio, y la segunda etapa toma el lugar del segundo aglutinante aplicado por el fabricante de preformas para su uso en la elaboración de preformas.

55

Dado que el fotoiniciador de primera etapa hace reaccionar parcialmente el aglutinante, el curado de segunda etapa requiere menos reticulación para obtener un curado final. Esto agilizará el curado de segunda etapa con respecto a lo que hubiera ocurrido si no hubiese tenido lugar el curado de primera etapa. Se debería entender que los radicales libres generados en el curado de primera etapa provocan reticulación limitada en el aglutinante hasta que no se generen radicales libres para adelantar el curado.

Dado que los aglutinantes son líquidos, no es necesario que se transporten en agua para rociarse. La humedad residual en las fibras de refuerzo hace mucho se ha demostrado como causa de la reducción de las propiedades físicas y eléctricas con algunas resinas de matriz. Dado que no hay agua en el sistema, no se requiere el secado y se supera el problema mencionado anteriormente. El curado mediante la energía apropiada y el curado anaeróbico proporcionan la rigidez necesaria y las características de manipulación de material.

Con fines de simpleza, la siguiente descripción se refiere principalmente a tapetes no tejidos, dado que cualquiera de los beneficios del proceso también puede aplicarse a cualquier refuerzo tejido en el que se usen aglutinantes. Los tapetes de fibras entran en dos categorías generales, las fibras discontinuas se denominan tapete de cadena cortada y las fibras continuas, en general, se denominan tapetes de cadena continua. La presente invención corresponde a ambos estilos de tapetes o combinaciones de los mismos. Existen muchos estilos de cada uno de estos tipos de tapetes.

En el proceso de la presente invención, los tapetes de fibras son preparados por el fabricante, es decir, como una capa de fibras depositadas en una red móvil, como se describe en la patente de EE.UU. n.º 4,054,713 usando un aglutinante de dos etapas. Los tapetes se preparan en una red o cinta continua y, una vez finalizada la formación de la capa, se aplica un aglutinante, comúnmente mediante rociado, o puede calandrarse. En general, el aglutinante se aplica en un intervalo de 1 %-12 % en peso de la fibra, comúnmente y preferiblemente en el intervalo de 2.0-8.0 por ciento en peso. Después de la aplicación del aglutinante de dos etapas, se puede proporcionar un período de permanencia para permitir cierta humectación de las fibras mediante una distancia de transporte con respecto a la sección de compresión y curado de la línea de producción como en nuestra patente 5,169,571. Los tapetes también pueden fabricarse con un velo, en donde un velo es un tapete de fibra que tiene la finalidad de generar una superficie rica en resina, por ejemplo, para mejorar las propiedades, tales como la resistencia a la corrosión y la apariencia. En algunas realizaciones de la invención, el velo se deposita usando una fibra para hilar que se produce especialmente con este fin. El velo puede encontrarse a cualquiera de los lados o a ambos lados de un tapete, según en qué lado de la preforma se requiera el velo.

La intención del presente concepto es proporcionar nuevos aglutinantes para su uso con materiales de refuerzo. Estos nuevos aglutinantes deben usarse para elaborar productos tipo tapete que luego se usarán en la fabricación de preformas que, como se sabe en la técnica, luego se usan en la fabricación de artículos acabados impregnados tales como barras de parachoques, sumideros, y similares. Debe entenderse que las preformas son productos tridimensionales que se usan como base para elaborar y como estructura principal para elaborar un producto moldeado RIM, RTM, SRIM acabado tridimensional adaptable o similar.

Usualmente es deseable comprimir las capas para lograr la relación de densidad/espesor deseada. En el proceso de la presente invención, como se describe en la patente de EE.UU. n.º 5,169,571, las capas se comprimen en etapas y se mantienen en compresión durante el curado en etapas. Hay varias técnicas disponibles para lograr la relación de densidad/espesor deseada mediante compresión usando rodillos o cintas continuas o combinaciones de los mismos, como se describe en las aplicaciones mencionadas anteriormente.

Cuando se utiliza luz visible como la primera energía de curado, se puede aplicar luz de varias maneras distintas: mediante una red o cinta continua; entre rodillos sobre la cinta o red, a través de los rodillos; y a través de las aberturas entre los rodillos. Cuando la fuente lumínica debe estar contenida en los rodillos y la luz deba transmitirse a través de los rodillos, los rodillos pueden fabricarse de un filtro de metal poroso que permita la transmisión de luz y pueden fabricarse de un material transparente a la luz, tal como un acrílico transparente a la luz o un vidrio o cuarzo transparente a la luz. La cinta o red puede fabricarse de un filtro de metal flexible poroso que permita la transmisión de luz o puede fabricarse de una cinta o red de polímero transparente a la luz, tal como polietileno transparente a la luz, acrílico transparente a la luz o polivinilcloruro transparente a la luz. La transparencia es relativa a la parte del espectro en el que se esté operando. Como se describe en la patente de EE.UU. n.º 5,169,571 mencionada anteriormente, se puede emplear una película transparente a la luz como la red, que también actuaría para proteger los aglutinantes no curados de las superficies de los rodillos o cintas, si se desea. También evitaría que los materiales de vidrio potencialmente abrasivos desgasten las superficies del sistema de transporte. Si se desea, la película transparente a la luz puede mantenerse en el producto como una capa separadora en los rodillos. Un uso adicional de esta película podría ser la de un cierre al vacío, si se desea, en las aplicaciones de corte y formación posteriores antes del curado de segunda etapa y como en nuestra patente previa mencionada anteriormente. La película también puede ser permeable al gas, para permitir el curado anaeróbico.

El proceso se aplica a la utilización de distintas formas de energía. Por lo tanto, a continuación se proporcionará una descripción detallada del uso de los sistemas de energía apropiados.

Con referencia a la Figura 18, un sistema de formación de tapetes se ilustra de forma general en 10 como que comprende múltiples etapas separadas a lo largo de una cinta transportadora 12 que es sostenida para desplazarse a lo largo de una vía definida mediante un par de rodillos finales 14 y 16. El sistema incluye una etapa de preparación y aplicación de fibras 18, un aplicador de aglutinante 20 y una etapa de compresión y curado 22. Al final de la cinta transportadora 12, junto al rodillo 16, se retira el tapete formado y se enrolla en un rodillo de recolección o bobinado 52.

En la etapa de aplicador 18, se preparan las fibras de refuerzo, por ejemplo, ya sea fibras de cadena continua o cortadas, de manera conocida en la técnica, como se describe en la patente de EE.UU. n.º 4,054,713 mencionada anteriormente. Las fibras de refuerzo también pueden ser las mezclas variables de las fibras de cadena continua o cortadas. Las fibras se preparan en el aparato 24 y se depositan, indicado de forma simbólica con la flecha 26, sobre la superficie superior de la cinta transportadora 12 como una capa 26' de fibras. La capa 26' de fibras luego es recibida en la estación de aplicador de aglutinante 20 en la cual se extrae el aglutinante de un suministro 28, en la presente un aglutinante de dos etapas, y se aplica mediante un aplicador 30 sobre la superficie superior de la capa formada 26' para formar una capa recubierta con aglutinante 26VL sobre la superficie superior de la cinta transportadora 12 con un 1.0-12.0 por ciento en peso de aglutinante, preferiblemente 2.0-8.0 por ciento en peso con respecto a la fibra de vidrio u otro material de refuerzo.

La capa recubierta con aglutinante 26VL luego pasa hacia la etapa de compresión y curado 22 en la cual la cinta transportadora 12, más particularmente la capa 26VL transportada allí se comprime entre pares de rodillos de compresión separados 34, 36, 38 y 40 donde la capa 26VL se comprime hasta una relación de densidad/espesor deseada mediante los rodillos, en etapas, y el primer componente del aglutinante se cura, en etapas, mediante las fuentes de energía separadas 42, 44 que proporcionan la energía apropiada para curar dicho componente, por ejemplo, una fuente de luz visible, luz ultravioleta, luz infrarroja, energía de microondas, luz láser, haz de electrones o una fuente de calor tal como aire caliente. Dichas fuentes pueden extenderse en el sentido transversal de la capa 26VL y emitir energía, como se indica en 46, 48.

Después de la compresión y el curado, el tapete de fibra acabado, ahora denominado 50UV, se retira de la cinta transportadora 12 y puede enrollarse en el rodillo de enrollado 52. De manera alternativa, el tapete puede suministrarse directamente a la maquinaria de corte o directamente al equipo de elaboración de preformas. Si se enrolla, el tapete entonces puede suministrarse a demanda a la maquinaria de corte o directamente al equipo de elaboración de preformas.

De manera alternativa, puede montarse una parte de molde sobre el sistema de cinta, y se puede formar directamente un tapete de fibra sobre la parte de molde. Esto se logra al aplicar las fibras y el aglutinante directamente a la parte de molde, seguido de curado del aglutinante, que puede tener lugar en una o dos etapas. Cuando se desee y cuando los requisitos de la preforma lo permitan, el aglutinante puede curarse en una etapa durante el depósito de las fibras al aplicar la energía apropiada con la energía correspondiente. Esto no permite la etapa de consolidación, pero algunas aplicaciones no requieren la consolidación de la preforma. Esto también permite que las fibras dirigidas se rocien directamente en una herramienta de moldeo con o sin una capa de gel o con o sin un material de revestimiento, usando una versión de viscosidad elevada del aglutinante, donde la viscosidad y naturaleza "adhesiva" del aglutinante actúa en primer lugar para sostener el refuerzo en el lugar sin vacío y, en segundo lugar, para sujetar el refuerzo con curado del aglutinante con exposición a la energía lumínica para el curado.

Con referencia a la Figura 23, una aplicación de fibra y aglutinante con un primer sistema de estabilización se ilustra de forma general en 110 como que comprende múltiples etapas separadas a lo largo de una cinta transportadora 112 que es sostenida para desplazarse a lo largo de una vía definida mediante un par de rodillos finales 114 y 116. El sistema incluye un dispositivo de aplicación de fibra 118, un aplicador de aglutinante 130. Al final de la cinta transportadora 112, junto al rodillo 116, se retira la forma y se mueve hacia la estación de consolidación 210 mediante el robot 158.

