

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 522**

51 Int. Cl.:
B29C 70/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09718624 .1**
96 Fecha de presentación: **26.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247435**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DISPOSITIVO Y SU USO PARA FABRICAR UNA PIEZA DE MATERIAL
COMPUESTO REFORZADO CON FIBRAS.**

30 Prioridad:
02.03.2008 DE 102008011517

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.02.2012

73 Titular/es:
**Bernd Schottdorf
Schloss Duttonstein
89561 Dischingen, DE**

72 Inventor/es:
Schottdorf, Bernd

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 374 522 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

Procedimiento dispositivo y su uso para fabricar una pieza de material compuesto reforzado con fibras

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para fabricar una pieza de material compuesto reforzado con fibras.

5 Una pieza de material compuesto reforzado con fibras presenta fibras que se unen con una matriz formando un material compuesto. La matriz sirve fundamentalmente para fijar las fibras según su orientación en la pieza conformada, para introducir fuerzas en las fibras, de soporte de las fibras cuando se ven sometidas a compresión y de protección de la pieza de material compuesto reforzado con fibras contra agentes externos.

10 Fibras adecuadas son, por ejemplo, fibras de carbono, fibras de vidrio, aramida fibras metálicas o similares y/o también combinaciones de estas fibras.

Procedimientos, dispositivos, estructuras de soporte, también llamados núcleos de bobinado o formas primarias, para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras se conocen por el manual de materiales compuestos reforzados con fibras, "Handbuch der Verbundwerkstoffe", Neitzel, Hanser Verlag 2004. El procedimiento conocido –también llamado procedimiento de bobinado- sirve para fabricar piezas conformadas de material compuesto reforzado con fibras, como, por ejemplo, contenedores, tubos, ejes y husillos. La geometría o la sección transversal de estas piezas conformadas la establece el núcleo de bobinado sobre el que se tienden las fibras impregnadas de resina. Para piezas conformadas de forma cilíndrica o cónica con base en un lado el núcleo de bobinado tras el proceso de fabricación se puede extraer de la pieza conformada y se puede volver a usar en otro momento. Para otras piezas conformadas los núcleos de bobinado se quedan en las piezas conformadas. Se les llama núcleos perdidos y pueden mejorar, por ejemplo, la resistencia a la difusión de una pieza conformada. También se llaman núcleos derretibles.

Núcleos de bobinado conocidos del libro de Neitzel se representan en las figuras 1a-1e.

25 Dentro de los procedimientos de fabricación conocidos están también el bobinado de contorno y el bobinado en cruz en los que el tendedor de fibras tiende una o varias fibras sin fin, haces de fibras paralelas ("rovings"), filamentos o tiras de tejido de fibras a un ángulo predeterminado sobre un núcleo de bobinado en rotación conocido. La velocidad de avance del tendedor de hilos según la dirección longitudinal y su velocidad tangencial alrededor del núcleo de bobinado determinan la distancia entre las fibras tendidas y el paso de las fibras tendidas siguiendo una hélice.

30 La matriz prevista para la inclusión de las fibras está hecha, por ejemplo, de mezclas de resinas sintéticas adecuadas. Sistemas de matrices adecuadas son a las que se puede dar forma al bobinar, que le dan después de endurecerse la forma a la pieza de material compuesto reforzado con fibras y aseguran una transmisión de fuerzas entre las fibras y las capas de fibras.

35 En un sistema de material termoestable conocido se usan haces de fibras paralelas impregnados con resina de reacción, Para esto se van desenrollando los haces de fibras paralelas de un bobinado, luego se hacen pasar por un baño de resina de reacción y después se aplican al núcleo de bobinado. Alternativamente tejidos termoestables impregnados previamente, es decir, fibras que ya se han impregnado previamente también se pueden aplicar al núcleo de bobinado. El endurecimiento de la resina hasta formar la matriz se hace dependiendo de la resina usada en condiciones ambientales (a temperatura ambiente) o en un horno, por ejemplo, autoclave, a alta temperatura, eventualmente, a subpresión o a sobrepresión. Además hay otros procedimientos conocidos para endurecerla, por ejemplo, mediante radiación ultravioleta o radiación electrónica.

