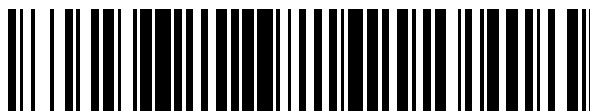


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 026**

51 Int. Cl.:
D05B 35/00 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
B29C 35/02 (2006.01)
B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05813025 .3**
96 Fecha de presentación: **31.08.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1791997**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.06.2007**

54 Título: **Sistema de unión de alta resistencia para materiales compuestos reforzados con fibras**

30 Prioridad:
31.08.2004 US 606231 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.08.2012

73 Titular/es:
OBERMEYER, HENRY K
303 WEST COUNTY ROAD 74
WELLINGTON, CO 80549, US

72 Inventor/es:
GILBERT, Eric, N. y
BAKER, Grant, Quinn

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 386 026 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).

DESCRIPCION

Sistema de unión de alta resistencia para materiales compuestos reforzados con fibras

Antecedentes de la Invención

1. Campo de la Invención

- 5 La presente invención se refiere a la conexión de estructuras reforzadas con fibras, en particular a la provisión de fibras no infundidas con resina expuestas en los bordes o en las superficies de componentes reforzados con fibras, fibra que se puede usar beneficiosamente para reforzar las uniones formadas posteriormente entre o a tales componentes reforzados con fibras.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

- 10 La mayoría de las uniones pegadas por adhesión en los compuestos reforzados con fibras carecen de continuidad alguna de refuerzo, con la notable excepción de la tecnología de pasador en Z, tal como se describe en el Documento de Patente de los EE.UU. de número 6.821.368 B2 de Benson et al. La continuidad del refuerzo de fibras a través de las uniones es deseable porque el refuerzo con fibras es mucho más fuerte que la matriz de material polímero y es más fuerte aún en comparación con las uniones pegadas por adhesión dentro de una matriz de material polímero. Puede esperarse que las uniones de material polímero que carezcan de refuerzo con fibras carecen de la inherente resistencia a la fatiga de las estructuras reforzadas con fibras. Además, las uniones pegadas por adhesión entre las estructuras de material polímero están sujetas a degradación ambiental. Los sistemas de resina curada de componentes de materiales compuestos dejan relativamente pocos sitios para que ocurra la unión química cuando el artículo se une posteriormente en una etapa de unión secundaria. Estas limitaciones de las uniones pegadas por adhesión convencionales en los materiales compuestos reforzados con fibras han sido bien documentadas por:

J. M. Koyler, et al, Intl. SAMPE Tech. Conf. Series, 45, 365 (2000).

D. M. Gleich, et al, Intl. SAMPE Tech. Conf. Series, 45, 818 (2000).

R. H. Bossi, R. L. Nereberg, Intl. SAMPE Tech. Conf. Series, 45, 1787 (2000).

- 25 Heselhurst R. B. Joining Composite Structures, Tutorial notes SAMPE 2001.

El Documento de Patente de los EE.UU. de número 5.464.059 de Jacaruso et al describe la incrustación parcial de tela de refuerzo en materiales termoplásticos para la conexión posterior de estructuras de materiales compuestos termoendurecibles, pero sin la continuidad de las fibras a través de las uniones termoendurecible / termoplástica / termoendurecible completadas sugeridas en la presente invención. Los diversos procesos para incrementar la energía superficial y la disponibilidad de potenciales sitios de unión son laboriosos, costosos, de dudosa fiabilidad, y están sujetos a la reversión por exposición ambiental breve.

30 Se conocen los beneficios de las fibras de eje Z dentro de los artículos de materiales compuestos individuales. Por ejemplo, se han tratado pliegues individuales de material pre-impregnado con fibras flocadas con el fin de obtener una resistencia inter-laminar mejorada. También se han usado pre-formas tejidas de tres dimensionales. Un ejemplo de tales pre-formas tejidas de 3 dimensiones se describe en el Documento de Patente de los EE.UU. de número 6.712.099 B2 de Schmidt et al. Aunque tales estructuras pueden proporcionar una resistencia superior a la delaminación en el eje Z dentro de los componentes curados integralmente, tales estructuras no proporcionan por sí mismas mayor resistencia de unión adhesiva. En el pasado se han propuesto varios métodos para proporcionar refuerzo a través uniones. Éstos incluyen los Documentos de Patentes de los EE.UU. de números 5.879.492 y 6.645.610 B1 de Reis y Wong que describen el uso de hojas de pliegue desprendibles que, cuando se desprenden del material compuesto curado, están destinadas a permanecer embebidas en la estructura del material compuesto, fibras que están destinadas a reforzar una unión adhesiva posterior. Se describe el uso de fibras tanto co-tejidas como flocadas. Tales sistemas dan como resultado requisitos conflictivos para buenas propiedades humectantes de las fibras que se dejarán en la resina curada, y para buenas propiedades de liberación de la fibra que se va a desprender. Obviamente, esto no podría funcionar bien con un solo tipo de fibra con un solo tipo de tratamiento superficial. Además, los agentes de liberación que se pueden aplicar a las fibras que se van a desprender pueden ser propensos a migrar durante el curado sobre las fibras que se van a embeber, disminuyendo así la resistencia y la fiabilidad de cualquier unión adhesiva en la que tales fibras embebidas están destinadas a reforzar.

50 También se han usado fibras de carbono flocadas electro-estáticamente con el propósito de mejorar la transferencia de calor desde los componentes eléctricos y para la transferencia de calor en los motores Stirling.

El Documento de Patente de Francia de número FR-A-2.718.074 describe según el preámbulo de la reivindicación 1 un método para fabricar piezas complejas compuestas de elementos juntos unidos, estando dichos elementos fabricados a partir de estructuras fibrosas que se inyectan con resina excepto en zonas que se dejan secas en

donde tendrá lugar la unión. A continuación se cura la resina, y entonces las zonas de fibras secas se unen para formar el conjunto y entonces se inyecta la resina y se cura en estas zonas de fibras secas.

El Documento de Patente de Japón de Número JP 04033836 describe un método de formar una gamuza como una esterilla enfrentada a la superficie de un artículo moldeado según el preámbulo de la reivindicación 9.

5 3. Resumen de la Invención

En una primera realización la presente invención proporciona un método para hacer un artículo reforzado con fibras según la reivindicación 1 de la misma. En una segunda realización, la presente invención proporciona un método de preparar una superficie de un artículo de adherencia mejorada como se indica en la reivindicación 17 de la misma.

10 Según un aspecto arriba mencionado se proporcionan conexiones de alta resistencia entre diversos componentes estructurales reforzados con fibras. Por ejemplo, se puede proporcionar el interior de una estructura de fuselaje de una aeronave con una zona generalmente circular de fibras expuestas con el fin de unir las de forma adhesiva a un mamparo de presión con su perímetro de ajuste al fuselaje incorporando fibras expuestas de forma similar. Tras la unión, las fibras continuas desde la cuales estructura del fuselaje se enmarañan y co-embeben en el adhesivo curado con fibras continuas procedentes desde el interior de la estructura de mamparo de presión. La integridad de la estructura combinada se refuerza de ese modo por la continuidad de las fibras a través de las interfaces de adhesivo a resina curada y por lo tanto no se basa en la resistencia de las uniones adhesivo a resina curada, y tampoco se basa en la resistencia del adhesivo sin reforzar. Las cargas se pueden transferir de forma fiable de fibra a resina y a fibra sin el requisito de transferencia de carga por tracción a través de las líneas de unión adhesiva. Las tensiones dentro del propio adhesivo también se reducen según el grado de solape de fibras obtenido dentro del adhesivo. El solape de las fibras se puede adaptar a los requerimientos de carga. Por ejemplo, se podrían usar tiras de unión opuestas flocadas electro-estáticamente con el fin de maximizar la proporción de fibras alineadas en el eje Z dentro de la unión. También se pueden proporcionar adecuadamente conexiones con cargas predominantemente cortantes con la exposición parcial de las telas de refuerzo tejidas. Se espera que las telas proporcionen propiedades de unión intermedias a los proporcionadas por las tiras de unión flocadas y por la tela tejida cuadrada.

Por ejemplo, una estructura de nave espacial de material compuesto podría incluir zonas superficiales de fibras expuestas correspondientes a las zonas de máxima reentrada de calor. Los materiales refractarios aislantes, tal como la espuma de sílice o la fibra de alúmina se pueden unir fácilmente a dicha superficie con adhesivos tales como el material elastómero de silicona RTV. De esta manera, el adhesivo se puede unir de forma fiable a la estructura de material compuesto subyacente sin depender de una unión química a una superficie de resina curada que pudiera ser relativamente inerte químicamente. Otros sistemas de revestimiento ejemplares a los cuales es aplicable esta invención incluyen pintura epoxídica, revestimientos elastómeros, revestimientos termoplásticos, revestimientos termoendurecibles tales como los revestimientos fenólicos, revestimientos absorbentes de radar, revestimientos electrocrómicos, revestimientos resistentes químicamente, revestimientos refractarios, revestimientos eléctricamente conductores para la protección contra EMI o la protección contra rayos, revestimientos ablativos, etc. Cualquier material en el que las fibras, expuestas según la presente invención, se puedan embeber, pueden unirse de forma fiable a la estructura subyacente, en la que las fibras sean continuas.

Por ejemplo, la unión de dos estructuras relativamente rígidas que puedan moverse una con respecto a la otra puede requerir una unión flexible con el fin de reducir las cargas de la unión dentro de límites seguros. Un tren de aterrizaje o la fijación de un motor a un fuselaje podrían caer en esta categoría. La provisión, según esta invención, de fibra expuesta en las superficies de las piezas que se van a conectar permite la creación de una unión elastómera entre estructuras de otra manera relativamente rígidas. La integración de las fibras expuestas de cada estructura en tal unión elastómera no sólo proporciona la fiabilidad en la fijación de unión, sino también proporciona la posibilidad de soportar sustanciales cargas de tracción a través de dicha unión. Las conexiones elastómeras de la técnica anterior han usado principalmente elementos elastómeros en compresión. En casos en los que las cargas invierten la dirección, se han requerido elementos elastómeros redundantes, con sólo uno o el otro elemento de elastómero portando una carga en cualquier momento.

Por ejemplo, dentro de una zona de flexibilidad estructural deseada, se proporciona una matriz flexible alrededor de las fibras que pudieran ser generalmente continuas entre dos o más elementos estructurales relativamente articulados. Por ejemplo, algunas de las fibras estructurales que comprenden el refuerzo de un ala, en donde están embebidas en una matriz de material polímero rígido, podrían extenderse desde la misma en forma expuesta a través de una zona de flexibilidad deseada, dentro de un alerón en donde se embeben de nuevo en una matriz de material polímero rígido. La zona de fibras expuestas así actuaría como un medio de gozne y se podría usar con o sin un posterior empotramiento en una matriz flexible, tal como una matriz epoxídica elastómera.