En la etapa de aplicador 118, se depositan fibras de refuerzo con el aparato 124, como se indica de manera simbólica con la flecha 126, sobre la superficie de una parte de molde 205. Se extrae una composición aglutinante, en la presente una composición aglutinante de dos etapas, de un suministro 128 que se aplica mediante un aplicador 130 como el aglutinante 132 junto con las fibras, para formar una capa recubierta con aglutinante sobre la superficie de la parte de molde 205. Opcionalmente, el aglutinante y las fibras pueden aplicarse de forma conjunta mediante un dispositivo de aplicación de aglutinante y fibras combinado. El componente de primera etapa del aglutinante se cura con el tipo adecuado de energía aplicada mediante las fuentes de energía 207 y 209. En realizaciones alternativas, puede agregarse un velo a cualquiera de los lados o a ambos lados de las fibras de refuerzo, según en qué lado de la preforma se requiera el velo.

De manera alternativa, la fibra y la parte de molde recubierto con aglutinante 205 pasa hacia el primer sistema de estabilización 122, en donde las fuentes de energía adecuadas 142 y 144 se extienden en el sentido transversal de la cinta transportadora y la emiten, como se indica en 146, 148.

Después del curado, la preforma parcialmente curada en la parte del molde, ahora denominada 156, es transportada por el robot 158 desde la cinta transportadora 112 y suministrada a la estación de consolidación 210. La estación de consolidación comprende una etapa de consolidación, en donde el componente anaeróbico del aglutinante se cura en forma de una prensa de formación 164 con el contramolde, como en la Figura 23, y la preforma parcialmente curada 156 se mueve a lo largo de un transportador 162 hacia la prensa de formación 164, donde se presan juntas las dos mitades de la prensa para replicar la forma deseada de la preforma y se aplica una atmósfera que fomenta el curado del componente de aglutinante anaeróbico desde una fuente de atmósfera controlada 186. De manera alternativa, la etapa de consolidación puede ser una película o herramienta flexible que se coloca sobre la superficie de la herramienta y se aplica una fuente de vacío. El vacío aplicado se puede aplicar opcionalmente de manera tal que cure completamente el componente anaeróbico del aglutinante o no cure completamente el componente anaeróbico del aglutinante, según la aplicación a mano. Si se desea, se pueden unir refuerzos a la preforma según las técnicas de costura energética establecidas anteriormente.

En una realización alternativa de la invención, el sistema de estabilización de primera etapa puede eliminarse y la herramienta puede moverse directamente a la estación de consolidación.

Con referencia a la Figura 19, en general, el proceso de moldeo total se establece en estilo de organigrama en el cual se proporciona un aglutinante de dos etapas al aplicador de aglutinante 20 de la Figura 18, y se forma el tapete según la Figura 18 y se forma una preforma. Luego, la preforma se coloca en un molde, según los procesos RIM, RTM y SRIM u otros procesos similares que usan o requieren una preforma y un material plástico deformable, tal como la introducción de una resina de matriz en el molde, tal como mediante la inyección o vacío u otro método similar, para hacer fluir la resina de matriz y rellenar los intersticios de la preforma. Luego, la resina de matriz se cura en el molde y el producto se retira según los métodos conocidos en la técnica. De manera alternativa, en todo el proceso de moldeo, como se establece en el organigrama de la Figura 19, se proporciona un aglutinante de una etapa o de dos etapas en el aplicador de aglutinante, el material se aplica directamente a una herramienta, como se muestra en la Figura 23, y se produce una preforma directamente usando un aglutinante de una etapa o usando un proceso de consolidación que comprende el uso de un aglutinante de dos etapas, como se describió anteriormente. Luego, la preforma se puede usar como se describió anteriormente.

En realizaciones adicionales, es un objeto de la presente invención proporcionar un mejor proceso de fibra dirigido para elaborar preformas estructurales con un aglutinante anaeróbico. Este objeto se logra al proporcionar un molde que se perfora para soportar el flujo de aire a través de este cuando se coloca en un plenum, como se describió anteriormente en la patente de EE.UU. n.º 5,192,387. El material de refuerzo se extrae de un suministro de fibra para hilar en carretes, opcionalmente cortado y lanzado como sería el caso al rociarlo o dirigirlo hacia la parte de molde perforada. Se agrega un aglutinante curable anaeróbico a las fibras para cubrir al menos parcialmente las fibras con aglutinante durante su desplazamiento hacia la parte de molde perforada y/o después de llegar a su destino en la parte de molde. El aglutinante se aplica en un grado suficiente para recubrir las fibras, opcionalmente sin rellenar los intersticios entre dichas fibras. Durante la aplicación de las fibras y el aglutinante, la parte de molde perforada puede rotarse para obtener la cobertura completa con las fibras hasta un espesor deseado. Para potenciar e incluso cubrir, las fibras y el aglutinante pueden dirigirse desde el extremo distal de un brazo del robot que puede funcionar según un programa para examinar la parte de molde perforada para garantizar la cobertura en todas las áreas que incluyen las esquinas interiores de las mismas.

Después de haber aplicado las fibras y el aglutinante a la parte de molde perforada, si se requiere la consolidación, el molde se cierra para presar el tapete fibroso aplicado para que adopte la forma deseada de una preforma mediante prensado de una segunda parte de molde con forma complementaria contra la preforma. Esta es una operación de prensado a baja presión y garantiza que las fibras que recubren el interior y sobresalen por las esquinas exteriores de las fibras formadas se deformen para ajustarse a las formas de esas esquinas. De manera alternativa, se puede usar vacío para consolidar y curar simultáneamente al aplicar una cubierta flexible para sellar las herramientas para la aplicación de una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante curable anaeróbico, en lugar de la segunda parte de molde perforada, en las fibras aplicadas. La cubierta flexible puede ser una película delgada de un material tal como polietileno, silicio o un elastómero blando y la herramienta no perforada puede ser de cualquier material de herramienta razonablemente rígido, material de lámina termoformada o similar.

Mientras se encuentra en el molde, la preforma se somete a una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante curable anaeróbico para curar el aglutinante y rigidizar el tapete fibroso en la forma prensada. En este momento, la preforma puede transferirse a un proceso de moldeo para elaborar un compuesto estructural o se puede considerar una preforma portadora a la cual se le deben unir miembros de refuerzo o similares.

Tal como se muestra en la Figura 20, el proceso de elaboración de preformas de fibras directo y básico usando un aglutinante anaeróbico se ilustra, en general, como que se realiza en 3 o, de manera alternativa, 4 etapas que incluyen una etapa de depósito de fibra y aglutinante 1, una etapa de curado anaeróbico 2, una etapa de preforma completada 3, una etapa de costura energética 4 y una etapa de suministro 5. La costura energética depende de la aplicación.

ES 2 670 193 T3

- La etapa de depósito de fibras 1 (Figura 21) comprende una primera parte de molde inferior 6 que es sostenida por la rotación mediante un plénum 7. La primera parte del molde 6 es un elemento perforado que soportará el flujo de aire a través del mismo mediante el plénum 7 para construir un tapete sobre las superficies 8 que son oblicuas entre sí y definen esquinas internas y externas. La parte de molde 6 es complementaria a una segunda parte de molde superior 10 y las dos partes tienen superficies interiores complementarias que definen una forma tridimensional deseada de una preforma para replicación de la preforma. Cuando se desea o requiere la consolidación, esto se puede lograr al aplicar un cierre para proporcionar una cámara para una atmósfera controlada que fomenta el curado de aglutinantes anaeróbicos.
- Las partes de molde 6 y 10 son partes de un molde de prensado a baja presión y se ilustran unidas por medios mecánicos a un molde que cierra y abre un mecanismo 12 constituido por uno o más pisones hidráulicos y guías y uniones apropiadas, como es conocido para moldes de prensado. Con el molde abierto, las fibras de material de refuerzo, tal como material de refuerzo de fibra de vidrio o fibra de carbono, y una resina aglutinante curable anaeróbica, se impulsan hacia la corriente de aire (indicada con las flechas A) establecida a través del plénum y la parte de molde perforada 6 y se dirigen a la forma de perfil de la parte de molde 6. Para mejorar la cobertura, la parte de molde 6 puede girar, como se indica con la flecha 38 y las fibras y el aglutinante se dirigen, mediante la corriente de aire, a la parte de molde 6 mediante un robot 14 de la etapa de aplicador 2.
- El robot 14 se ilustra como que comprende un eje vertical y al menos dos ejes horizontales para que las fibras y el aglutinante que salen del extremo distal de la estructura de brazo 16, 18 puedan dirigirse a todas las partes de la parte de molde giratoria 6.
- La etapa de aplicación 2 se ilustra como que comprende el robot con los brazos 16 y 18, un cortador 20 que recibe fibra para hilar 22, 24, 26 de carretes de fibra para hilar en la etapa de suministro 3 mediante un tubo 28 montado en el brazo 18, y un conducto 30 que transporta el aglutinante 32 suministrado mediante una bomba 34 a una boquilla de rocío 36, y un puerto de salida 22 para las fibras cortadas.
- La etapa de suministro 3 se ilustra como que comprende múltiples carretes de la fibra para hilar 22, 24 y 26 de material de refuerzo, se suministra en un tubo 28, así como el suministro del aglutinante 32 y la bomba 34. El cortador 20 puede comprender uno o más elementos giratorios, que incluyen engranajes y cuchillas, para extraer y cortar la fibra para hilar 22, 26 y lanzar las fibras cortadas hacia la parte de molde perforada 6. Una fuente de energía electromagnética, constituida en la presente con un par de lámparas ultravioletas 40 y 42, puede montarse en el extremo distal del brazo del robot 18.
- En el funcionamiento, el cortador 20 extrae la fibra para hilar 22-26, la corta y lanza las fibras cortadas hacia la parte de molde perforada 6. De manera contemporánea, el aglutinante se rocía desde la boquilla de rocío 36 para cubrir al menos parcialmente las fibras dirigidas hacia y/o en la parte de molde perforada 6. A medida que las fibras se dirigen a la parte de molde 6, la parte de molde 6 gira, como se indica con la flecha 38, y el robot funciona para examinar todas las superficies interiores de la parte de molde perforada 6 junto con la rotación del mismo, para obtener un depósito uniforme de las fibras hasta un espesor predeterminado en todas las superficies interiores de la parte de molde 6.
- La preforma puede curarse en este momento o por turnos. Después de la aplicación de las fibras a la parte de molde 6, se cierra un contramolde de preforma con el mecanismo operativo de moldes 12 para cerrar la parte de molde 10 sobre la parte de molde 6 y prensar el tapete fibroso para que se ajuste a la forma dimensional deseada de la preforma. El molde se construye para permitir la aplicación de una atmósfera controlada cuando se cierra, para fomentar el curado del aglutinante de curado anaeróbico. De manera adicional, el material del molde puede transmitir opcionalmente radiación electromagnética, tal como una rejilla de alambre y/o un material acrílico transparente de uso general que no contenga bloqueadores de luz. Mientras el molde se encuentra cerrado, se aplica una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante curable anaeróbico mediante la fuente de atmósfera controlada 42'.
- En este momento, la preforma puede emplearse para moldear un compuesto estructural. De este modo, se abre el molde y se recoge la preforma del molde mediante otro robot o similar (no se muestra) parecido al robot 14 y se coloca en un transportador 60 de la estación de descarga 5 para transportarse al almacenamiento o al proceso de moldeo adicional.
- Si la preforma debe adoptar la naturaleza de una preforma portadora y se deben unir uno o más submontajes a la misma, el robot, u otro robot, sostiene la preforma 44 en una posición deseada o la coloca en una mesa de trabajo en la posición deseada para la unión de un miembro de refuerzo en la etapa de costura energética 4. En la presente, la preforma 44 se ilustra como que permanece en una mesa en la posición deseada. Con la preforma en esta posición, puede funcionar otro robot 54 para aplicar un aglutinante curable por energía electromagnética o un aglutinante curable térmicamente o un aglutinante anaeróbico desde un depósito 52 y mediante una bomba 50 a través de un dispensador o boquilla de rocío 48 montada en el extremo distal de un brazo del robot 56 del robot 54, el aglutinante se aplica a al menos una superficie seleccionada de la preforma 44 y/o del submontaje. Luego, se puede colocar una inserción de refuerzo 46, tal como mediante otro robot, hacia una posición deseada y en contacto