40 En los sistemas de matrices termoplásticos, antes del procesamiento se calientan los haces de fibras paralelas impregnados previamente. Los haces de fibras paralelas (también llamados cintas ("tapes")) se aplican junto con la matriz (la resina) sobre el núcleo de bobinado, es decir, la forma primaria en sí, y se fusionan entre sí en él, y eventualmente también con la matriz de una capa tendida ya sobre la forma primaria.

45 Los procedimientos de bobinado conocidos quedan limitados por motivos técnicos a longitudes del núcleo de aproximadamente 6 m (Neitzel, Sección: 18.4). Para dimensiones mayores el núcleo se vuelve pesado y es particularmente difícil de retirar de piezas conformadas finas y alargadas. Además el coste de fabricación de los núcleos de bobinado (que sirven de estructura de soporte durante el conformado) es considerable.

50 El documento US 2004/0247866 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para fabricar bases de material compuesto reforzado con fibras de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 7. Las bases se forman a partir de fibras axiales tensadas que forman el esqueleto de soporte y por fibras enrolladas en distintas direcciones por encima. Para fabricar bases de diámetro variable como cónicas u otras se emplea un sistema de soporte externo para soportar las fibras enrolladas en una serie de puntos.

55 El documento WO 93/09932 A1 describe un procedimiento para fabricar una pieza alargada a partir de material reforzado con fibras en particular se tensa, configura y endurece un tubo de tejido hecho de fibras axiales y enrolladas alrededor de ganchos. El tubo del tejido sirve después de endurecido como mandril de bobinando para

otras capas de fibras.

El objetivo de la invención es proporcionar una estructura de soporte alternativa que se pueda usar también como núcleo de bobinado y partiendo de ella un procedimiento alternativo y un dispositivo alternativo para fabricar un material compuesto reforzado con fibras.

- 5 De acuerdo con la invención este objetivo se consigue respectivamente gracias al objeto de las reivindicaciones 1 y 7.

10 La invención parte así de una estructura de soporte de fibras tensadas que sustituye al núcleo de bobinado o la forma primaria en cierto modo. Para esto se disponen las fibras tensadas, por ejemplo, entre dos dispositivos tensores de acuerdo con la geometría deseada y después se tensan con una determinada fuerza de tracción de modo que la envolvente de la estructura formada por el conjunto de fibras tensadas corresponda con la forma primaria de la pieza de conformado de material compuesto reforzado con fibras que hay que fabricar. Se pueden emplear también más de dos dispositivos tensores, puntos de tensión o puntos de desviación para la configuración de la estructura de soporte según la invención. Los dispositivos tensores, puntos de tensión y/o de desviación pueden ser fijos o ajustables en una, dos o las tres direcciones del espacio.

15 Ya que la estructura de soporte define sobremanera la configuración final -como también lo hacen el resto de las estructuras del núcleo conocidas que son necesarias, (núcleo de bobinado/forma primaria)- de la pieza de material compuesto reforzado con fibras se pueden aplicar a ella otras fibras, haces de fibras, haces de fibras paralelas, cintas, o tejidos impregnados previamente de una forma en principio conocida y unirse a ellas, por ejemplo, por laminación, tejido, tricotado, trenzado, etc. La estructura de soporte en sí pasa entonces a formar parte de la pieza de material compuesto reforzado con fibras.

20 Las limitaciones geométricas o constructivas como las que resultan del uso de núcleos perdidos o que se pueden retirar desaparecen prácticamente. El procedimiento permite a través de la configuración de la geometría de la estructura de soporte unas geometrías de la sección transversal prácticamente arbitrarias: huecas, abiertas cerradas, y también macizas sin limitaciones de longitud. En particular la geometría de la estructura de soporte no queda limitada a las llamadas superficies matemáticas regulares. Por las propiedades físicas especiales de las fibras, muy estables a tracción, (fibras de alta resistencia) resulta una desviación muy pequeña entre la dirección efectiva según la que se prolongan las fibras y la dirección de tensionado deseada, y por tanto, por ejemplo, el llamado combamiento de las cuerdas de fibras tensadas (por ejemplo en la dirección X del espacio y/o la dirección Y del espacio) y así una alta precisión en la forma de cuerpos alargados. Así, en principio, se pueden eliminar las limitaciones de longitud que existirían para los cuerpos de bobinado.