55 Por ejemplo, se proporcionan sujetadores discretos mejorados, especialmente ventajosos para la conexión de estructuras reforzadas con fibras, equivalente, por ejemplo, a clavos, grapas o remaches. Por ejemplo, un hilo de fibra de carbono de longitud de 5 cm se podría infundir 1 cm en cada extremo con PVA rígido (no plastificado), con el PVA conformado además en los sus extremos con forma afilada. Este hilo se podría entonces conformar en la forma de una grapa para papel común con patas de 2 cm de largo. Todo el hilo no infundido con PVA entonces se podría

5 infundir con resina y curado a una forma rígida. Esta grapa se podría insertar a través del espesor de un laminado de material pre-impregnado, con los extremos afilados infundidos de PVA que se extienden en una almohadilla elastómera penetrable similar a la usada durante el curado de las estructuras que incorporan pasadores en Z. Después del curado del laminado, el PVA se podría disolver y esparcir hacia afuera las fibras en los extremos de la "grapa" y pegarlo a la superficie del laminado.

10 Por ejemplo, se puede establecer una zona de gradiente térmico normal a un límite deseado entre las fibras impregnadas con resina y las fibras no impregnadas con resina. Se puede suministrar una sustancia de bloqueo de resina fundida tal como parafina a las fibras de refuerzo cercanas al extremo de mayor temperatura de la zona de gradiente térmico. La sustancia de bloqueo de resina, tal como parafina, humectará las fibras calientes y seguirá a lo largo de las fibras por acción capilar hasta un límite en donde la temperatura de la fibra provoque la solidificación de la parafina y el cese del transporte capilar. La posterior infusión de resina en la porción de fibras no infundidas con parafina tiene como resultado un límite resina distinto dentro de la matriz de las fibras. El curado de la resina se puede llevar a cabo a temperaturas inferiores al punto de fusión de la sustancia de bloqueo de resina tal como parafina. Después de que se cura la resina, se puede eliminar la parafina por sublimación a vacío seguida por disolución en una disolución de ácido cítrico, por ejemplo. Esta secuencia deja fibras no infundidas con resina expuestas que se pueden incorporar fácilmente en una unión secundaria. Por ejemplo, los bordes marginales de dos partes adyacentes se pueden unir mediante superposición o de otro modo por enclavamiento de las fibras expuestas de cada parte seguida por la infusión de resina en la zona de fibras entrelazadas. La estructura resultante se beneficia de la continuidad del refuerzo a través de la unión.

20 Por ejemplo, se puede usar una disolución de alcohol de polivinilo plastificado (PVA, del inglés plasticized polyvinyl alcohol) para infundir una zona de fibras y para crear una barrera para su uso en controlar la infusión posterior de resina. Después de la solidificación, el PVA plastificado forma una barrera resistente al calor y flexible que bloquea selectivamente la infusión de resina durante los ciclos de curado por calor, lo que puede implicar curar exotérmicamente sistemas de resina. Tras el curado del sistema de resina, el PVA se puede disolver con agua caliente para dejar expuestas fibras que sean útiles para la construcción de uniones posteriores.

30 Por ejemplo, se pueden infundir un metal o una aleación de metales bajo el control de un gradiente de temperatura en una matriz de fibras. La porción no infundida con metal restante de la matriz de fibras se puede infundir posteriormente con resina y entonces curar la resina. La eliminación del metal, si se desea, puede llevarse a cabo por fusión, corrosión química, o eliminación electroquímica. Para ciertas aplicaciones, se puede dejar el metal en su lugar para proporcionar mejores propiedades eléctricas, por ejemplo.

Por ejemplo, una hoja flexible soluble puede anclar longitudes cortas de fibras orientadas principalmente normales al plano de la hoja elastómera. Dicha hoja se puede aplicar a la superficie de una estructura de material compuesto no curado y dejarse en su lugar durante el curado. Tras el curado, la hoja flexible se puede disolver, dejando expuestas las fibras que sobresalgan desde la superficie de la estructura de material compuesto curado.

35 Por ejemplo, una película de material polímero soluble, tal como el compuesto de PVA en un estado ablandado y adhesivo, puede tener fibras de refuerzo de unión insertadas en la misma por los extremos por medio de flocado electrostático. El flocado electrostático se ha usado para insertar más de 150.000 fibras por pulgada cuadrada. Tras el endurecimiento de la película de material polímero, la hoja flexible portante de fibras resultante se puede aplicar a una superficie de un artículo de material compuesto no curado, cuya superficie esté destinada para la unión posterior. En tal configuración, la cara que no soporta fibras de la película de material polímero flexible quedaría expuesta mientras que las fibras que sobresalen de la misma se podrían presionar y entremezclarse con las fibras subyacentes del artículo de material compuesto. Las etapas antes mencionadas pueden producirse ya sea antes o después de la introducción de la resina con la que el artículo se infunde finalmente. Tras el curado del artículo infundido con resina, se puede disolver y enjuagar la película de material polímero soluble, dejando una superficie difusa muy adecuada para la posterior unión adhesiva o.

50 Por ejemplo, se puede proporcionar una unión en la que uno o más componentes se moldean para coincidir entre sí. Por ejemplo, se puede construir una estructura laminada o de tipo emparedado para incluir una o más zonas de superficie en donde las fibras exteriores están protegidas por una sustancia de bloqueo de resina. Ya sea antes o después del curado de dicha estructura, se pueden construir estructuras adicionales sobre ella que incorporen las correspondientes zonas de fibras bloqueadas con resina en una configuración de espalda con espalda con los elementos de fibras bloqueadas con resina de la primera estructura. Tras el curado de tales estructuras ensambladas en sus respectivas posiciones ensambladas, las estructuras se pueden desensamblar una de la otra y sus respectivas zonas de unión limpiarse de sustancia de bloqueo de resina. Tal desensamble puede ser útil o necesario para la eliminación de los mandriles o para la inserción de otros componentes, por ejemplo. Después de la eliminación de la sustancia de bloqueo de resina, las estructuras se pueden posteriormente reensamblar y unir por adhesivo unas a otras con un ajuste asegurado.

60 Por ejemplo, se pueden usar cuñas inertes para posicionar de forma beneficiosa, uno respecto al otro, los bordes marginales de una pluralidad de pliegues de refuerzo. Tales pliegues de refuerzo están preferentemente bloqueados con resina a través del espesor dentro de su longitud en contacto con las cuñas, excepto con la posible excepción de las zonas más próximas a los extremos más estrechos de las cuñas. De esta manera, las fibras se abrirán en

abanico en el interior de una roza con forma de cola de paloma, en donde se pueden asegurar por un proceso secundario de infusión de resina.

5 Por ejemplo, se puede usar un gradiente térmico para controlar directamente la infusión de la resina con el fin de establecer una configuración o grado deseado de infusión de resina. Con el fin de curar la resina sin alterar la configuración de la resina, se puede usar una fuente de radiación para así fijar la resina en posición mientras se mantiene una temperatura lo suficientemente baja para evitar la migración de la resina. Se prefiere el curado por haz de electrones debido a la capacidad de control y de penetración. El curado por rayos ultravioletas, rayos X, y rayos gamma también sería adecuado.

10 Por ejemplo, se puede usar un gradiente térmico para controlar el grado de extensión de infusión de un material termoplástico en una matriz de fibra. La infusión posterior de la resina termoendurecible en el resto de la matriz de fibra se puede usar entonces para producir una parte que se pueda unir térmicamente a otra de estas partes con la continuidad de refuerzo de las fibras a través de las interfaces de resina. Este método combina la elevada temperatura de transición vítrea y las favorables propiedades estructurales de las resinas termoendurecibles con la capacidad de soldadura de las piezas termoplásticas.

15 El término "fibras de refuerzo con uniones" intenta incluir las fibras cuya función es adherir un sistema de revestimiento a un artículo. El término "resina" intenta incluir cualquier compuesto polimerizable o reticulable, que, cuando cura, proporciona una matriz útil para conectar la matriz de fibras desde dentro. Ejemplos incluyen resinas epoxídicas, resinas de poliéster, resinas acrílicas, resinas fenólicas, resinas vinílicas, poliamidas, siliconas, y bismaleimidadas.

20 **Breve Descripción de los Dibujos**

Las Figuras 1 y 2 son fotografías de una cuerda de vidrio trenzada que muestran una zona que se bloqueó con resina usando cera de parafina infundida bajo un gradiente térmico controlado y de la cual se eliminó posteriormente la parafina por sublimación a vacío y disolución posterior.

25 La Figura 3 es una fotografía de una tela de carbono, de izquierda a derecha, la superficie no tratada, la superficie infundida con PVA, y la superficie opuesta a la superficie infundida con PVA.

La Figura 4 es una fotografía de una tela de carbono, de izquierda a derecha, la superficie no tratada, la superficie infundida con PVA, y la superficie opuesta a la superficie infundida con PVA.

La Figura 5 es un diagrama de tiempo-temperatura ejemplar de un procedimiento según un aspecto de esta invención.

30 Las Figuras 6a y 6b son micrografías electrónicas de barrido de fibras de carbono expuestas sobre la superficie de una estructura de material compuesto curado preparada según un aspecto de esta invención.

La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra la infusión de tela de refuerzo con la sustancia de bloqueo de resina según un aspecto de la presente invención.

35 La Figura 8 es un esquema que ilustra la infusión controlada en los extremos de una sustancia de bloqueo de resina según un aspecto de la presente invención.

La Figura 9 es una ilustración de una cinta de refuerzo unidireccional preparada según un aspecto de la presente invención.

La Figura 10 ilustra una unión que conecta laminados previamente curados según un aspecto de la presente invención.

40 Las Figuras 11a a 11e ilustran la secuencia de la construcción de una unión entre un puntal y una estructura emparedada en forma de panal según la presente invención.

Las Figuras 12a y 12b ilustran la preparación de una unión de solape escalonada según un aspecto de la presente invención.

45 Las Figuras 13a a 13d ilustran las etapas por las cuales se puede producir una unión de cola de paloma según la presente invención.