directo con la preforma en el área seleccionada con el recubrimiento aglutinante sobre la misma. Luego, el robot 54 se coloca para aplicar la energía apropiada para curar el aglutinante en el área seleccionada mediante una fuente de energía 58. De manera alternativa, se puede aplicar una atmósfera que fomenta el curado de aglutinantes anaeróbicos.

5 La última operación, descrita anteriormente como "costura energética" o "costura anaeróbica", puede lograrse cualquier cantidad de veces para aplicar miembros de refuerzo y/o miembros de unión (miembros estructurales modificados) a la preforma antes de su uso para elaborar un compuesto estructural. Después de haber cosido de manera energética o cosido de manera anaeróbica el último submontaje a la misma, la preforma 44 que transporta los miembros adicionales es movida por otro robot (no se muestra) hacia el transportador 60 de la etapa de descarga 5.

15 Mediante el uso de otros aglutinantes seleccionados, se puede lograr el curado de los mismos mediante técnicas de microondas, como se describe en nuestras solicitudes de patente mencionadas anteriormente, o mediante haz de electrones, como se describe en nuestra patente de EE.UU. n.º 5,217,656. Con referencia a la Figura 22, se ilustra la estructura y naturaleza de una preforma típica, en la cual la preforma 44 comprende múltiples paneles 62 generalmente horizontales o levemente oblicuos con respecto al plano horizontal con múltiples paredes verticales 64, 66 que se extienden desde allí junto con secciones de perfil generalmente con forma de U 68, 70, 72. Se puede adoptar cualquier otra forma que concuerde con dirigir las fibras a superficies de agarre y soporte que pueden estar definidas por superficies internas, que incluyen conectores de inserción, de las partes de molde superiores e inferiores.

25 Con referencia a la Figura 20, se ilustra un proceso para elaborar un compuesto estructural en forma de un organigrama, el proceso incorpora la fibra dirigida, los conceptos de energía dirigida de la presente invención. Como se estableció anteriormente, se extrae la fibra para hilar de una etapa de suministro 3, se corta con un cortador 20 y se dirige a un miembro perforado con aire extraído a través de este mediante una estructura de plenum y que puede girar como se indica con la flecha 38. Las fibras cortadas dirigidas hacia el elemento perforado se rocían con un aglutinante que emana de una boquilla de rocío 36. La rotación del elemento perforado y el escaneo con el elemento de corte 20 y la boquilla de rocío 36 proporcionan un recubrimiento o tapete uniforme de fibras cubiertas con aglutinante depositadas hasta un espesor previamente determinado.

35 El elemento perforado, en la realización ilustrada, es una parte de molde inferior 6, que puede tener una parte de molde superior 10 complementaria que se mueve para cerrar el molde para que el tapete de fibras replique de forma precisa el tamaño y la forma deseados de la preforma. El aglutinante es un aglutinante curable anaeróbico, en la presente, curado mediante la aplicación de una atmósfera que fomenta su curado que se aplica mediante una fuente de atmósfera controlada que se ilustra en la presente conectada de forma operativa al molde. Las partes de molde 6 y 10 pueden construirse de un material que transmite radiación electromagnética, tal como una rejilla o un material acrílico transparente de uso general que no incluye bloqueadores de radiación electromagnética.

40 A continuación, el molde se abre al proporcionar una separación entre las partes de molde 6 y 10 para que se pueda retirar la preforma tridimensional rigidizada curada. En la presente, la preforma se identifica como 44P, 44CP, ya que la preforma ahora puede adoptar la naturaleza de un elemento final 44P para el movimiento mediante la etapa de descarga 5 a un proceso de moldeo RTM o SRIM 90, o puede adoptar la naturaleza de una preforma portadora 44CP y puede moverse a una estación de costura energética 4 para la aplicación de submontajes, tales como nervios de refuerzo, núcleos, cubiertas y similares. La estación 4 también puede ser una estación de costura anaeróbica.

50 Cuando la estación es una estación de costura energética 4, la preforma portadora 44CP puede tener un nervio externo 74 (y/o un nervio interno), una esquina de refuerzo 76, un núcleo 78 y una cubierta 80 conectada al mismo mediante la aplicación de un aglutinante curable por energía electromagnética o un aglutinante curable por calor aplicado desde una fuente 82 a una o más áreas de superficie seleccionadas de la preforma portadora 44CP y/o el nervio 74, la esquina 76 y la cubierta 80. La cubierta 80 sostendrá el núcleo 78 dentro de la preforma 44CP y el núcleo 78 no se adhiere necesariamente a la preforma portadora. El propósito del núcleo 78 es almacenar material en el proceso de moldeo posterior de RTM/SRIM en el cual el material plástico podría migrar a través de la pared porosa hueca de la preforma hacia la cavidad que podría generar un uso excesivo de material, un aumento de peso y una extensión del período de curado para el plástico aplicado.

60 Después de la aplicación del aglutinante y los submontajes a la preforma portadora 44CP, las áreas seleccionadas recubiertas con aglutinante se someten a la energía apropiada para curar el aglutinante, por ejemplo, mediante fuentes de energía 84, 86, 88. Finalmente, la costura produce una preforma estructural SP que luego se transfiere mediante la etapa de descarga 5 al proceso de moldeo de RTM/SRIM 90.

REIVINDICACIONES

- 1.Un método para elaborar una preforma para artículos moldeados reforzados con fibra, que comprende:
- 5 (a) aplicar una capa de material que comprende fibras de refuerzo en una superficie de molde de preforma que tiene una configuración que corresponde a al menos una parte de un artículo moldeado;
(b) agregar una composición que comprende un aglutinante anaeróbico al material de refuerzo para que las fibras se recubran al menos parcialmente;
- 10 **caracterizado por que** durante las etapas (a) y (b), los intersticios entre las fibras permanecerán abiertos; y que
(c)dicho aglutinante anaeróbico entra en contacto con una atmósfera de uno o más gases inertes que fomenta el curado de dicho aglutinante.
- 15 2.El método de la reivindicación 1, en donde dicha composición aglutinante anaeróbica se agrega a dicho material antes de aplicar el material a la superficie del molde de preforma.
- 3.El método de la reivindicación 1, en donde dicha preforma comprende un filtro con una forma que se ajusta a la del artículo que se moldeará.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en donde el material comprende fibras de refuerzo opacas a o no adecuadas para su uso con la radiación electromagnética.
- 5.El método de la reivindicación 1, en donde el material comprende fibras de carbono.
- 25 6.El método de la reivindicación 1, en donde el material comprende fibras de aramida.
- 7.El método de la reivindicación 1, en donde el material comprende fibras combinadas de dos o más materiales.
- 30 8.El método de la reivindicación 7, en donde dichas fibras combinadas comprenden vidrio.
- 9.El método de la reivindicación 7, en donde dichas fibras combinadas comprenden resina de matriz.
10. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (a) se aplica una capa de materiales que comprende fibras de refuerzo sobre una superficie de molde, y en donde en la etapa (b) se agrega una composición aglutinante al material, dicha composición comprende un componente anaeróbico y un componente curable por radiación electromagnética o un componente curable por calor, y en donde en la etapa (c) dicha composición aglutinante entra en contacto con una atmósfera, y en donde se llevan a cabo la etapa (d) o la etapa (e), en donde:
- 35 - la etapa (d) comprende exponer dicha composición aglutinante a radiación electromagnética que fomenta el curado del componente curable por radiación electromagnética; y
- la etapa (e) comprende exponer dicha composición aglutinante a energía térmica que fomenta el curado del componente curable por calor.
- 40 11.El método de la reivindicación 10, en donde la etapa (d) tiene lugar antes de la etapa (c).
- 12.El método de la reivindicación 10, en donde la etapa (e) tiene lugar antes de la etapa (c).
13. El método de la reivindicación 11, que comprende, además:
- 50 (f)formar el material de refuerzo en una forma tridimensional que corresponde a al menos una parte de un artículo moldeado, en donde la etapa (e) tiene lugar entre la etapa (c) y la etapa (d).
14. El método de la reivindicación 10, en donde dicha composición aglutinante se agrega a dicho material de refuerzo antes de aplicar el material de refuerzo a la superficie del molde.
- 55 15. El método de la reivindicación 10, en donde dicha superficie de molde comprende una forma que se ajusta a la del artículo que se moldeará.
- 60 16. El método de la reivindicación 10, en donde el material de refuerzo comprende fibras opacas a la radiación electromagnética.
- 17.El método de la reivindicación 10, en donde el material de refuerzo comprende fibras de carbono.
- 65 18.El método de la reivindicación 10, en donde el material de refuerzo comprende fibras de aramida.