25 Preferentemente las fibras tensadas de la estructura de soporte contienen o comprenden fibras de carbono. Las fibras de carbono sufren una elongación pequeña y resultan relativamente rígidas para las correspondientes tensiones. De esto resulta una precisión alta a la hora de darles forma, en particular, a las estructuras alargadas. Las estructuras de soporte producidas a partir de fibras de alta resistencia, por tanto, por ejemplo, de fibras de carbono, se adecuan bien, por tanto, como núcleo o forma primaria.

Preferentemente las otras fibras (unidas a la estructura de soporte) contienen fibras de carbono. Las fibras de carbono son particularmente ligeras y firmes y se adecuan bien para fabricar componentes de propiedades definibles. En particular se pueden unir también fácilmente con una estructura de soporte que presente fibras de carbono.

40 Preferentemente en particular los haces de fibras paralelas y/o los tejidos impregnados previamente se colocan con un tendedor sobre la estructura de soporte de fibras tensadas. Un dispositivo adecuado para esto, por ejemplo, un tendedor, un robot o similar tiende las fibras, los hilos, los haces de fibras paralelas y/o los tejidos impregnados previamente respectivamente teje, entrelaza o une éstas entre sí, respectivamente tensa éstas sobre las fibras tensadas de la estructura de soporte. Tender designa en este documento procedimientos adecuados habituales para aplicar fibras diferentes, haces de fibras o capas de fibras a la estructura de soporte, que comprenden, en particular, procedimientos comúnmente conocidos como la laminación, bobinado, tejido, trenzado etc.

45 El tendedor se puede ajustar preferentemente para poder tender cómodamente haces de fibras paralelas y/o tejidos previamente impregnados sobre las fibras tensadas. Alternativamente o adicionalmente la dirección de las tensiones de las fibras individuales o de todas las fibras se puede ajustar también o incluso se puede cambiar durante el procedimiento de fabricación. Así se pueden fabricar también piezas de material compuesto reforzado con fibras que se hagan más anchas o estrechas según la dirección longitudinal al aplicarse por zonas las otras fibras a la estructura de soporte que va cambiando durante el proceso de fabricación. Estas decisiones se prevén para el endurecimiento por pasos y la posibilidad de que se adapten las estructuras y las propiedades físicas a los procesos que van variando. Paralelamente a las otras fibras aplicadas durante el proceso de fabricación se pueden aplicar también piezas de cualquier forma (por ejemplo, articulaciones) por zonas y optimizar las propiedades mecánicas de la unión entre los elementos incluidos y las fibras eligiendo correspondientemente el recorrido de las fibras.

Ventajosamente, ya durante el procedimiento de fabricación de la pieza de material compuesto reforzado con fibras se pueden incluir piezas mecánicas, en particular piezas de conformado especiales como articulaciones (prótesis) o

piezas estructurales como, por ejemplo, crucetas y carriles etc. lo que facilita sobremanera la fabricación de estas piezas de material compuesto reforzado con fibras que contienen varias piezas.

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 presenta un dispositivo tensor que aloja la estructura de soporte y que determina, al menos conjuntamente con ella, su forma.

5 Dependiendo del diseño del sistema tensor las fibras tensadas de la estructura de soporte pueden describir un núcleo tridimensional o un núcleo bidimensional, es decir, un núcleo plano. En particular las fibras tensadas también pueden ser generadoras de una superficie regular, por ejemplo, un plano, un cilindro, un cono, un paraboloides hiperbólico o similar.

10 Preferentemente el dispositivo comprende al menos un primer cabezal que aloja las fibras tensadas y que está dispuesto en el dispositivo tensor. Éste sirve preferentemente para tensar y/o fijar las fibras que forman la estructura de soporte.

Preferentemente el primer cabezal está montado alrededor de un eje tensor en el sistema tensor pudiendo girar y preferentemente se puede acoplar con un primer motor rotativo que haga girar el primer cabezal.

15 Estos cabezales se pueden diferenciar, por ejemplo, por su tamaño, su perfil, sus medios de fijación para las fibras o haces de fibras a tensar y su disposición etc. Gracias al motor se puede hacer girar el cabezal con las fibras, por ejemplo, para facilitar el tendido de las otras fibras o para variar la posición del perfil de la estructura de soporte.