Descripción Detallada de las Realizaciones Preferentes

50 Con referencia a las Figuras 1 y 2, se ha sumergido momentáneamente una cuerda de fibra de vidrio trenzada a una temperatura inicial de 20 °C, en parafina fundida a fin de permitir la infusión (absorción por efecto de mecha) de la parafina fundida a un límite resina previsto deseado. La infusión se extiende hasta un límite 2 en el cual se redujo la temperatura en la parafina fundida lo suficiente para iniciar su solidificación y cesar la infusión. Así, un gradiente de temperatura transitorio controla el grado de infusión de la parafina. En este caso se usó la parafina como una

sustancia de bloqueo de resina. El espécimen mostrado en las Figuras 1 y 2 se enfrió posteriormente para solidificar la parafina, se infundió con resina epoxídica que después se dejó entonces curar, y luego se limpió de parafina por sublimación y disolución. La infusión de la resina epoxídica (en condiciones efectivamente isotérmicas) se controló con precisión por el límite de infusión de la parafina 2 entre las fibras de vidrio infundidas con la resina epoxídica posteriormente curada 3 y la fibra de vidrio no infundida 1. Tal disposición es útil para una amplia variedad de artículos de materiales compuestos reforzados con fibras que se van a unir posteriormente, o para los que las fibras flexibles no infundidas pueden servir para otros fines tales como, para la flexión, la transferencia de calor, o la unión de revestimientos de fines especiales a las mismas.

Con referencia a la Figura 3, se muestra un paño tejido cuadrado de fibra de carbono en el lado izquierdo de la fotografía. La porción central de la fotografía muestra una superficie del mismo paño tejido de fibra de carbono infundido con alcohol de polivinilo plastificado (PVA) bajo condiciones de un gradiente de temperatura a través del espesor. La porción situada a mano izquierda de la fotografía de la Figura 3 muestra la superficie del paño opuesta a la superficie desde la que se infundió el PVA. Esta fue la superficie fría. El gradiente de temperatura a través de espesor causó que el PVA gelificara y que cesara la infusión en el límite previsto, dentro del material. De ese modo se produjo una muestra que se puede usar como la capa más exterior del refuerzo, en una porción de una superficie que posteriormente será unida, de un componente reforzado con fibras. Las fibras expuestas se incorporarían directamente en el componente, mientras que las fibras infundidas con PVA estarían protegidas o bloqueadas de la infusión con resina hasta después de que la resina fuese curada y ya no migrase más, después de lo cual se podría eliminar el PVA con agua caliente en cualquier momento antes del ensamble y unión finales. Cabe señalar que la tela tratada con PVA del tipo mostrado en la Figura 3 también se puede infundir con resina y luego curarse o gelificarse parcialmente para proporcionar un material pre-impregnado adecuado para su uso sobre superficies que serán revestidas o unidas posteriormente de artículos construidos usando los materiales pre-impregnados.

Con referencia a la Figura 4, se muestra un paño tejido de fibra de vidrio. La porción situada a mano izquierda de la fotografía muestra la tela no tratada, la porción media de la fotografía muestra la superficie tratada con PVA, y el lado derecho de la fotografía muestra la superficie opuesta al lado tratado con PVA. Toda la descripción relativa a la Figura 3 también se aplica a la Figura 4, a excepción de la diferencia en el material de la tela; es decir, carbono para la Figura 3 y vidrio para la Figura 4.

Con referencia ahora a la Figura 5, se ilustran las principales etapas de una secuencia de proceso, según un aspecto de la presente invención. Las etapas principales son secuencialmente: 1) Se prepara una sustancia de bloqueo de resina con reducido punto de fusión. Un tambor frío u otra superficie adecuada de transferencia de calor se controla a una temperatura inferior al punto de gelificación de la sustancia de bloqueo de resina con reducido punto de fusión. Nótese que la etapa mencionada anteriormente es de naturaleza preparatoria y que las etapas siguientes de tratamiento de la tela son generalmente adecuadas para un proceso de flujo en continuo. 2) La tela se pone en contacto estrecho con el tambor frío mientras que la sustancia de bloqueo de resina con reducido punto de fusión se pone en contacto, mediante inmersión, por ejemplo, con la tela. La sustancia de bloqueo de resina con reducido punto de fusión puede ser, por ejemplo, PVA en disolución acuosa. El PVA, si se usa, está preferentemente plastificado con 1 al 3 % de glicerol o etilenglicol con el fin de proporcionar flexibilidad a la tela infundida. A medida que la sustancia de bloqueo de resina penetra en la tela se enfría y eventualmente se gelifica, punto en el que se detiene la penetración y define un límite para la infusión de resina futura desde la dirección opuesta. Cabe señalar que el gradiente de temperatura requerido con el fin de infundir y a continuación detener la sustancia de bloqueo de resina puede tener una naturaleza transitoria o de estado estacionario o una combinación de los mismos. Un gradiente de temperatura de algún tipo es, en cualquier caso, una característica sobresaliente de este proceso. 3) Refrigeración adicional gelifica y de forma temporal asegura la sustancia de bloqueo de resina dentro de la tela. 4) El secado proporciona un revestimiento sólido sobre un lado de la tela tratada, permitiendo que la tela se pueda transportar, almacenar y manipular sin daño. Nótese que las siguientes etapas ya no están directamente asociadas con las anteriores etapas compatibles con un proceso en continuo. 5) La tela se usa como se desee con el fin de proporcionar fibras expuestas en la superficie de un componente reforzado con fibras infundidas con resina. El curado de los componentes reforzados con fibras de este tipo puede requerir de elevadas temperaturas de curado que hubieran ocasionado que se fundiera la sustancia de bloqueo de resina con reducido punto de fusión. La forma seca de la sustancia de bloqueo de resina es, por el contrario, compatible con estos ciclos de curado de elevada temperatura. 6) Después del curado del componente reforzado con fibras, pero en cualquier momento hasta que se requiera la unión a la superficie del componente, la sustancia de bloqueo de resina se puede disolver o retirarse de otra manera de la superficie del componente con el fin de proporcionar fibras expuestas a las que se pueda lograr fácilmente una unión fiable. Cabe señalar que puede ser deseable para transportar y almacenar estos componentes con la sustancia de bloqueo de resina que ésta permanezca en su lugar con el fin de evitar daño o contaminación de las fibras que se van a unir.

Con referencia a las Figuras 6a y 6b, se muestran las fibras de carbono expuestas dentro de la superficie de una tela tejida de fibra de carbono cuadrada en micrografías electrónicas de barrido. Esta muestra se preparó mediante el uso de infusión controlada por gradiente térmico de PVA plastificado de reducido punto de fusión en la superficie de la tela mostrada. La tela preparada según esta invención se incorporó entonces, con sus fibras bloqueadas con la resina hacia la superficie como la capa más externa de un laminado de varias capas. De este modo se evitó la infusión de la resina epoxídica en las fibras mostradas en las micrografías electrónicas de las Figuras 6a y 6b. Después del curado de la resina epoxídica, el compuesto PVA de bloqueo de resina se eliminó con agua caliente.

Esta muestra proporciona una superficie que proporciona una continuidad de refuerzo desde dentro de la muestra en los revestimientos o adhesivos aplicados posteriormente.

5 Con referencia a la Figura 7, se ilustra la etapa de inmersión de la Figura 5. La tela 4 se mantiene contra el tambor frío 5 por tensión. El rodillo aplicador 6 aplica una sustancia de bloqueo de resina tal como PVA plastificado de reducido punto de fusión a la superficie de la tela. El punto de rocío en las inmediaciones del tambor frío debe mantenerse por debajo de la temperatura del tambor frío. El agua condensada sobre el tambor frío se absorbería entonces por efecto mecha en la tela y entraría en contacto con la sustancia de bloqueo de resina, reduciendo más su punto de fusión y causando una infusión incontrolada de la sustancia de bloqueo de resina en la tela. La velocidad y temperatura del tambor frío se pueden controlar con el fin de obtener una óptima penetración de la sustancia de bloqueo de resina. Para muchas aplicaciones puede ser deseable aproximadamente 50 % de la penetración a través del espesor. Un secador 7 hace a la tela revestida no pegajosa y adecuada para su manipulación, almacenamiento y posterior infusión de la resina o aplicación del revestimiento. Cabe señalar que se pueden aplicar revestimientos flexibles a la superficie no bloqueada con resina de la tela antes de su incorporación en el artículo final. En tal caso, la sustancia de bloqueo de resina se disolvería antes del ensamble.

15 Con referencia a la Figura 8, se ilustra un proceso en donde se establece un gradiente de temperatura con el fin de controlar la infusión por los bordes de una sustancia de bloqueo de resina dentro del borde o del extremo de una tela de la hoja. Un disipador de calor 8 crea una zona fría dentro de la tela 4 con el fin de limitar la infusión de la sustancia de bloqueo de resina 9.

20 Con referencia a la Figura 9, la tela 4 se infunde en su extremo con sustancia de bloqueo de resina 9 para formar una zona infundida con agente de bloqueo de resina 11.

Con referencia a la Figura 10, la tela se puede entonces ensamblar, infundir con resina y curar con el fin de formar un laminado 12 con los bordes 13 adecuados para la creación de uniones intercaladas de alta resistencia 14. Después del curado de dicho laminado 12, la sustancia de bloqueo se puede eliminar de los bordes de la tela con el fin de permitir el intercalado y la adhesión de las capas de tela.

25 Con referencia a las Figuras 11a, 11b, 11c, 11d, y 11e, se ilustran las etapas sobresalientes para unir un refuerzo a un panel en forma de panal. La Figura 11a muestra la aplicación de una tira preparada de tela 20 que está bloqueada con resina sobre una superficie 20a e infundida con una resina de pre-impregnación sobre la otra superficie 20b. La superficie pre-impregnada 20b se aplica a la estructura de en forma de panal no curada 21 que también es de construcción pre-impregnada. La Figura 11b muestra la disposición de pliegue de desprendimiento 17, el respiradero 18 y la bolsa de vacío 19 con relación a la tira preparada de tela 20. La Figura 11c muestra la eliminación, después del curado, de la sustancia de bloqueo de resina. La Figura 11d muestra la aplicación del adhesivo de tira (etapa B) 15 entre la superficie preparada antes mencionada y la superficie preparada de manera similar de un refuerzo 16. La Figura 11e ilustra la disposición de un pliegue de desprendimiento, el respiradero, y la bolsa de vacío con relación a la unión preparada en la preparación para curar el adhesivo de unión.

35 Con referencia a las figuras 12a y 12b, se ilustra una unión de solape escalonada según un aspecto de la presente invención. El laminado 22a es co-curado con la tira de unión preparada para la unión 20a. El laminado 22b es igualmente co-curado con la tira de unión 20b. La unión se completa mediante la eliminación de la sustancia de bloqueo de resina de las tiras de unión 20a y 20b, y la aplicación y el curado del adhesivo. El adhesivo puede ser de cualquier variedad adecuada, tal como adhesivo líquido, en gel, pasta, o en lámina en etapa-B. En el caso de adhesivo en lámina, se podría usar el curado por bolsa de vacío como se ilustra en la Figura 11e.