- 19.El método de la reivindicación 10, en donde el material comprende fibras combinadas de dos o más materiales.
- 20.El método de la reivindicación 19, en donde dichas fibras combinadas comprenden vidrio.
- 5 21.El método de la reivindicación 19, en donde dichas fibras combinadas comprenden resina de matriz.
- 22.El método de una de las reivindicaciones 10 a 21, en donde en la etapa (b), se agrega una composición aglutinante al material, dicha composición comprende un componente curable por calor, en donde en la etapa (e) dicha composición aglutinante se calienta hasta una temperatura que fomenta el curado del componente curable por calor.
- 10
- 23.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (e) tiene lugar antes de la etapa (d)
- 24.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (e) tiene lugar antes de la etapa (c).
- 15
- 25.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (d) tiene lugar antes de la etapa (e).
- 26.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (d) tiene lugar antes de la etapa (c).
- 20
- 27.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (c) tiene lugar antes de la etapa (e).
- 28.El método de la reivindicación 22, en donde la etapa (c) tiene lugar antes de la etapa (d).
- 29.El método de la reivindicación 22, que comprende, además:
- 25
- (f) formar el material de refuerzo en una forma tridimensional que corresponde a al menos una parte de un artículo moldeado, en donde dicha etapa (f) tiene lugar en un punto en el tiempo seleccionado de entre la etapa (e) y la etapa (d), entre la etapa (e) y la etapa (c) y entre la etapa (d) y la etapa (c).
- 30
30. El método de la reivindicación 22, en donde dicha composición aglutinante se agrega a dicho material de refuerzo antes de aplicar el material de refuerzo a la superficie del molde de preforma.
31. El método de la reivindicación 22, en donde dicha superficie de molde comprende una forma que se ajusta a la del artículo que se moldeará.
- 35
32. El método de la reivindicación 22, en donde dicho material comprende fibras de refuerzo que son opacas a la radiación electromagnética.
- 33.El método de la reivindicación 22, en donde dicho material comprende fibras de carbono de refuerzo.
- 40
- 34.El método de la reivindicación 22, en donde dicho material comprende fibras de aramida de refuerzo.
35. El método de la reivindicación 22, en donde el material comprende fibras combinadas de dos o más materiales.
- 45
- 36.El método de la reivindicación 35, en donde dichas fibras combinadas comprenden vidrio.
- 37.El método de la reivindicación 35, en donde dichas fibras combinadas comprenden resina de matriz.
- 50
38. Un método para elaborar una preforma, que comprende las etapas de:
- (a) mover múltiples redes de material de refuerzo fibroso a lo largo de vías respectivas y que guían las redes superpuestas de manera que se superpongan en paralelo entre sí en una ubicación predeterminada y que se desplacen en paralelo y en contacto entre sí;
- 55
- (b) aplicar un aglutinante a al menos una superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes anteriores a la ubicación predeterminada, en donde dicho aglutinante comprende un componente curable por radiación electromagnética y un componente anaeróbico;
- (c) aplicar localmente radiación electromagnética a ubicaciones separadas seleccionadas de las redes paralelas en contacto para curar el aglutinante curable por radiación electromagnética en las ubicaciones separadas y adherir así las redes entre sí;
- 60
- (d) cortar un primordio de las redes adheridas;
- (e) formar el primordio en una forma tridimensional que corresponde a al menos una parte de la preforma; y
- (f) poner en contacto el primordio con una atmósfera de uno o más gases inertes que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico.
- 65
39. El método de la reivindicación 38, que comprende, además:

(g) aplicar radiación electromagnética al primordio para curar el aglutinante curable por radiación electromagnética no curado restante.

5 40. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (e) de formar se define, además, como:

(e1) colocar el primordio entre las primeras y segundas partes formadas de una herramienta, las cuales están formadas para replicar la forma tridimensional deseada de la preforma; y

(e2) prensar las dos partes de la herramienta en conjunto para dar forma al primordio mientras se encuentra en contacto el primordio con una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico en la etapa (f).

10 41. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (b) de aplicar el aglutinante se define, además, como:

(b1) rociar el aglutinante sobre al menos una superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes anteriores a la ubicación predeterminada.

15 42. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (b) de aplicar el aglutinante curable por radiación electromagnética se define, además, como:

(b2) poner en contacto las redes de material de refuerzo fibroso con el aglutinante curable por radiación electromagnética mientras dichas redes se encuentran en sus respectivas vías, como se define en la etapa (a).

20 43. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (b) de aplicar el aglutinante anaeróbico se define, además, como:

(b3) rociar el aglutinante anaeróbico sobre ambas superficies de cada par de superficies enfrentadas de las redes anteriores a la ubicación predeterminada.

25 44. El método de la reivindicación 38, que comprende, además:

(h) prensar las redes juntas para esparcir uno o más del aglutinante curable por radiación electromagnética y el aglutinante anaeróbico.

30 45. El método de la reivindicación 38, en donde la radiación electromagnética de la etapa (c) está caracterizada por una o más frecuencias en el rango de microondas.

35 46. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (b) se define, además, como:

(b5) aplicar un aglutinante curable por radiación ultravioleta a al menos una superficie enfrentada de cada par de superficies enfrentadas en las redes.

40 47. El método de la reivindicación 38, en donde la radiación electromagnética de la etapa (c) se encuentra en el rango ultravioleta.

45 48. El método de la reivindicación 38, en donde la etapa (c) se define, además, como:

(c1) generar radiación electromagnética con una fuente de radiación electromagnética;

(c2) mover la fuente a través de las redes; y

(c3) transmitir de forma periódica la radiación electromagnética desde la fuente hacia las redes.

50 49. El método de la reivindicación 48, en donde la radiación electromagnética está caracterizada por una o más frecuencias en el rango de microondas.

55 50. El método de la reivindicación 48, en donde la radiación electromagnética comprende energía lumínica en todas las longitudes de onda de inicio de curado utilizables.

51. El método de la reivindicación 38, que comprende, además, las etapas de:

(i) aplicar un aglutinante curable por calor a al menos una superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes.

60 52. El método de una de las reivindicaciones 38 a 51, en donde la etapa (b) de aplicar el aglutinante se define, además, como:

(b6) aplicar un aglutinante curable por radiación electromagnética o un aglutinante curable por calor a una superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes anteriores a la ubicación predeterminada y

aplicar un aglutinante anaeróbico a al menos la otra superficie de cada par de superficies enfrentadas de las redes.

53. Un método para elaborar una preforma, que comprende las etapas de:
- 5 (a) aplicar un aglutinante de dos etapas a un tapete de material de refuerzo de fibras, en donde el aglutinante de dos etapas comprende un primer componente de aglutinante y un segundo componente de aglutinante, en donde el primer componente de aglutinante es un componente de aglutinante curable por radiación electromagnética o un componente de aglutinante curable por calor, y el segundo componente de aglutinante es un componente de aglutinante anaeróbico;
- 10 (b) exponer el aglutinante de dos etapas a radiación electromagnética que fomenta el curado del componente de aglutinante curable por radiación electromagnética o exponer el aglutinante de dos etapas a energía térmica que fomenta el curado del componente de aglutinante curable por calor;
- 15 (c) formar el tapete en una forma deseada; y
- (d) exponer el tapete a una atmósfera de uno o más gases inertes que fomenta el curado del componente de aglutinante anaeróbico.
54. El método de la reivindicación 53, en donde el primer componente de aglutinante puede curarse mediante radiación electromagnética en el rango ultravioleta.
- 20 55. El método de la reivindicación 53, en donde el primer componente de aglutinante puede curarse mediante radiación electromagnética en el rango visible.
56. El método de la reivindicación 53, en donde el primer componente de aglutinante puede curarse mediante uno o más de radiación electromagnética con longitudes de onda en el rango de microondas, radiación electromagnética en el rango infrarrojo, luz láser, energía térmica y cualquier combinación de los mismos.
- 25 57. El método de la reivindicación 53, en donde la etapa (a) se define, además, como:
- 30 (a1) aplicar el aglutinante de dos etapas en un intervalo de 2 % a 8 % en peso del material de refuerzo.
58. El método de la reivindicación 53, en donde la etapa (d) se define, además, como:
- 35 (d1) exponer el tapete a una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico hasta que se obtiene una preforma rígida.
59. El método de la reivindicación 53, que comprende además las etapas de:
- 40 (e) colocar la preforma rígida en un molde;
- (f) aplicar material plástico deformable a la preforma;
- (g) curar el material plástico.
60. El método de la reivindicación 53, en donde el segundo componente de aglutinante comprende una o más resinas, uno o más monómeros, uno o más iniciadores y uno o más inhibidores.
- 45 61. El método de la reivindicación 53, en donde el segundo componente de aglutinante comprende, además, uno o más hidroperóxidos.
62. El método de la reivindicación 53, en donde las resinas comprenden epoximetacrilato.
- 50 63. El método de la reivindicación 60, en donde los monómeros se seleccionan de monómeros de metacrilato, alcoholes polihídricos, alcoholes de éster y cualquier combinación de los mismos.
64. El método de la reivindicación 60, en donde los monómeros se seleccionan de hidroxilos de alquilo, beta carboxi etil acrilato, ácido metacrílico, ácido acrílico, dímero de ácido acrílico, trímero de ácido acrílico, tetrámero de ácido acrílico, pentámero de ácido acrílico, hidroxil etil metacrilato, hidroxil propil metacrilato, hidroxil etil acrilato, hidroxil propil acrilato e hidroxil butil acrilato.
- 55 65. El método de la reivindicación 60, en donde el componente de aglutinante de segunda etapa está compuesto por dos componentes, en donde el primer componente comprende los inhibidores y el segundo componente comprende los iniciadores.
- 60 66. Un método para elaborar una preforma estructural tridimensional rígida usando un molde separable que incluye una primera parte de molde perforada y una segunda parte de molde prensada, las partes de molde, cuando están cerradas, definen en conjunto una forma tridimensional deseada de la preforma e incluyen superficies interiores
- 65

ubicadas en ángulos una con respecto a la otra formando esquinas interiores y exteriores, que comprende las etapas de:

- 5 (a) cortar fibras de material de refuerzo;
(b) expulsar las fibras cortadas sobre la primera parte de molde perforada mientras se hace fluir aire a través de la primera parte de molde para dirigir las fibras hacia todas las superficies de la primera parte de molde hasta un espesor predeterminado;
(c) aplicar un aglutinante anaeróbico sobre las fibras cortadas para cubrir al menos parcialmente las fibras con el aglutinante, sin rellenar los intersticios entre las fibras;
10 (d) cerrar las partes de molde separables para comprimir las fibras cortadas recubiertas con aglutinante en la forma tridimensional deseada de la preforma entre la segunda parte de molde prensada y la primera parte de molde perforada del molde cerrado;
(e) aplicar al aglutinante anaeróbico una atmósfera de uno o más gases inertes que fomenta el curado de dicho aglutinante.