Un segundo sistema tensor previsto preferentemente con un cabezal giratorio facilita la manipulación de la estructura de soporte en su conjunto.

20 Preferentemente está diseñado al menos un motor rotativo, aunque preferentemente ambos motores rotativos, en particular controlables, de tal manera, que ambos cabezales giratorios giren sincronizadamente. Así se puede manejar con exactitud también una estructura de soporte larga como una unidad que prácticamente mantiene su forma estable cuando se hace el tendido. Sin embargo, los motores rotativos pueden hacer girar también los cabezales giratorios primero con un pequeño deslizamiento concreto y luego con una diferencia de fase constante.

25 La configuración del dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 permite fabricar piezas curvas de material compuesto reforzado con fibras.

30 Preferentemente el dispositivo comprende un tendedor que se puede desplazar en la dirección longitudinal (dirección Z) de las fibras tensadas. Así se hace posible una fabricación de piezas mecanizadas de material compuesto reforzado con fibras, en particular, si el tendedor, los motores rotativos y los desplazamientos en la dirección X y/o en la dirección Y del sistema tensor están acompasados, por ejemplo, controlados por un dispositivo central de control.

35 El tendedor está dispuesto preferentemente en particular pudiéndose ajustar en al menos una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras tensadas. Así puede seguir eventualmente los movimientos de ajuste de la estructura de soporte. Adicionalmente el tendedor se puede girar al menos alrededor de un eje de rotación, en particular, alrededor de puntos de unión locales o similares de la estructura de soporte, como, por ejemplo, envolver rebajes, laminar sujeciones etc.

La reivindicación 15 prevé el uso de la presente invención descrita para fabricar diversas piezas de conformado incluida la fabricación de capas de quedan parcialmente abiertas, por ejemplo, estructuras reticulares, aberturas de ventanas o rebajes así como estructuras de enganche.

40 Por fibras en el sentido de la invención se entenderán en general estructuras longitudinales que se puede someter a tracción según la dirección longitudinal, en particular, estructuras longitudinales de alta resistencia, como fibras en sentido estricto, cuerdas, fibras, hilos, cordones, cables, alambres o similares.

A continuación se explicarán con más detalle ejemplos de realización de la invención en base a dibujos esquemáticos. Muestran:

las figuras 1a-1e: una vista de un núcleo de bobinado conocido

45 la figura 2: una vista de perfil de un primer dispositivo según la invención para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras

la figura 3: una vista en perspectiva de un cabezal giratorio que aloja las fibras tensadas para un dispositivo según la invención

50 la figura 4: un diagrama de flujo esquemático que muestra la secuencia diferente de la fabricación de una pieza de material compuesto reforzado con fibras

la figura 5: una vista en perspectiva de un segundo dispositivo según la invención para fabricar piezas de

material compuesto reforzado con fibras

la figura 6: una vista de perfil de un tercer dispositivo según la invención para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras

5 la figura 7: una vista en planta de un cuarto dispositivo según la invención para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras

la figura 8: una vista en perspectiva de capas de fibras y fibras de una estructura de soporte tensadas según la invención y

la figura 9: una sección transversal de un perfil de un mástil de un barco producido según la invención

Las figuras 1a-1e muestran núcleos de bobinado conocidos.

10 La figura 2 muestra un primer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención que tiene el diseño de un dispositivo de bobinado. Éste presenta dos dispositivos tensores diseñados como caballetes 10 tensores que están dispuestos en apoyos 12 que a su vez están unidos fijamente o pudiéndose mover a una superficie 14 base o al suelo. En las caras 16 frontales orientadas una hacia otra de los caballetes 10 tensores está dispuesto respectivamente un cabezal 18 giratorio que se puede acoplar con un motor 22 rotativo fijado al caballete 10 tensor.

15 Entre los cabezales 18 giratorios están tensadas fibras 20 de carbono individuales y/o haces de fibras paralelas ("rovings") y que sujetan en su posición tensada los cabezales 18 giratorios. Las fibras 20 de carbono o haces 20 de fibras paralelas tensados/as están dispuestas en este caso circularmente alrededor de un eje 19 de giro y tensadas según su dirección; así forman una estructura de soporte. Los motores 22 rotativos de ambos caballetes 10 de soporte tensores hacen girar los cabezales 18 giratorios conectados a ellos de forma síncrona a una velocidad de giro ajustable.