45 Con referencia a las Figuras 13a, 13b, 13c, y 13d, se ilustra la construcción de una unión de cola de paloma en donde las fibras son continuas desde el interior de un componente curado 23 hacia un receptáculo de cola de paloma 24 dentro de la estructura 33. La porción de las fibras de refuerzo que van a formar la conexión en cola de paloma 31a, 31b, 31c, 31d y 31e se infunden con la sustancia de bloqueo de resina antes del curado del componente 23. Los espacios 28a, 28b, 28c, 28d y 28e se pueden bloquear con cuñas elastómeras, por ejemplo, durante la infusión de resina y el curado del componente 23. Después del curado del componente 23, se elimina la sustancia de bloqueo de resina, dejando porciones de tela 31a, 31b, 31c, 31d y 31e, flexibles y capaces de ser insertadas en el receptáculo de cola de paloma 24 por medio de las guías 33a y 33b. La Figura 13c ilustra una disposición de curado ejemplar que proporciona la evacuación de receptáculo 24 y la posterior infusión de resina. La línea de inyección de resina/vacío 30 está conectada la cavidad 24 que está sellada por una cinta de goma 32.

El alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para fabricar un artículo de material compuesto reforzado con fibras en el que una primera porción seleccionada (11) de las fibras de refuerzo se infunden parcialmente con una sustancia de bloqueo de resina eliminable (9) caracterizada porque el grado de infusión está controlado por un gradiente térmico y una segunda porción de dichas fibras de refuerzo se infunden posteriormente con una resina que posteriormente se cura para formar una matriz estructural entre las fibras.
2. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha sustancia de bloqueo de resina (9) cesa la infusión por medio de la solidificación en respuesta a la temperatura que ocurre a lo largo de dicho gradiente térmico.
- 10 3. Un método según la reivindicación 2, en donde dicha sustancia de bloqueo de resina (9) es un alcohol de polivinilo plastificado, o un compuesto en base a PVA.
4. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha sustancia de bloqueo de resina (9) se elimina de dicha primera porción seleccionada (11) de dichas fibras de refuerzo posterior al curado de dicha matriz de resina entre dicha segunda porción seleccionada de dichas fibras de refuerzo.
- 15 5. Un método de la reivindicación 4, en donde una pluralidad de artículos, cada uno preparado según la reivindicación 4, se ensamblan uniendo conjuntamente sus respectivas primeras porciones seleccionadas (11) de las fibras de refuerzo.
6. Un método de la reivindicación 5, en donde dichas primeras porciones seleccionadas (11) de fibras de refuerzo se unen conjuntamente con una resina termoendurecible.
- 20 7. Un método de la reivindicación 4, en donde un revestimiento de superficie se une a dicha primera porción seleccionada de fibras de refuerzo de las cuales se ha eliminado dicha sustancia de bloqueo de resina.
8. Un método de la reivindicación 1, en donde se proporcionan una o más uniones de elevada resistencia de ajuste por moldeo por curado de uno o más artículos de material compuesto reforzados con fibras con superficies que se van a unir después adjuntas durante el curado pero separadas por sus respectivas capas de sustancias de bloqueo de resina.
- 25 9. Un método de preparar una superficie de un artículo para unir de forma mejorada que comprende las etapas de:
- a) preparar una película de material polímero soluble tal como un compuesto de PVA en un estado de adhesivo reblandecido;
 - b) caracterizado por; insertar en el extremo del mismo por medio unión electro-flocada las fibras de refuerzo;
 - c) endurecer dicha película de material polímero;

30 d) aplicar dicha película de material polímero a una superficie de un artículo de material compuesto sin curar para unir posteriormente mientras se entremezclan las fibras expuestas a la película endurecida y las fibras subyacentes de dicho artículo de material compuesto;

 - e) curar la resina dentro del artículo;

35 f) disolver y lavar la película de material polímero soluble de la superficie de dicho artículo para exponer las fibras para la posterior unión.