15 67. El método de la reivindicación 66 que comprende, además, la etapa de:

- (f) hacer girar la primera parte de molde durante las etapas (b) y (c) de expulsar las fibras cortadas y rociar el aglutinante anaeróbico para garantizar la cobertura de área total de las superficies interiores de la primera parte de molde.

20 68. El método de la reivindicación 66, en donde la etapa (b) de aplicar el aglutinante anaeróbico se define, además, como

- 25 (b1) rociar dicho aglutinante.

69. El método de la reivindicación 68, en donde la etapa (b1) de rociar el aglutinante anaeróbico se define, además, como:

- 30 (b2) rociar el aglutinante simultáneamente durante la etapa (a) de expulsar las fibras cortadas.

70. El método de la reivindicación 66, en donde la etapa (a) de cortar las fibras de material de refuerzo se define, además, como:

- 35 (a1) retirar fibra para hilar de material de refuerzo de al menos un carrete; y (a2) cortar la fibra para hilar extraída en fibras cortas para propulsión.

71. El método de la reivindicación 66, que comprende, además, las etapas de:

- 40 (g) aplicar un aglutinante curable por energía electromagnética a al menos un área seleccionada de la preforma;
(h) mover un submontaje en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y
(i) emitir energía electromagnética sobre al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

72. El método de la reivindicación 66, que comprende, además, las etapas de:

- 50 (g) aplicar un aglutinante curable por energía electromagnética a al menos un área seleccionada de la preforma;
(h) mover un submontaje de refuerzo en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y
(i) emitir energía electromagnética sobre al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

73. El método de la reivindicación 66, que comprende, además, las etapas de:

- 60 (j) aplicar un aglutinante anaeróbico a al menos un área seleccionada de la preforma;
(k) mover un submontaje en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y
(l) poner en contacto dicho aglutinante anaeróbico con una atmósfera que fomenta el curado de dicho aglutinante en al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

74. El método de la reivindicación 66, en donde las etapas (c) y (e) de rociar aglutinante y aplicar una atmósfera que fomenta el curado del aglutinante anaeróbico se definen, además, respectivamente como:

(c1) rociar un aglutinante anaeróbico sobre las fibras cortadas.

5 75. El método de la reivindicación 66, en donde el molde separable comprende un material que transmite energía electromagnética y que comprende, además, las etapas de:

(m) aplicar un aglutinante curable por radiación electromagnética sobre las fibras cortadas para cubrir al menos parcialmente las fibras con el aglutinante, opcionalmente sin rellenar los intersticios entre las fibras;
(n) aplicar radiación electromagnética a dichas fibras.

10 76. El método de la reivindicación 10, en donde las etapas (a) a (d) se llevan a cabo para obtener una preforma estructural tridimensional rígida.

15 77. El método de la reivindicación 76, en donde la composición aglutinante de la etapa (b) comprende, además, un componente de aglutinante curable por calor.

78. El método de la reivindicación 76, en donde las fibras depositadas sobre la parte de molde comprenden fibras continuas.

20 79. El método de la reivindicación 76, en donde las fibras depositadas sobre la parte de molde comprenden fibras cortadas.

80. El método de la reivindicación 76, en donde la etapa (a) y la etapa (b) ocurren simultáneamente.

25 81. El método de la reivindicación 76, en donde la etapa (c) ocurre antes de la etapa (d).

82. El método de la reivindicación 76, en donde la etapa (b) de aplicar la composición aglutinante se define, además, como

30 (b1) rociar dicho aglutinante.

83. El método de la reivindicación 76 que comprende, además, la etapa de:

35 (e1) colocar un velo sobre la parte de molde, en donde la etapa (e1) ocurre antes de la etapa (a).

84. El método de la reivindicación 76 que comprende, además, la etapa de:

(e2) colocar un velo sobre la parte de molde, en donde la etapa (e2) ocurre antes de la etapa (b).

40 85. El método de la reivindicación 76, que comprende, además, las etapas de:

(f) aplicar un aglutinante curable por energía electromagnética a al menos un área seleccionada de la preforma;

45 (g) mover un submontaje en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y

(h) emitir energía electromagnética sobre al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

50 86. El método de la reivindicación 76, que comprende, además, las etapas de:

(i) aplicar un aglutinante curable por energía electromagnética a al menos un área seleccionada de la preforma;

(j) mover un submontaje de refuerzo en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y

55 (k) emitir energía electromagnética sobre al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

87. El método de la reivindicación 76, que comprende, además, las etapas de:

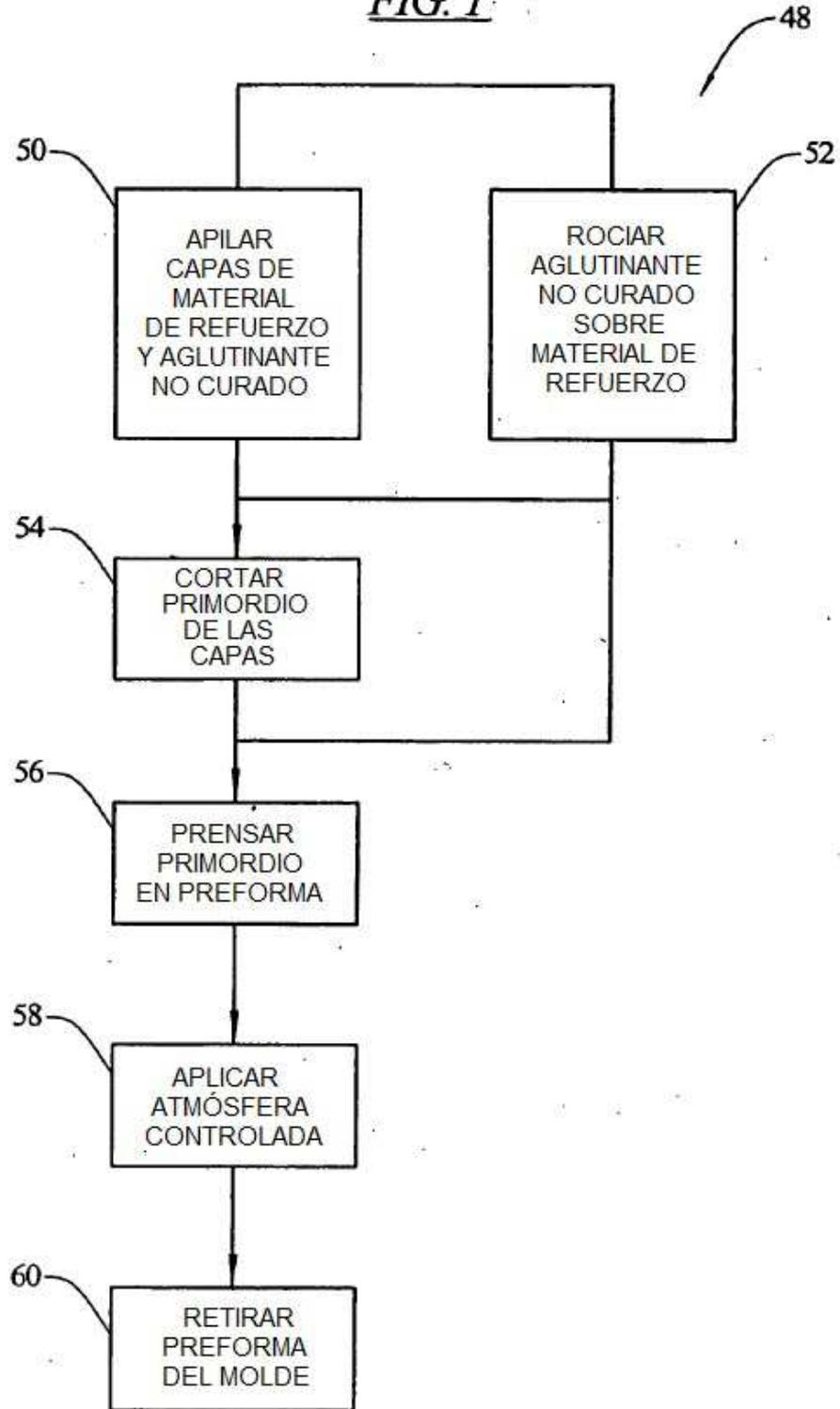
60 (l) aplicar un aglutinante anaeróbico a al menos un área seleccionada de la preforma;

(m) mover un submontaje en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y

65 (n) poner en contacto dicho aglutinante anaeróbico con una atmósfera que fomenta el curado de dicho aglutinante en al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.

88. El método de la reivindicación 76, que comprende, además, las etapas de:
- (o) aplicar un aglutinante anaeróbico a al menos un área seleccionada de la preforma;
 - (p) mover un submontaje de refuerzo en contacto directo con la preforma a al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada; y
 - (q) poner en contacto dicho aglutinante anaeróbico con una atmósfera que fomenta el curado de dicho aglutinante en al menos un área recubierta con aglutinante seleccionada para curar el aglutinante y unir el submontaje a la preforma.
89. El método de la reivindicación 1, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende una o más resinas, uno o más monómeros, uno o más hidroperóxidos, uno o más iniciadores y uno o más inhibidores.
90. El método de la reivindicación 89, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende 15 % en peso a 55 % en peso de resina de epoximetacrilato.
91. El método de la reivindicación 89, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende 45 % en peso a 85 % en peso de monómeros seleccionados de monómeros de metacrilato, alcoholes polihídricos, alcoholes de éster o una mezcla de los mismos.
92. El método de la reivindicación 89, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende de 0 % en peso a 5 % en peso de hidroperóxidos.
93. El método de la reivindicación 89, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende de 0 % en peso a 4 % en peso de aceleradores.
94. El método de la reivindicación 89, en donde dicho aglutinante anaeróbico comprende de 0 % a 0.1 % en peso de inhibidores.
95. El método de la reivindicación 53 que comprende, además, la etapa de:
- (e1) aplicar un velo a un lado de dicho tapete de material de refuerzo de fibras.
96. El método de la reivindicación 53 que comprende, además, la etapa de:
- (e2) aplicar un velo a ambos lados de dicho tapete de material de refuerzo.