20

Al menos uno de los caballetes 10 tensores y/o los cabezales 18 giratorios se puede ajustar en las tres direcciones del espacio y se pueden fijar en principio en cualquier punto del espacio tridimensional. La dirección longitudinal (a lo largo del eje 19 de giro) de las fibras 20 de carbono tensadas se designará en lo que sigue como eje Z y las direcciones perpendiculares como dirección X y dirección Y.

25 Entre los caballetes 10 tensores está dispuesto además un tendedor 26 en un zócalo 28 de tendido pudiéndose desplazar el zócalo 28 de tendido en la dirección Z y el tendedor 26 en la dirección X y la dirección Y. El tendedor 26 enrolla una o varias fibras 27 o haces de fibras paralelas en las fibras 20 de carbono tensadas que forman el núcleo de bobinado a un ángulo arbitrario entre aproximadamente 5° y 90°, preferentemente entre 5° y 10° con respecto a la dirección del eje Z. Los cabezales 18 giratorios giran y con ellos la estructura de soporte formada por fibras 20 de carbono mientras que el tendedor 26 sube y baja tendiendo las fibras 27 de carbono en el núcleo 20 de bobinado de fibras de carbono en forma de cruz una sobre otra hasta que se alcance el espesor de pared deseado de la pieza a fabricar de material compuesto reforzado con fibras.

30

Posteriormente se produce el endurecimiento de la pieza de material compuesto reforzado con fibras resultante, por ejemplo, de un tubo o un mástil al aire o en un autoclave. Después de endurecerse la pieza de material compuesto reforzado con fibras así fabricada se retira de los cabezales 18 giratorios y se puede seguir procesando.

35

La figura 3 ilustra una vista esquemática aumentada del cabezal 18 giratorio con los tramos finales de los haces 20 de fibras paralelas que están dispuestos en la cara 24 frontal del cabezal giratorio formando un determinado patrón, por ejemplo, circular, elíptico, rectangular o similar. La fijación de los haces de fibras paralelas se hace con dispositivos de apriete adecuados (no representados con más detalle).

40 La figura 4 muestra distintas posibilidades en un diagrama de flujo para fabricar una pieza de material compuesto reforzado con fibras de acuerdo con la invención.

En un primer procedimiento 30 de fabricación, en el paso S10 se tensa una estructura de soporte de varias fibras de carbono. A continuación sigue, en función de cómo continúe discurriendo el procedimiento, en el paso S11 una aplicación de las fibras de carbono que forman al menos una primera capa de forma cerrada y que después de su aplicación dejan una forma que tiene vista sólo externamente el aspecto de un núcleo de bobinado y que sirve como forma de partida para otras capas de bobinado. En el paso S12 se continúa con la aplicación de las fibras de carbono que forman al menos una capa de estabilización sobre la capa de forma, sirviendo la capa de estabilización fundamentalmente como capa para formar las propiedades mecánicas como, por ejemplo, la resistencia a la tracción, la resistencia a la torsión, la resistencia a la flexión etc. A continuación sigue el paso S13 para endurecer las capas aplicadas al núcleo. La pieza de material compuesto reforzado con fibras terminada se separa entonces en el paso S40 de los cabezales giratorios. Alternativamente se puede ir del paso S11 al paso S13 directamente, y la, al menos una, capa de forma endurecerse sobre el núcleo para continuar entonces con el paso S12. Además los pasos S11 y S12 se pueden juntar en uno o se pueden intercambiar. Adicionalmente se pueden introducir otros pasos antes del paso S13 del endurecimiento, por ejemplo, pasos para aplicar capas para piezas adicionales como crucetas para los mástiles, ojo de buey, piezas de unión y similares.