Fig. 1

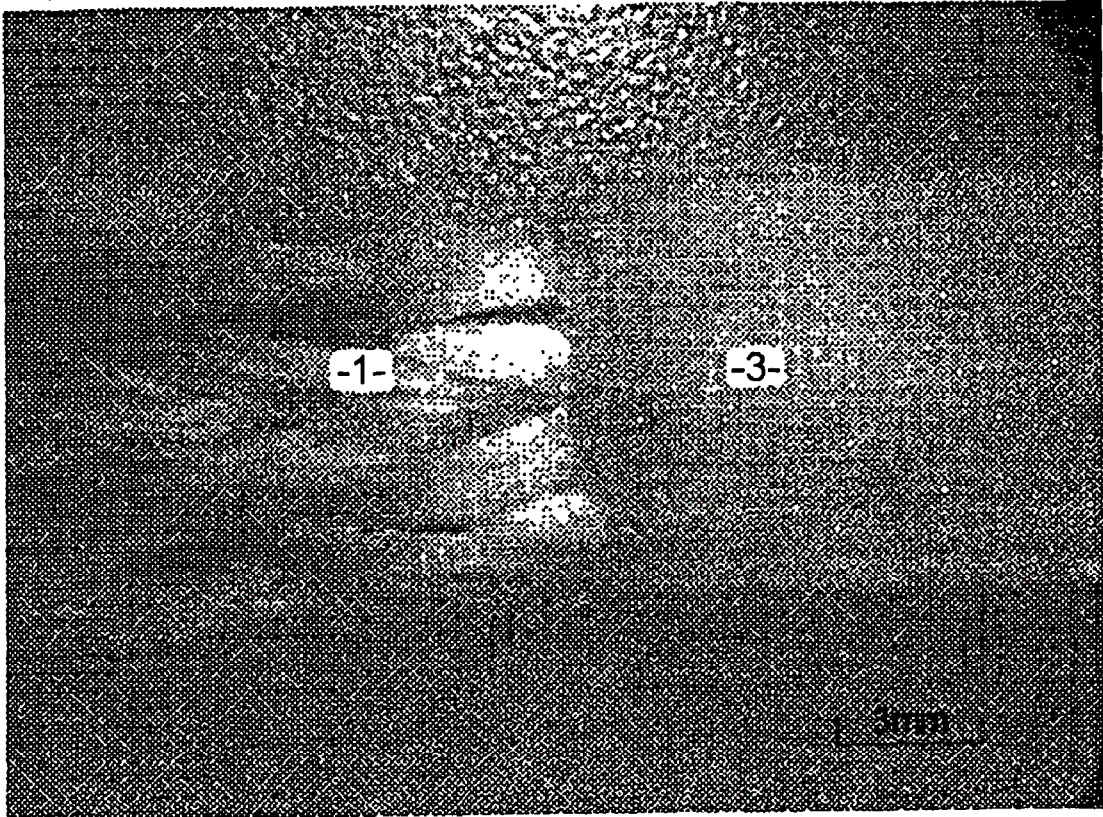


Fig. 2

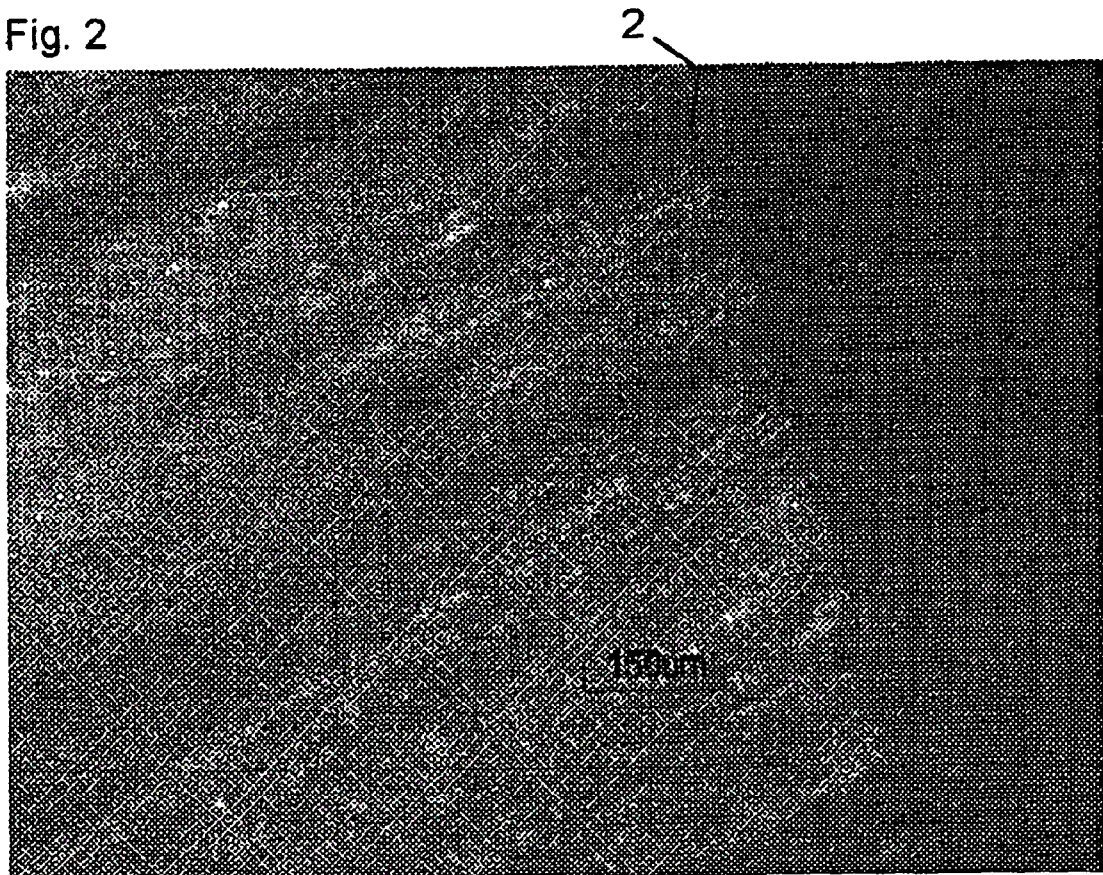


Fig. 3

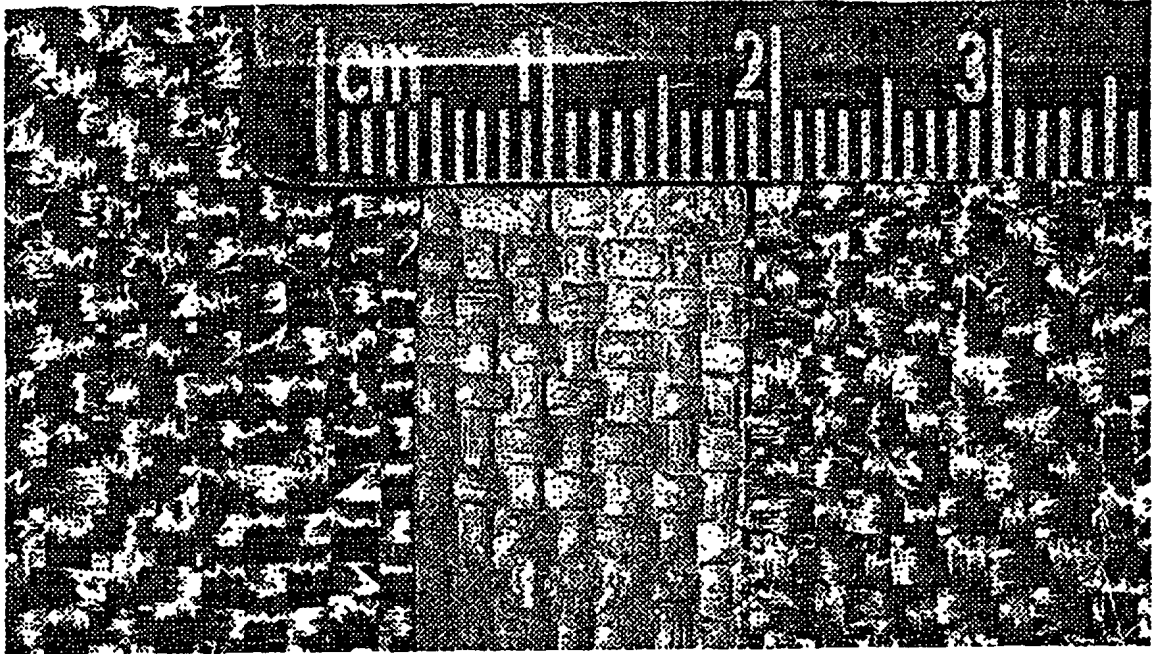


Fig. 4

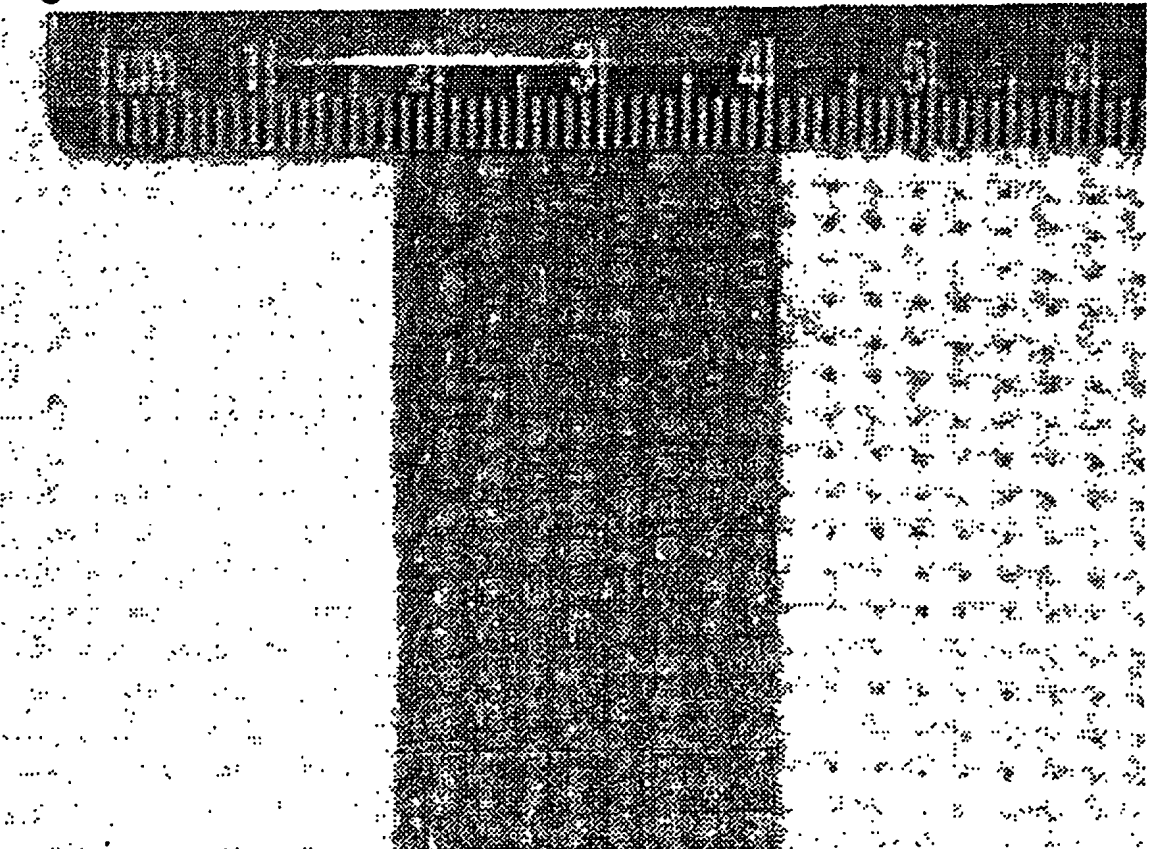


Fig. 5