FIG. 1



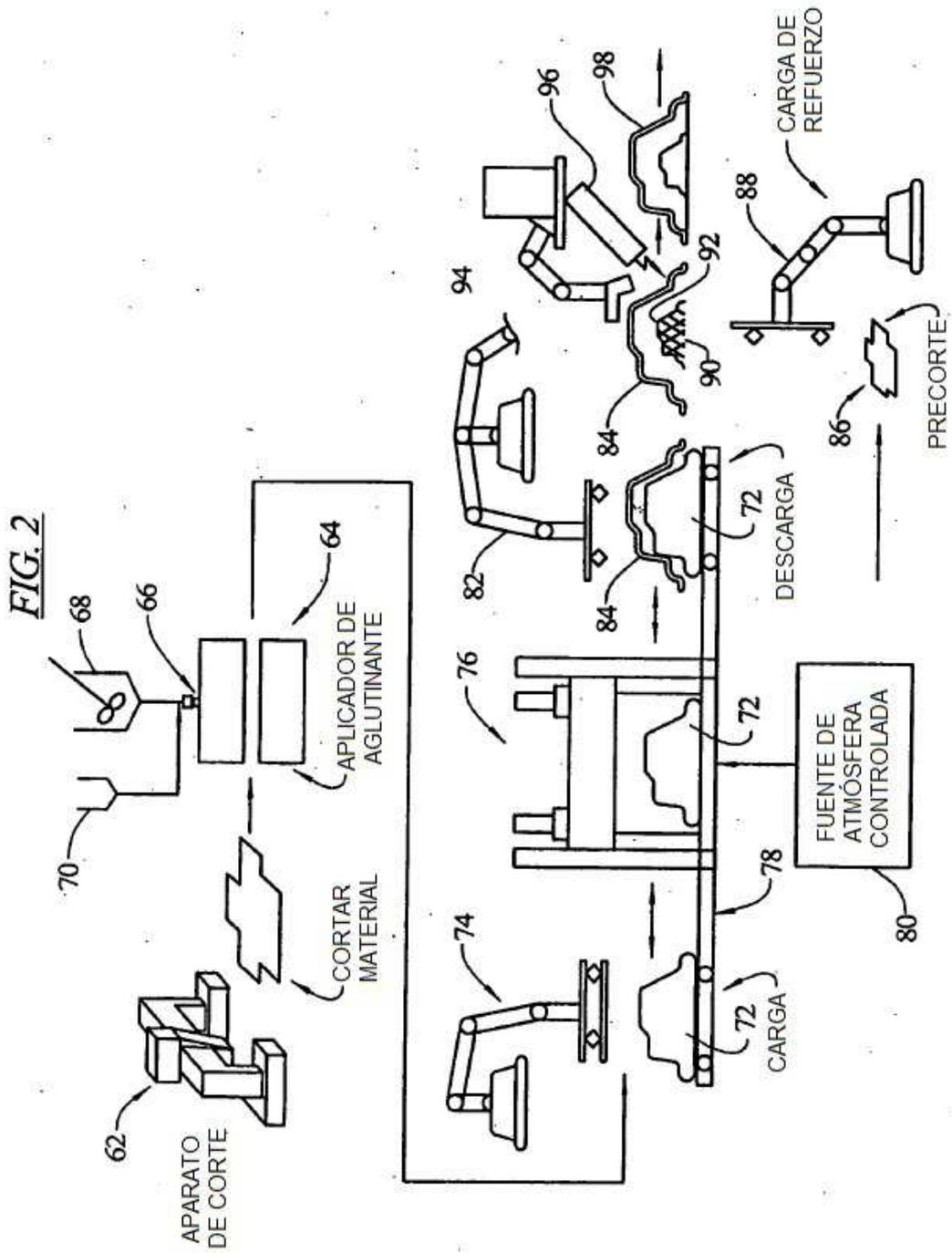


FIG. 3

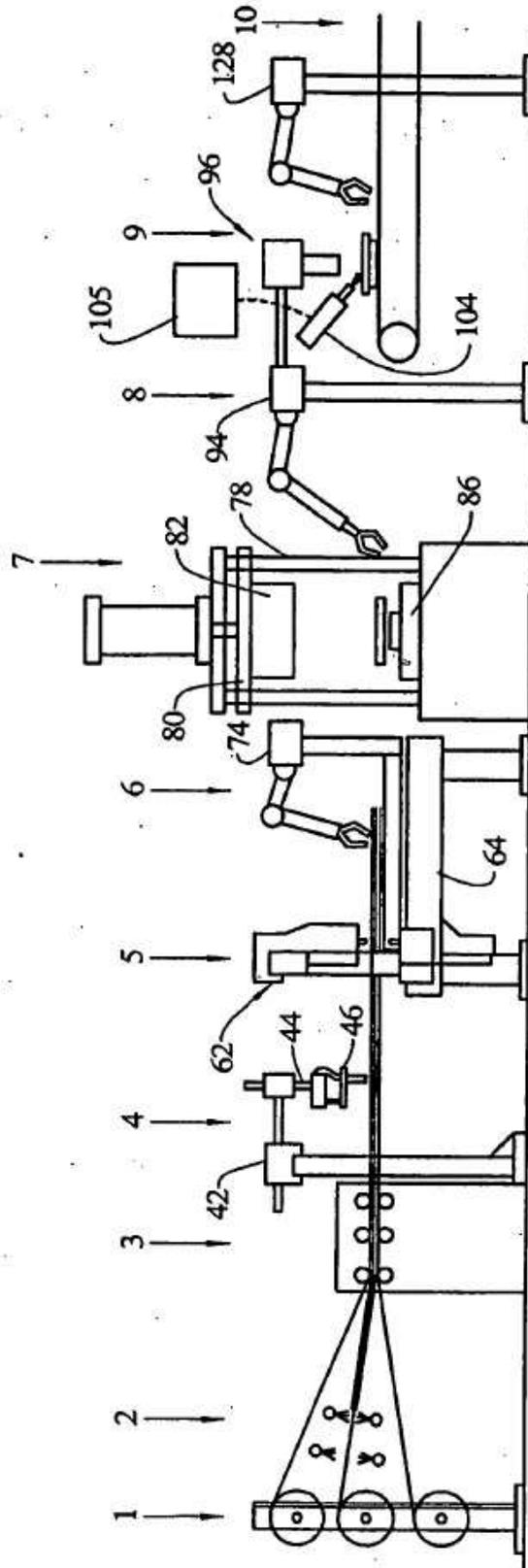


FIG. 4

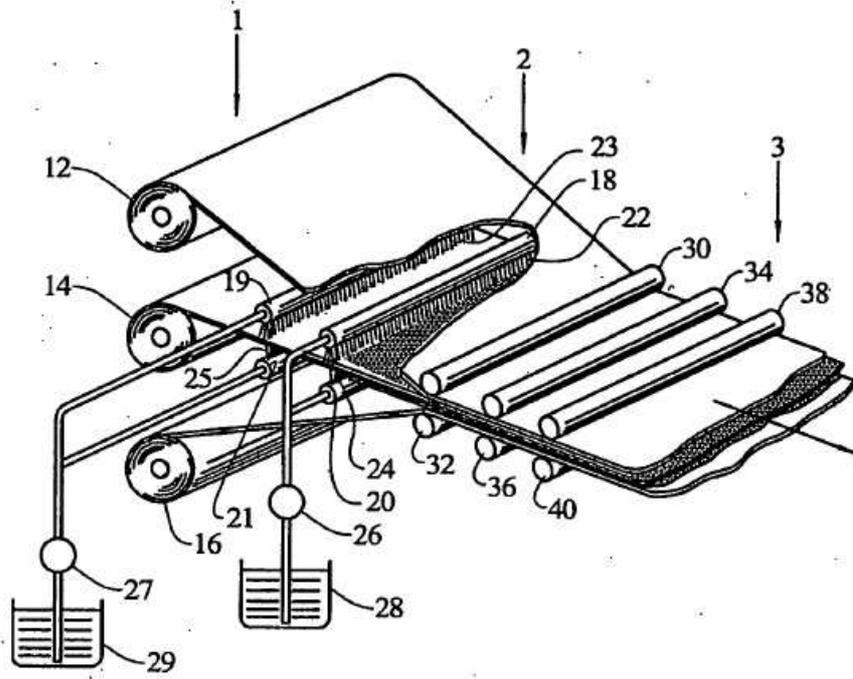


FIG. 5

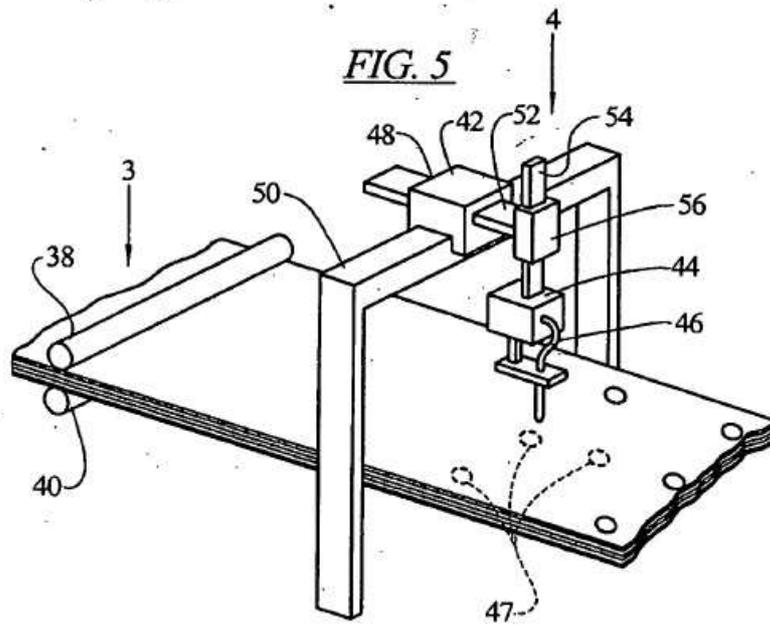


FIG. 6