45

50

55

La figura 4 muestra otra secuencia 32 del procedimiento que se describe más en detalle en base a las figuras 5-8. También este procedimiento empieza otra vez por el paso S10 y sigue con el paso S21 facultativo en el que se aplica al menos una capa de forma por zonas sobre la estructura de soporte del núcleo. En el paso S22 se comprueba si la zona A_F -ver figura 6- se ha alcanzado o se ha aplicado o si el paso S21 se ha de hacer para otra zona o si hay que ejecutar ya el paso S25 de endurecimiento por zonas -ver otra vez la figura 6-. A continuación sigue el paso S23 para aplicar al menos una capa de estabilización al núcleo. En el paso S24 se comprueba si la zona A_S (figura 6) se ha alcanzado o si se debe realizar el paso S21 para otras zonas o si hay que ejecutar ya el paso S25 de endurecimiento por zonas. Después de terminar el paso S23 puede seguir el paso S25 de endurecimiento por zonas. La pieza de material compuesto reforzado con fibras así terminada se retira entonces en el paso S40 de los cabezales giratorios.

Además los pasos 30 y 32 del flujo de procedimiento se pueden intercambiar y también combinar.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de un segundo ejemplo de realización de un dispositivo según la invención para fabricar una pieza en forma de placa de material compuesto reforzado con fibras. A este respecto dos caballetes 36 tensores del mismo tipo sobre apoyos 38 forman el sistema tensor. Los apoyos pueden estar dispuestos pudiendo desplazarse sobre una superficie base (no mostrada) en al menos una dirección del espacio. En las caras 40 frontales de los caballetes 36 tensores están dispuestas fibras o haces 42 de fibras paralelas de tal modo que extienden un plano entre las caras 40 frontales. Un tendedor (no mostrado) aplica fibras de carbono, haces de fibras paralelas y/o tejidos 44 impregnados previamente sobre las fibras 42.

En principio las fibras 42 individuales pueden estar colgando libres o estar tensadas con diferentes fuerzas de tracción predeterminadas, por ejemplo, a modo de hamaca, que forma una estructura de soporte para una cubeta.

La figura 6 muestra una vista de perfil de un tercer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras. A este respecto están dispuestos dos cabezales 46 giratorios con caras 48a y 48b frontales orientadas una hacia otra y separadas. En las caras frontales están tensadas fibras, por ejemplo haces 50 de fibras paralelas, que se desvían mediante un desviador 52 según un ángulo determinado. La línea 54 discontinua muestra una pieza a fabricar de material compuesto reforzado con fibras, por ejemplo, el fuselaje de un avión. Los haces 50 de fibras paralelas se desvían mediante el desviador 52 de modo que se aproxima por tramos a la pieza a fabricar de material compuesto reforzado con fibras, es decir, por ejemplo según tangentes o secantes. Puesto que la pieza de material compuesto reforzado con fibras se puede fabricar de acuerdo con el perfil 54 deseado, el desviador 52 está diseñado pudiéndose mover en la dirección Z y tiene -dependiendo del perfil deseado de la pieza de conformado a fabricar- un diámetro variable o constante.

El desviador 52 puede estar equipado poleas desviadoras. Puede estar diseñado también como bucle ajustable, por ejemplo, de fibras de carbono o similares.

Para fabricar una pieza de material compuesto con fibras de carbono de este tipo en primer lugar se tensan los haces 50 de fibras paralelas desde el centro de una cara 48a frontal hacia fuera a modo de cono separándose hacia la cara 48b frontal opuesta. El desviador 52 se encuentra primero en el borde izquierdo de la zona A₁ y que a continuación, por ejemplo, mediante el tendedor (no mostrado) se le enrollan las fibras 55 hasta el borde izquierdo de la zona A₂. A continuación la zona A₁ se endurece y se estabiliza. Después el desviador 52 varía su diámetro y se desplaza hasta el borde izquierdo de la zona A₂ o en lugar de eso se usa un desviador 52 con un mayor diámetro. La zona A₂ así definida se enrolla de nuevo con fibras 55 y se endurece. Después la zona A₃ como la A₁ y A₂ se prepara y se procesa. El procesamiento adicional se continúa en la zona no enrollada del borde (en la figura, el derecho) de la zona A₃ hacia el cabezal 48b giratorio por zonas hasta que la pieza de material compuesto reforzado con fibras haya quedado con el perfil deseado. El procedimiento para fabricar una pieza así de material compuesto reforzado con fibras se puede ejecutar, por ejemplo, de acuerdo con la variante 32 de procedimiento de la figura 4. Con el dispositivo descrito ahora mismo y la secuencia 32 de procedimiento se puede fabricar también alas de avión, tramos de túnel, dispositivos de soporte como, por ejemplo, soportes en T o doble T, mástiles de barcos y similares. Si uno corta estos cuerpos a lo largo de un plano que contenga la dirección Z resulta una cubeta, casco de barco y similares.