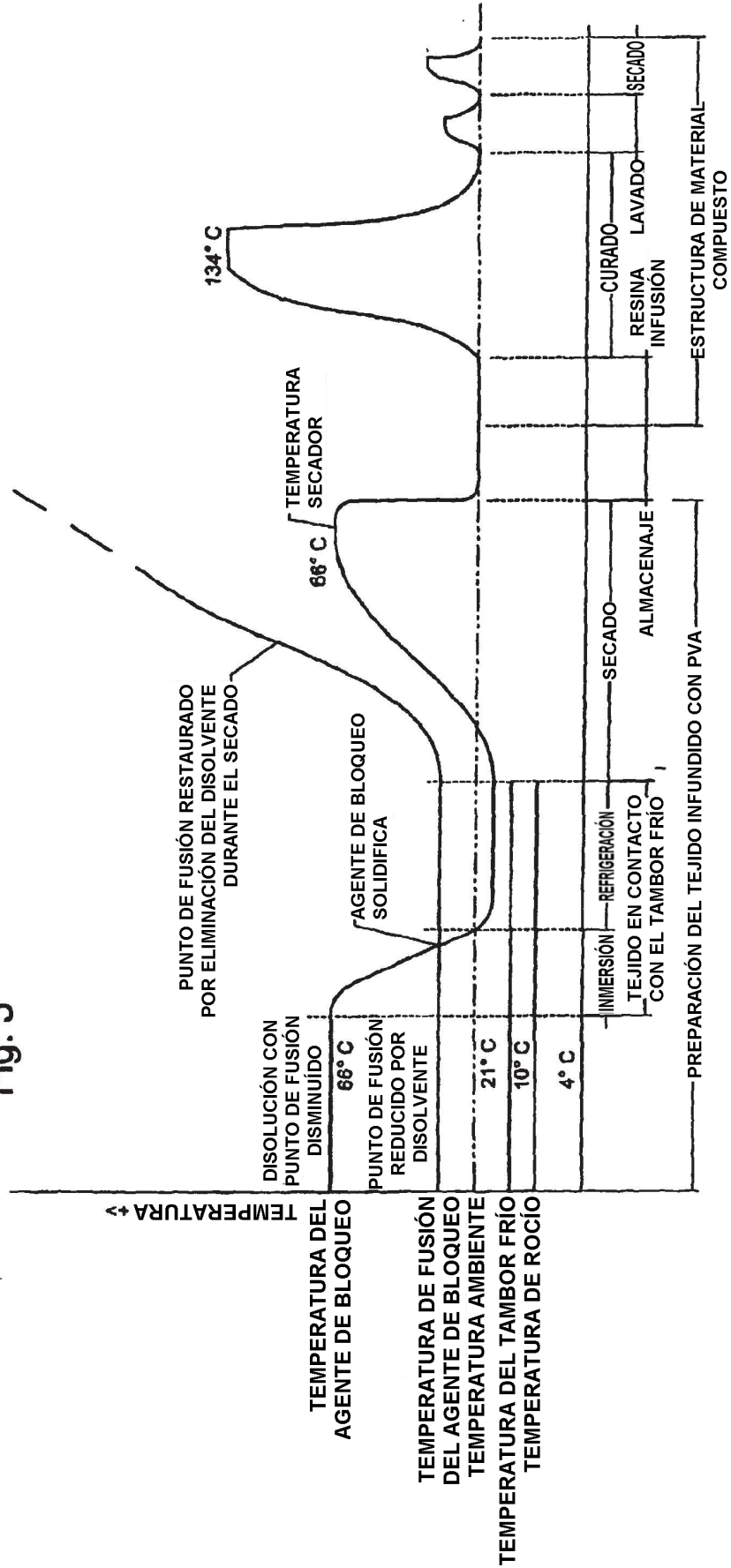


Fig. 6a

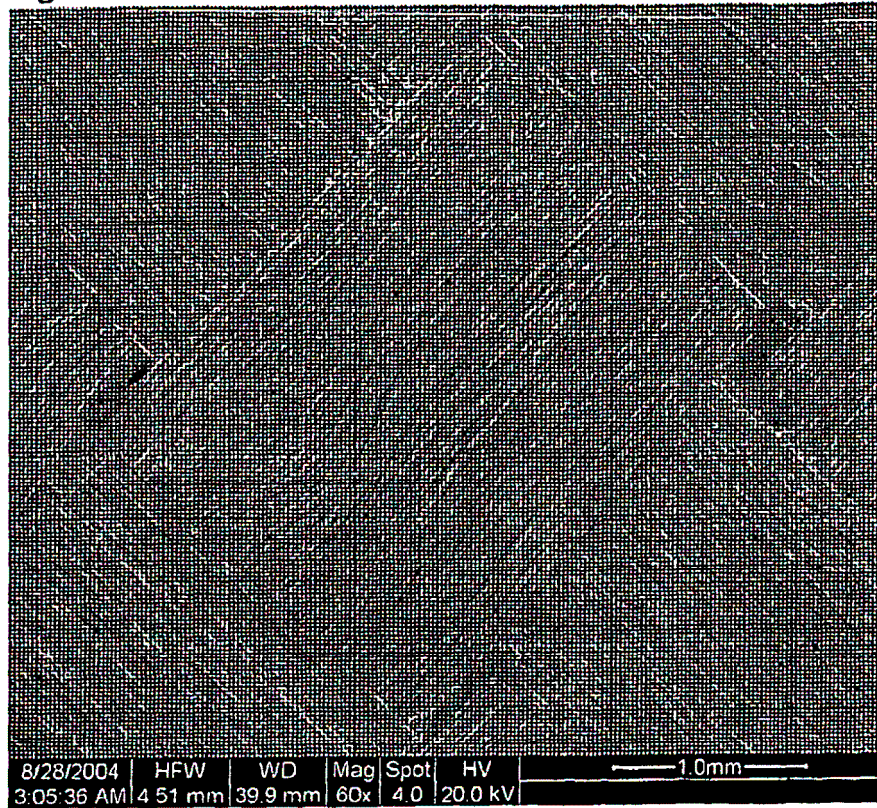
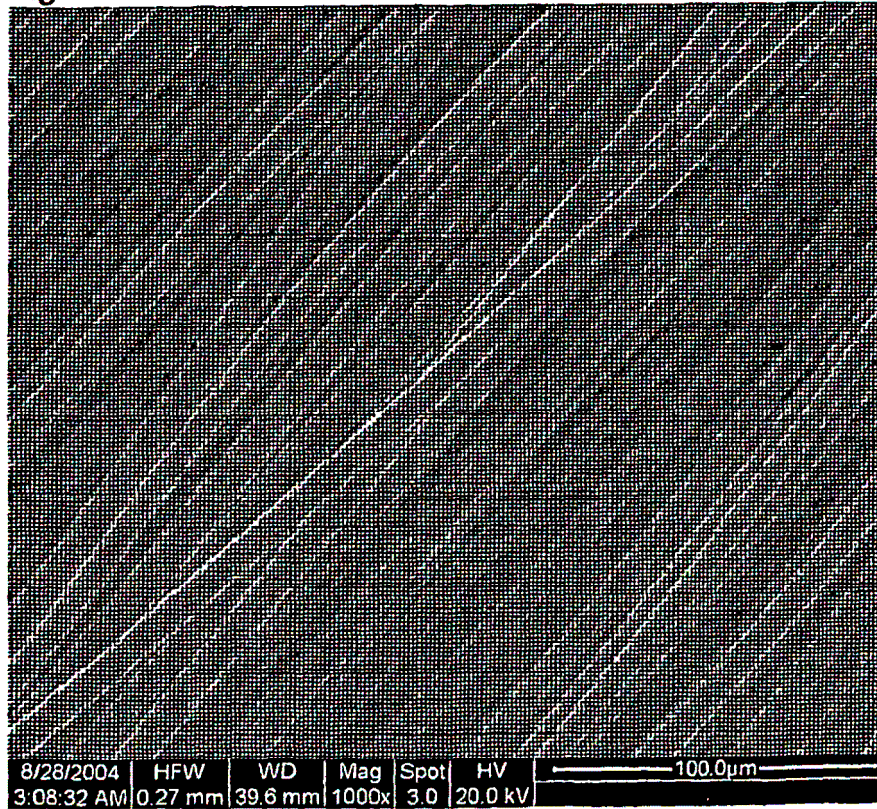


Fig. 6b



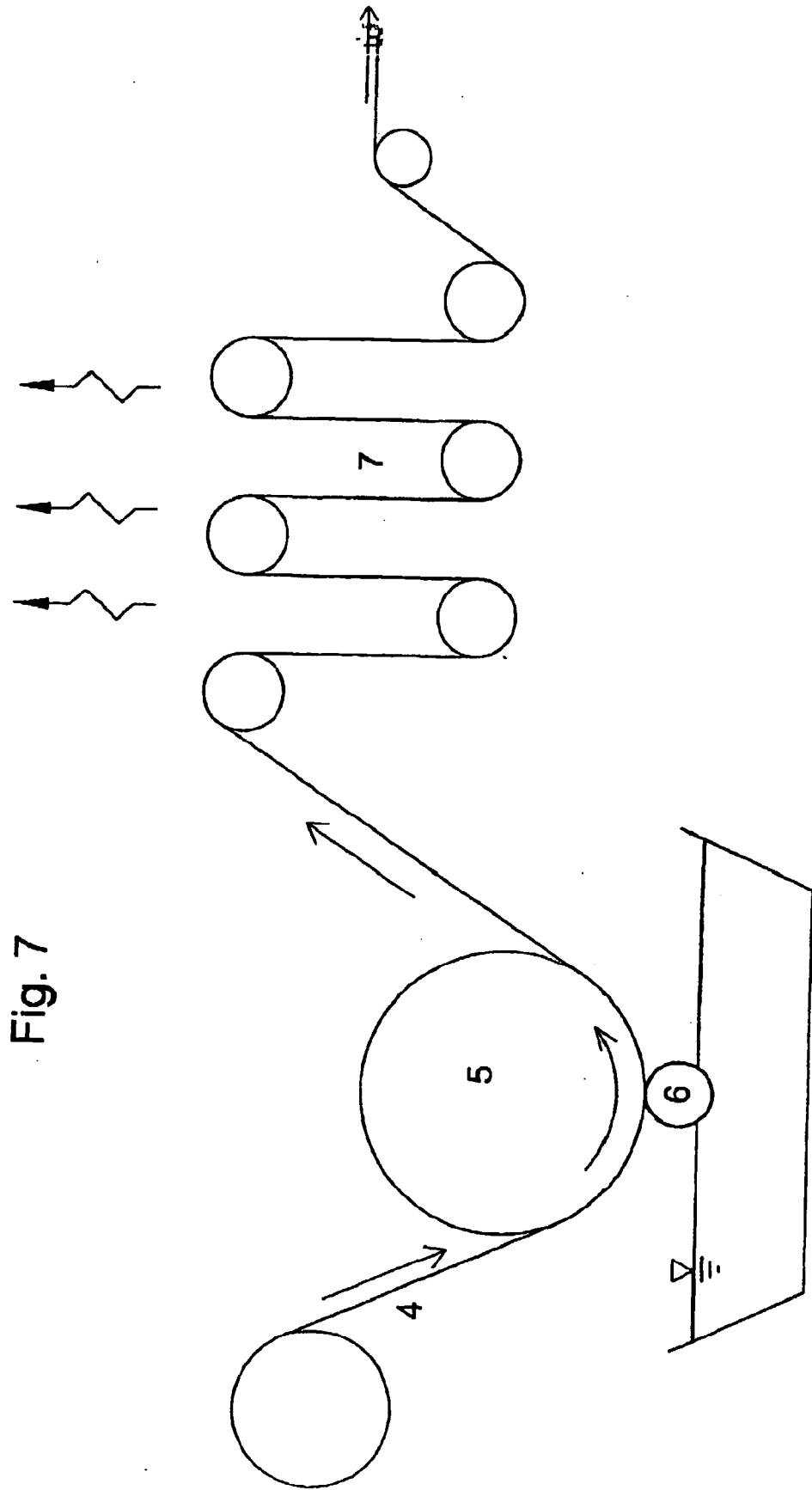
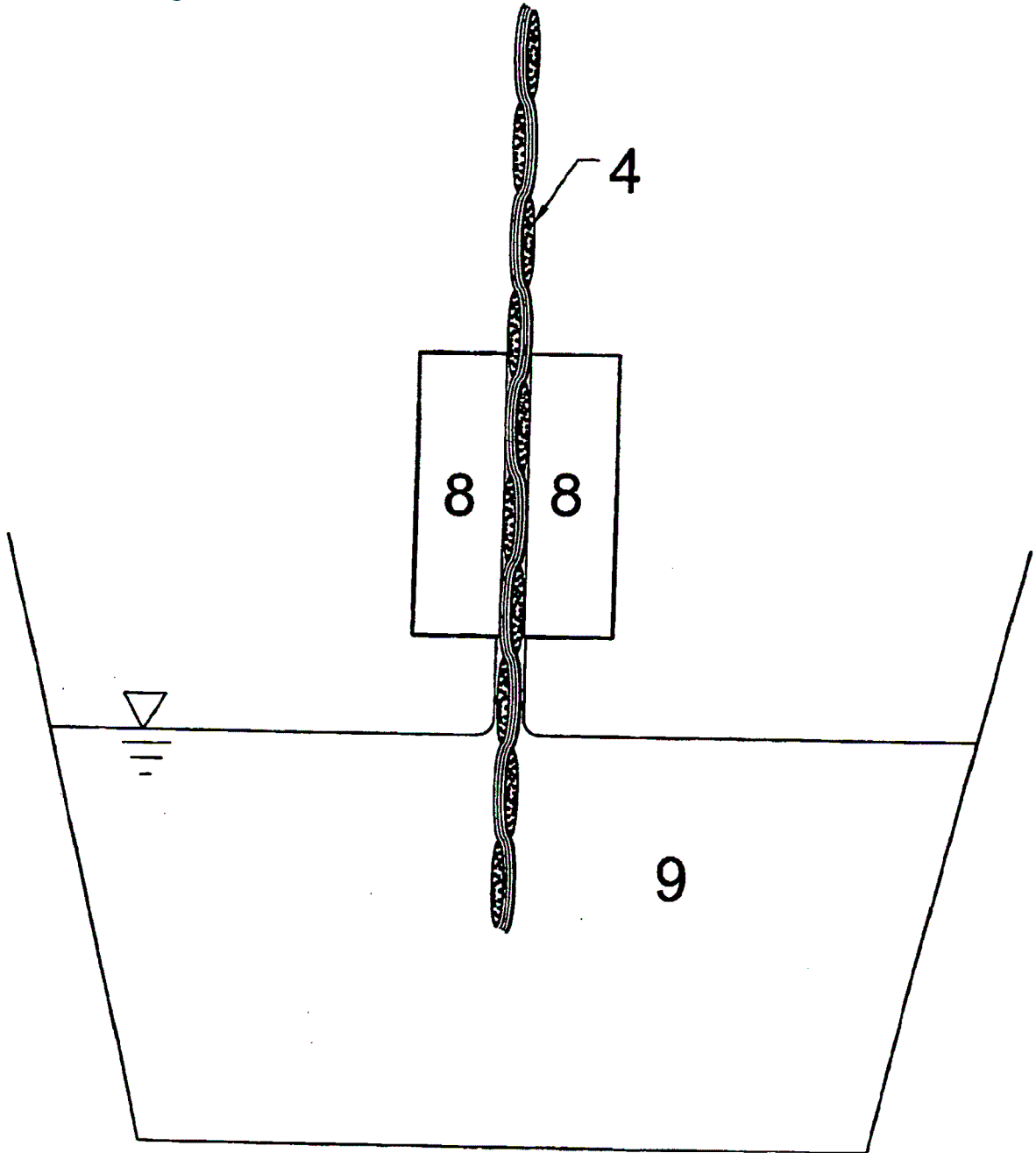