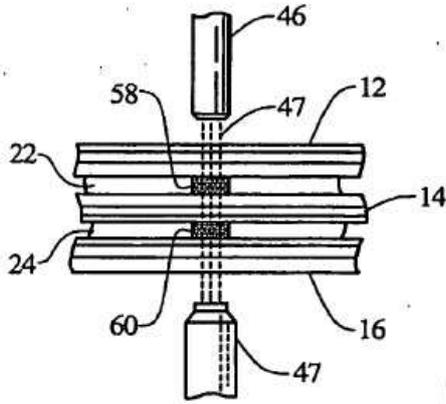


FIG. 7

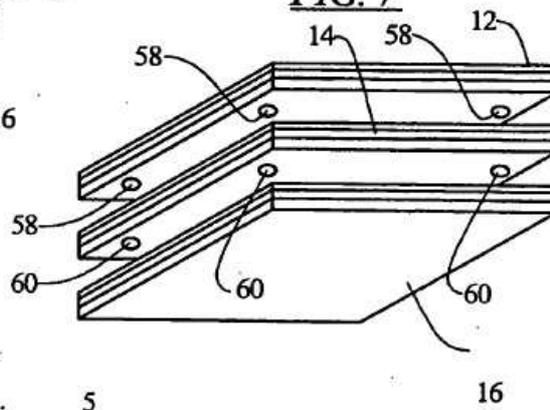
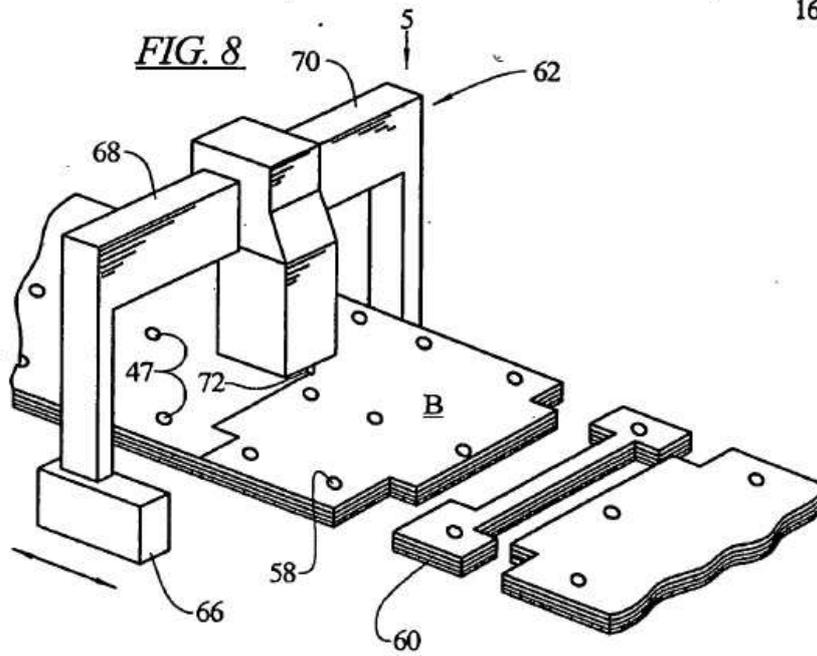


FIG. 8



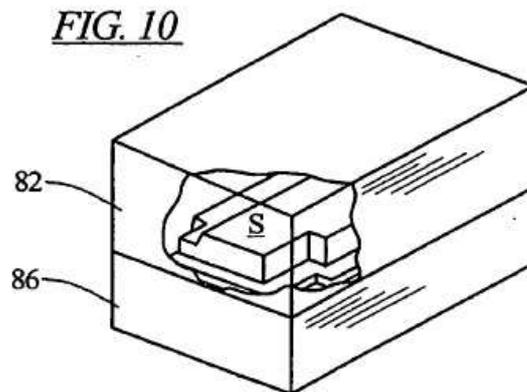
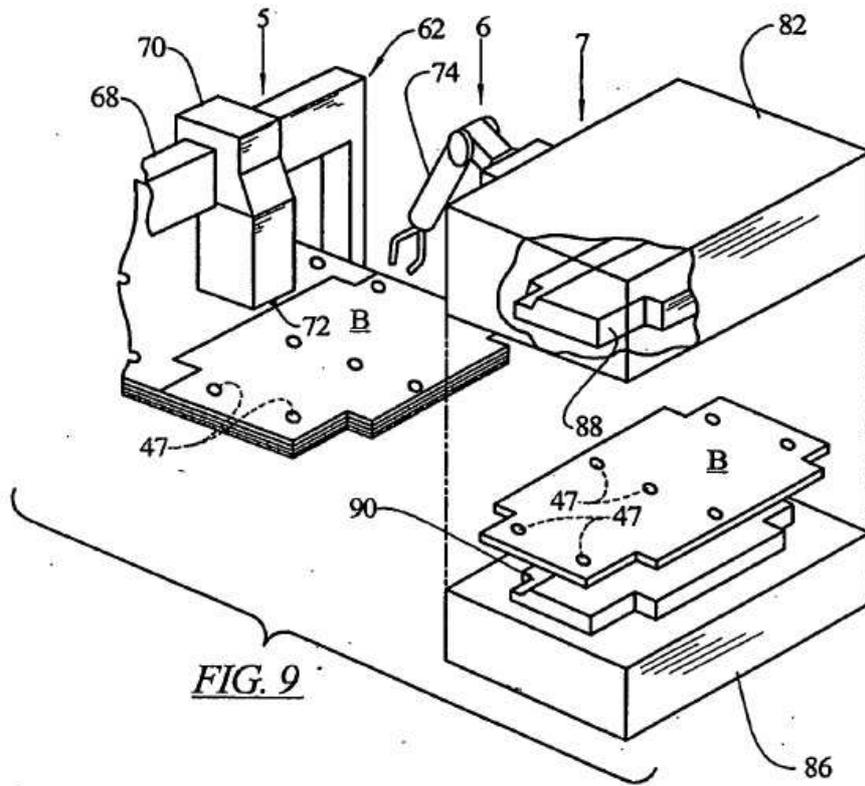