En lugar del desviador 52 los extremos del haz 50 de fibras paralelas se pueden guiar desplazándolos por la cara 48b frontal del cabezal 46 giratorio distal de tal modo que los haces 50 de fibras paralelas tensadas se tienden tan sólo mediante un cambio paso a paso de la posición de los extremos del haz de fibras paralelas sin salirse de la cara 48b frontal, por zonas tangencialmente al perfil 54 deseado y concretamente respectivamente después del endurecimiento de la zona A₁, A₂, A₃... ya terminada.

La figura 7 ilustra un cuarto ejemplo de realización de un dispositivo según la invención para fabricar piezas de material compuesto reforzado con fibras. Los dos caballetes 56a y 56b tensores dispuestos paralelos, orientados uno hacia otro, y a distancia extienden de nuevo una estructura de soporte entre las fibras 57, análogamente a la figura 5. Al contrario que en la figura 5, en este caso, las fibras 57 están fijadas a los caballetes 56a y 56b tensores formando un círculo y definen al principio un cilindro recto. Sobre las fibras 57 tensadas están tendidas por zonas otras fibras 58; los desviadores 59a a 59c fijos que están dispuestos entre los caballetes 56 tensores y que definen las zonas A₁₀-A₃₀ desvían las fibras 58 tensadas por zonas según la dirección de la flecha 60. En el ejemplo de

realización representado la flecha 60 indica una dirección perpendicular a la dirección Z. También puede indicar otras direcciones arbitrarias con respecto a la dirección Z y cambiar incluso su dirección de modo que la punta de la flecha recorra una trayectoria curva que se retuerza en dos o tres inversiones. Al menos uno de los caballetes 56 tensores se puede mover según el sentido de la flecha 60 o el contrario.

5 Un procedimiento para fabricar un dispositivo de piezas de material compuesto reforzado con fibras de acuerdo con la forma de realización mostrada en la figura 7 comprende fundamentalmente y en este orden: tensar las fibras 57 entre los caballetes 56a y 56b tensores; tender otras fibras 58 en la zona A₁₀, endurecer por zonas la zona A₁₀, colocar un desviador 59a fijo pudiéndose montar éste también antes de tender las otras fibras 58 o de endurecer; desplazar el caballete 58b tensor según la dirección de la flecha 60 en una cantidad a o el caballete 56a en sentido
10 contrario; tender otras fibras 58 en la zona A₂₀, endurecimiento por zonas de la zona A₂₀, colocar el desviador 59b fijo en las fibras 57 tensadas para desviar estas según la dirección de la flecha 60 una distancia; desplazar el caballete 56b tensor una cantidad b en el sentido de la flecha 60 o el caballete 56a en sentido contrario; tender otras fibras en la zona A₃₀ y así sucesivamente hasta que la pieza de material compuesto reforzado con fibras quede terminada. Las distancias a, b, c pueden ser diferentes. La secuencia de las operaciones de trabajo se puede
15 modificar o se puede combinar con las operaciones de trabajo antes mencionadas de los ejemplos de realización descritos antes. Así se puede combinar el dispositivo mostrado en la figura 6 y el procedimiento mostrado en la figura 4 con el procedimiento explicado de la figura 7 para, por ejemplo, formar un mástil curvo de un barco y que se vuelve más fino, o soportes en T o similares.