Fig. 7

Fig. 8



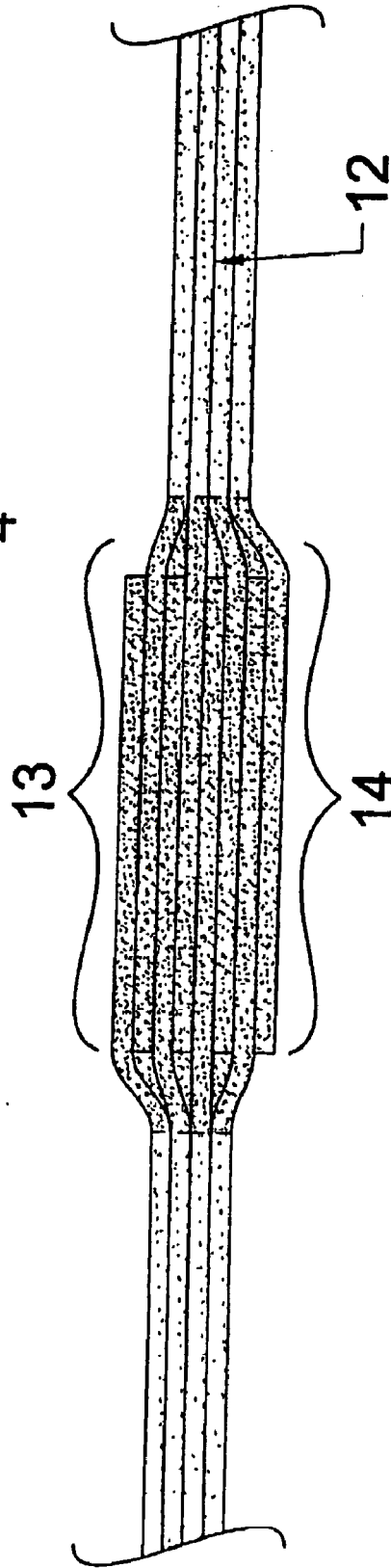
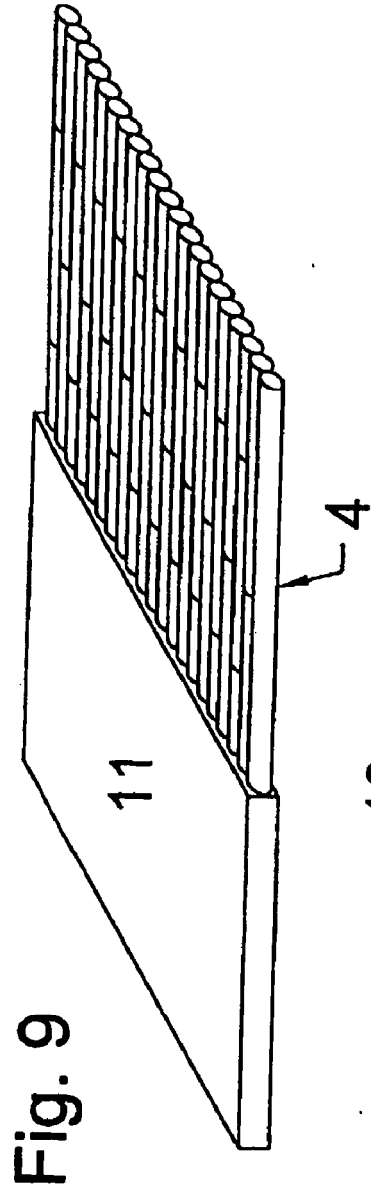


Fig. 10

Fig. 11a

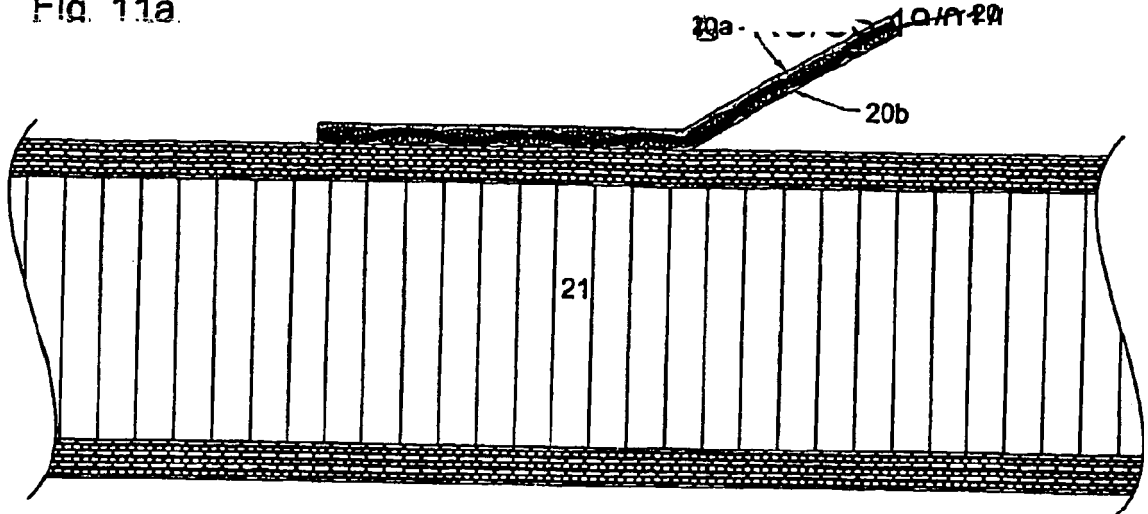


Fig. 11b

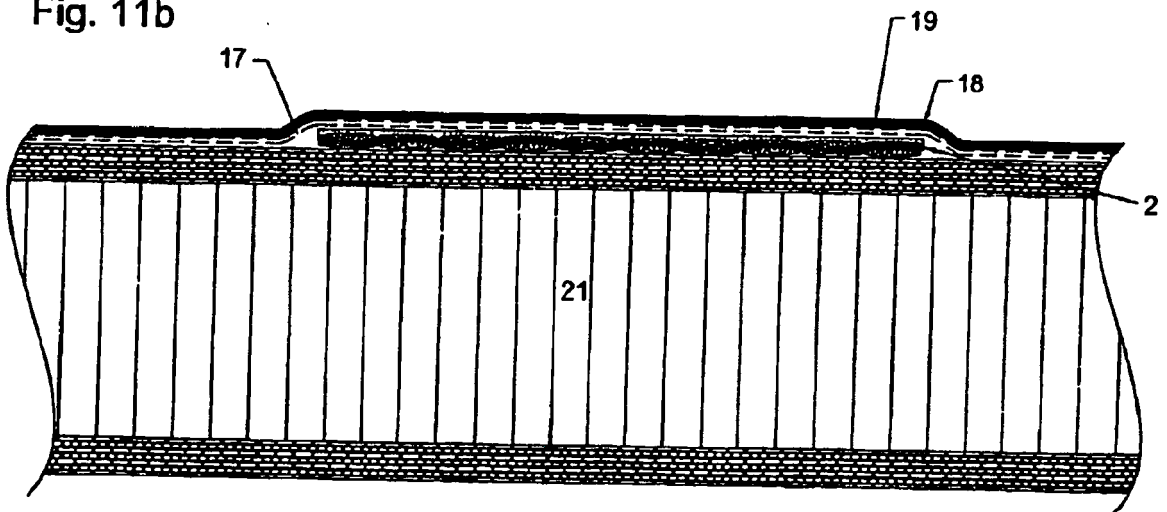
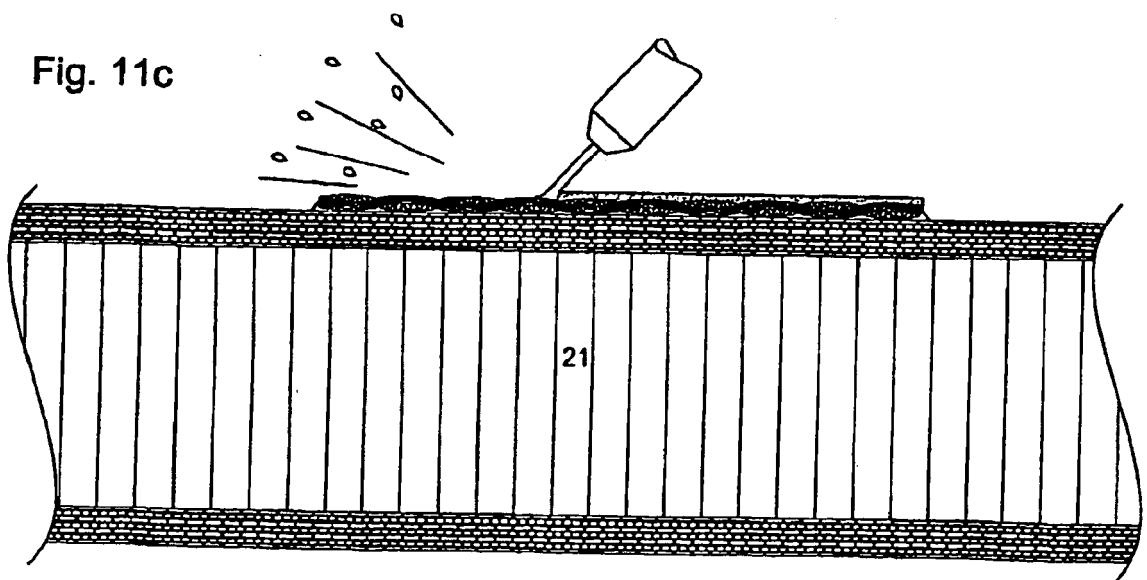