FIG. 11

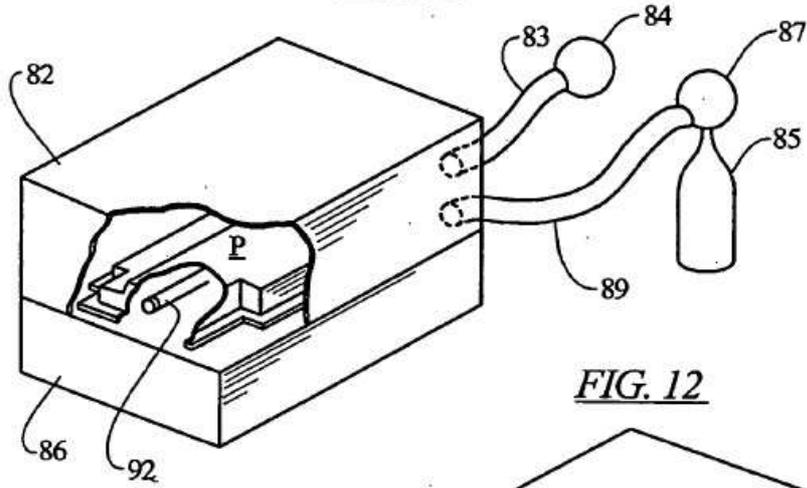


FIG. 12

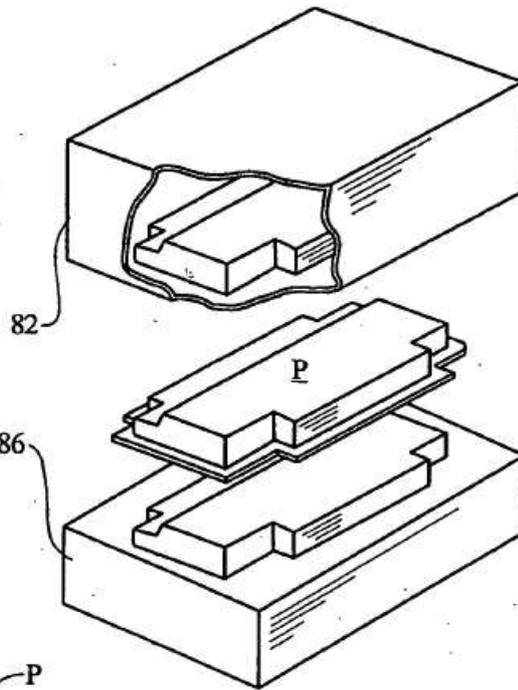


FIG. 13

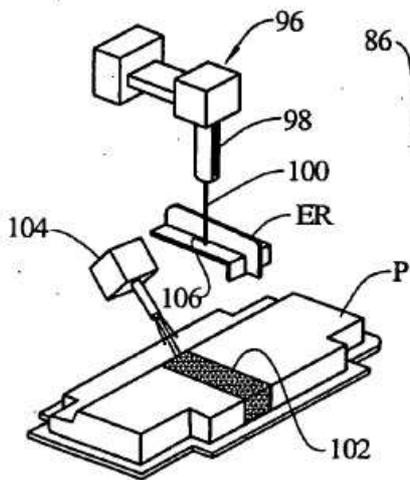


FIG. 14

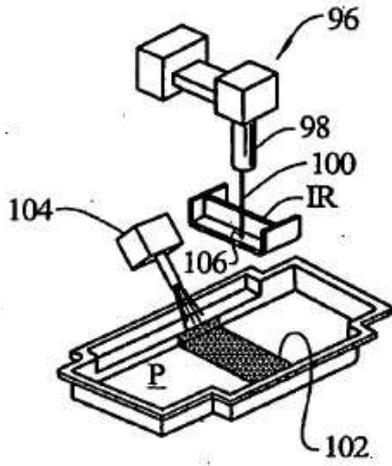


FIG. 15

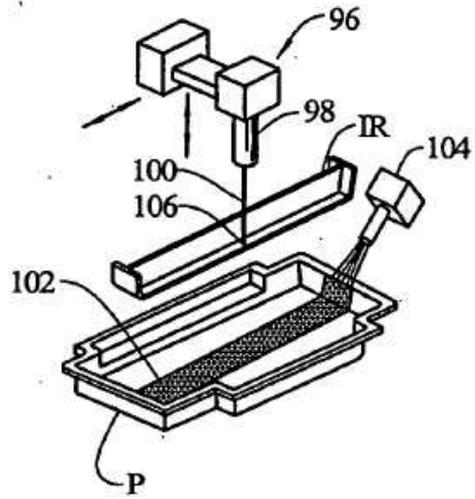


FIG. 16

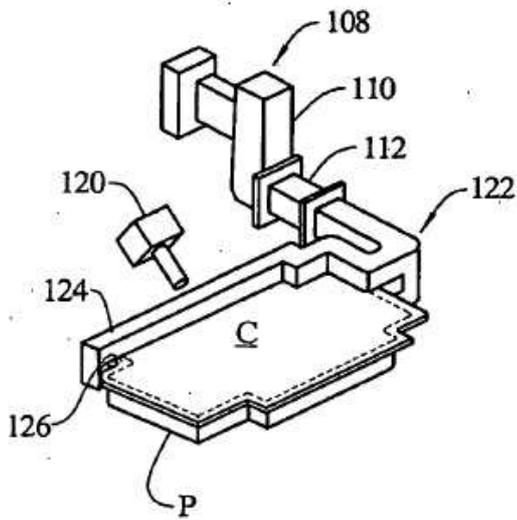


FIG. 17

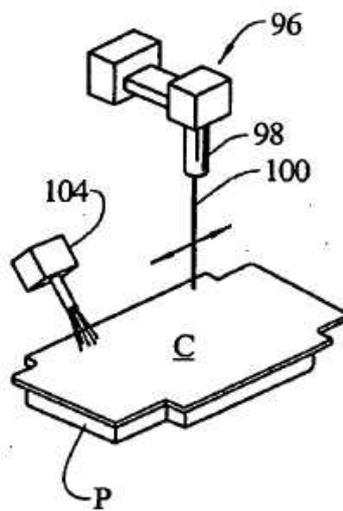


FIG. 18

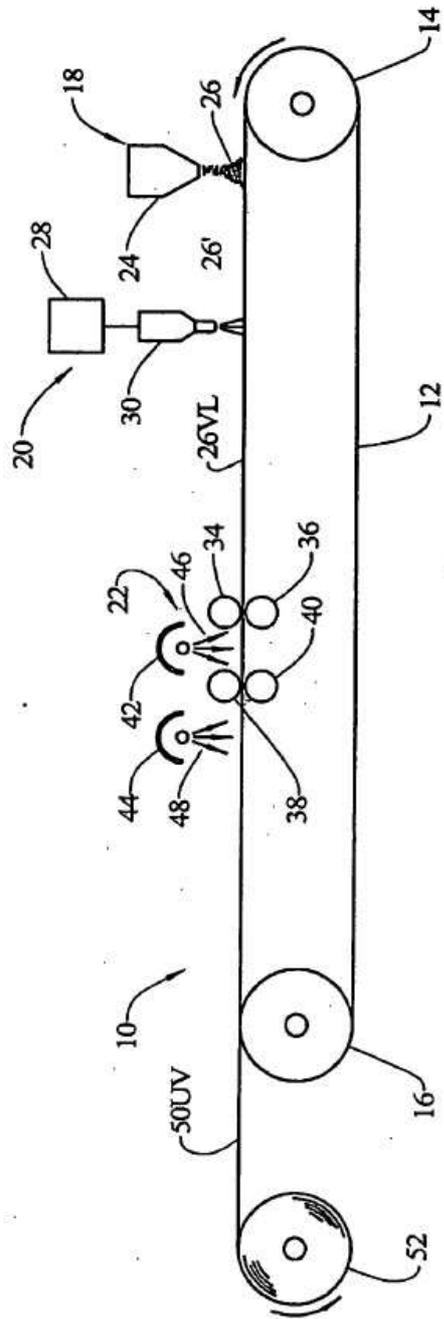


FIG. 19

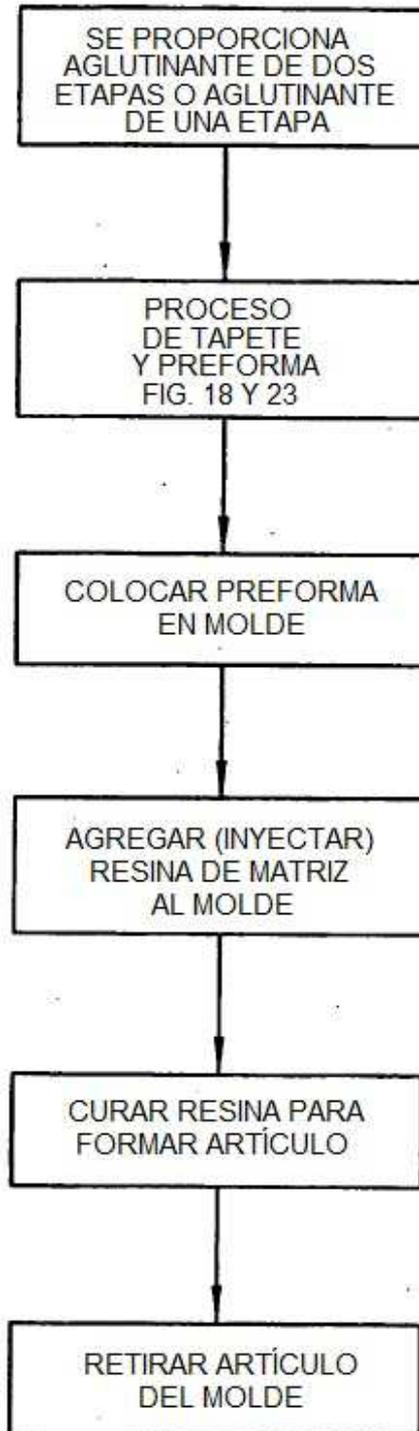


FIG. 21

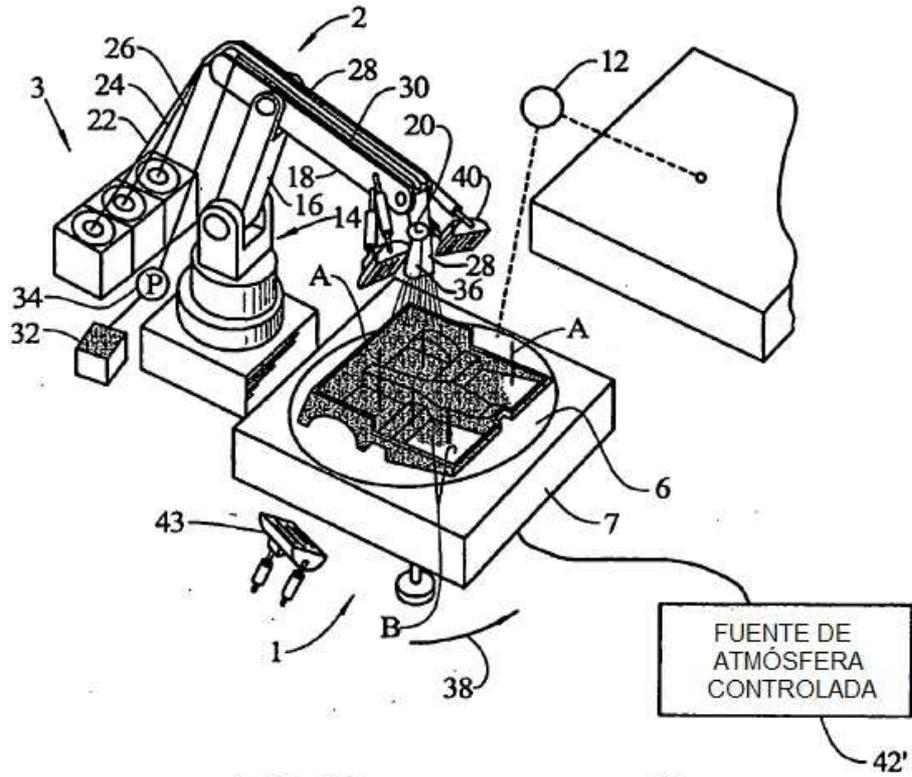


FIG. 22

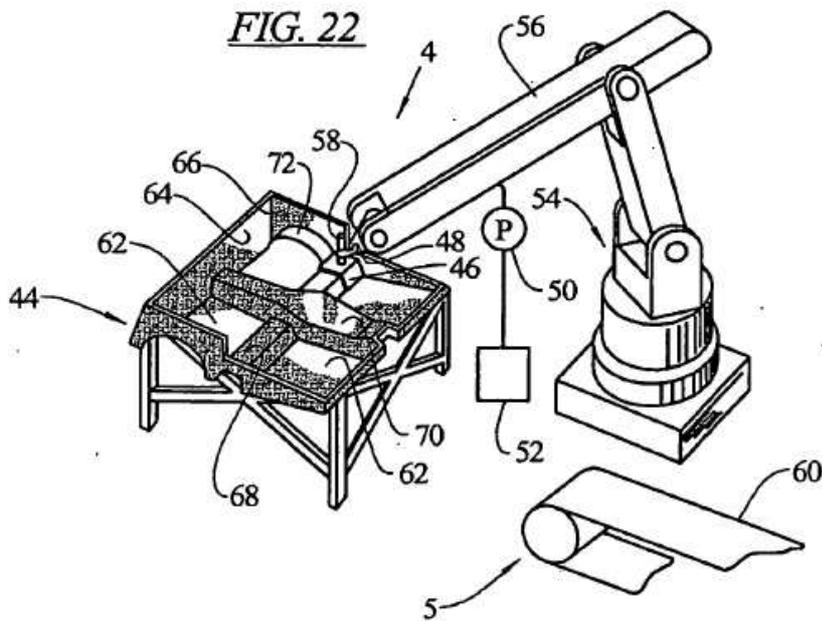


FIG. 23