Fig. 11c



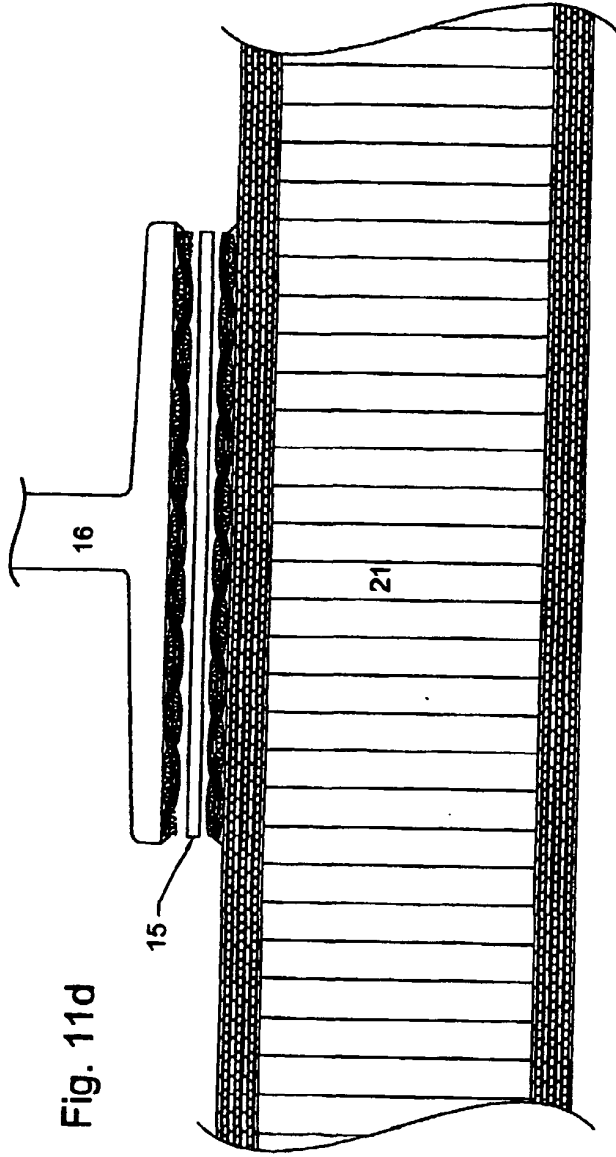


Fig. 11d

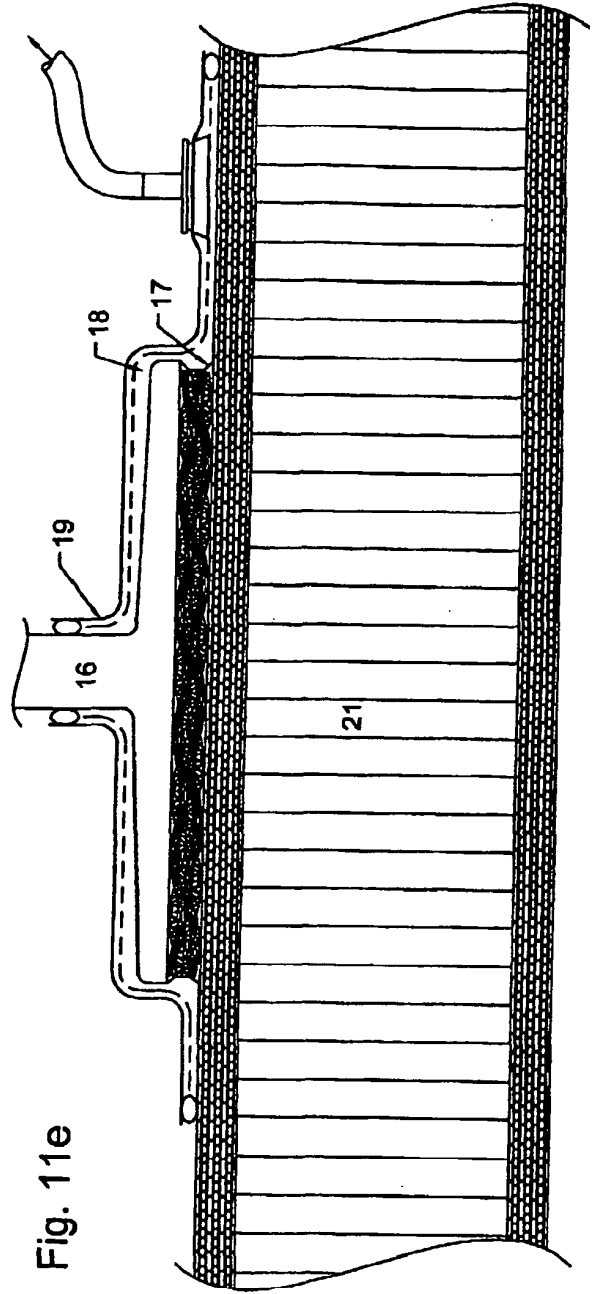


Fig. 11e



Fig. 12a

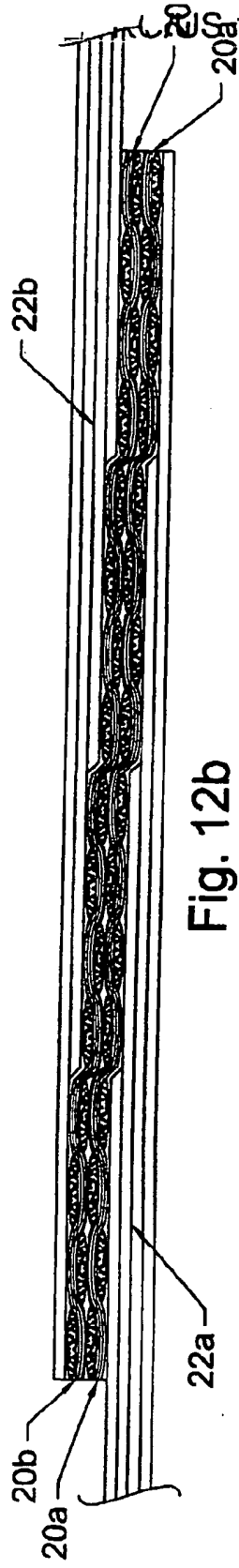


Fig. 12b

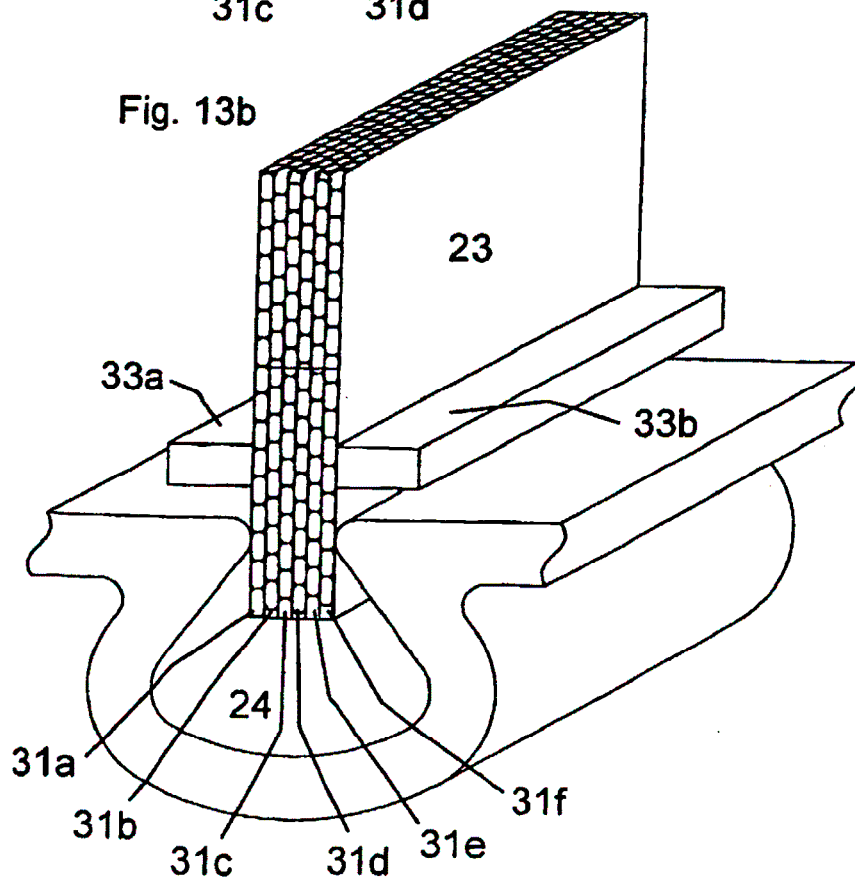
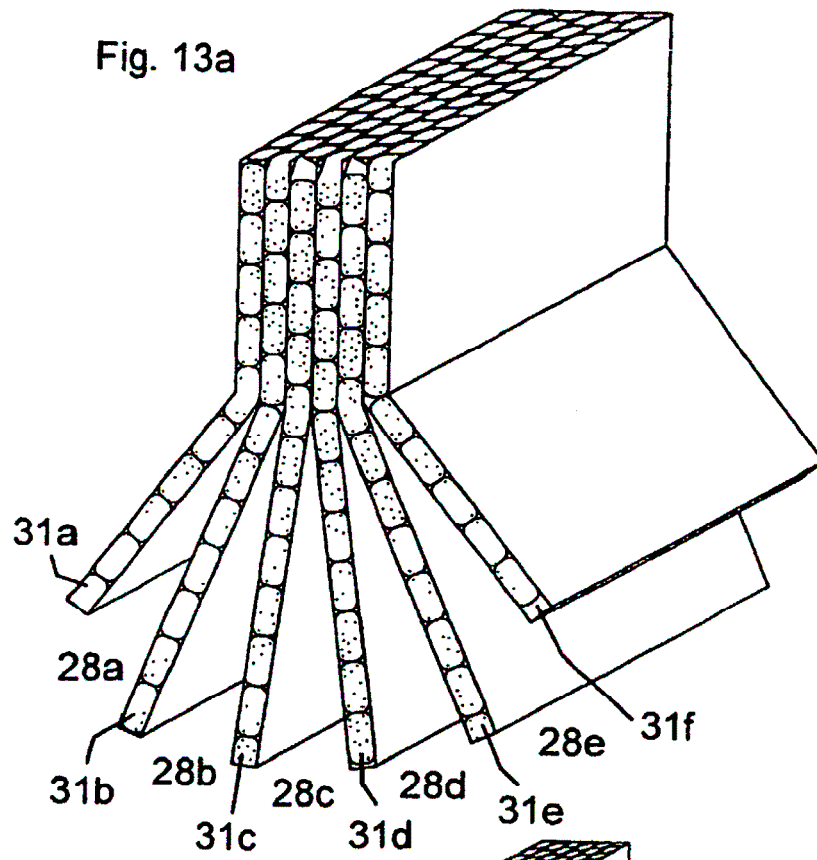


Fig. 13c

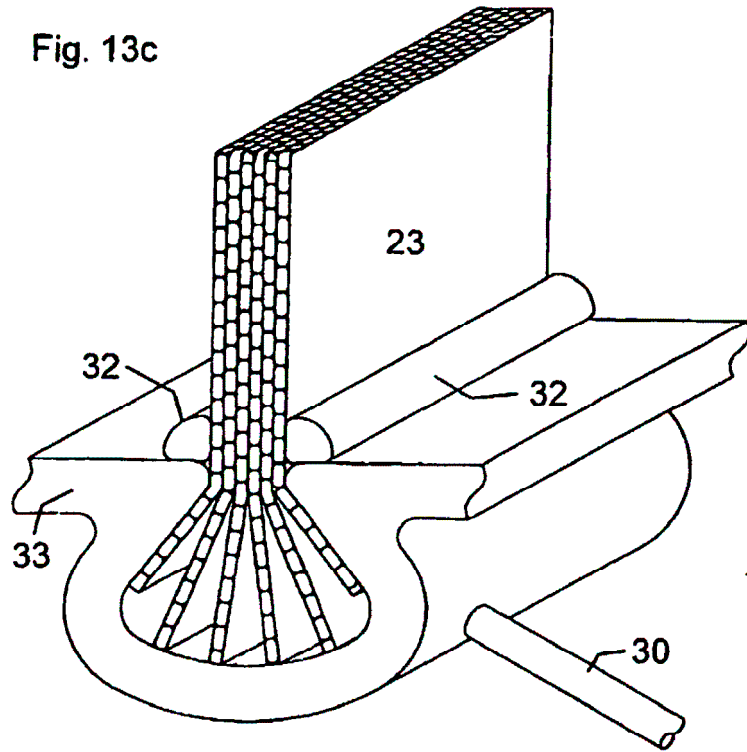


Fig. 13d