20 La figura 8 muestra un corte parcial de una pieza de material compuesto reforzado con fibras en una representación en perspectiva en despiece. Sobre las fibras 66 tensadas que forman una parte de la estructura de soporte está tendida al menos una capa 68 de fibras de carbono o haces de fibras paralelas según la dirección de revolución, por ejemplo, para formar capas de forma sobre las fibras 66 tensadas. La capa 68 comprende al menos una capa de fibras de carbono aplicadas. La capa 70 comprende al menos una capa de fibras de carbono aplicadas a un ángulo arbitrario, por ejemplo, de +5° a +10° con respecto a la dirección Z. La capa 72 comprende al menos una capa de
25 fibras de carbono aplicadas a un ángulo arbitrario, por ejemplo, de -5° a -10° con respecto a la dirección Z y a una distancia más pequeña entre sí que en la capa 68. En particular hay una capa de fibras aplicadas sobre las fibras 66 tensadas prácticamente según la dirección Z, por ejemplo para absorber la carga de tracción-compresión sobre la pieza de material compuesto reforzado con fibras mientras que las fibras de otra capa discurren perpendiculares a la dirección Z y para absorber las fuerzas transversales, las fuerzas de torsión, las fuerzas de flexión y similares sobre
30 la pieza de material compuesto reforzado con fibras.

La figura 9 muestra una sección transversal de un mástil de barco aproximadamente con forma de trapecio hecho de material compuesto reforzado con fibras. El mástil de barco puede ser un mástil de vela que se va afilando desde el pie del mástil hasta la punta del mástil. En determinados puntos a lo largo del mástil se pueden hacer elementos de unión durante el procedimiento según la invención, por ejemplo, por fuera del mástil pies 74 de crucetas, pivotes 76
35 internos para una polea desviadora, estructuras de guía, por ejemplo, carriles de guía. Por dentro del mástil se pueden tensar fibras 78 transversalmente a lo largo del perfil (en la dirección Z, y/o en la dirección X y/o en la dirección Y) análogamente a una cercha, por ejemplo, para dotar al mástil de una mayor rigidez.

Hay que notar además que las estructuras de soporte en lugar de estar hechas a partir de estructuras longitudinales que se pueden someter a tracción, en particular, por tanto, de fibras de alta resistencia, como fibras de carbono, en principio, se pueden hacer también de estructuras longitudinales que se puedan someter a compresión, por ejemplo, varas, varillas, fustas, listones, tubos o similares. Por ejemplo, si la estructura de soporte ilustrada esquemáticamente en la figura 2 estuviera hecha de varas y estas se sometieran a compresión según la dirección del eje Z, resultaría una estructura de soporte que se abombaría hacia fuera como un tonel o alternativamente una estructura de soporte que se hundiría hacia dentro tipo hiperboloide.

45 Finalmente las tensiones de tracción o compresión para cada estructura longitudinal individual o por grupos para varias de ellas se puede ajustar para generar la estructura de soporte individualmente y así aumentar aún más la pluralidad de formas de las estructuras de soporte posibles, tanto más en el caso de estructuras de soporte que están hechas de estructuras longitudinales de las que unas están sometidas a tensiones de tracción y otras, por contra, a tracciones de compresión.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una pieza de material compuesto reforzado con fibras en el que se configura una estructura de soporte hecha de fibras (20, 42, 50, 56, 57, 66, 78) tensadas y estas se unen luego con otras fibras (27, 44, 55, 58, 68, 70, 72) aplicándose estas otras fibras paso a paso por zonas de la estructura de soporte y fijándose o endureciéndose la zona correspondiente que finalmente se cubre con las otras fibras, **caracterizado porque** a continuación se cambia la dirección de las tensiones de las fibras tensadas en las zonas aún no cubiertas de la estructura de soporte y así se cambia la forma de la estructura de soporte.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que las fibras (20, 42, 50, 56, 57, 66, 78) tensadas presentan fibras de carbono.
- 10 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 en el que las otras fibras presentan fibras de carbono (27, 44, 55, 58, 68, 70).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores en el que las otras fibras se tienden mediante un tendedor (26) sobre las fibras (20, 42, 50, 56, 57, 66, 78) tensadas.
- 15 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores en el que la dirección de las tensiones de fibras tensadas sueltas o de todas las fibras tensadas se cambia durante el procedimiento de fabricación.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores en el que piezas mecánicas, en particular, pieza de conformado especiales, tales como articulaciones (para prótesis), o piezas estructurales tales como crucetas o carriles, se incluyen en la pieza de material compuesto reforzado con fibras durante su proceso de fabricación.
- 20 7. Dispositivo para fabricar una pieza de de material compuesto reforzado con fibras, en particular, de acuerdo con el procedimiento de las reivindicaciones anteriores con al menos un sistema (10, 36, 56a, 56b) tensor que sujeta una estructura de soporte hecha de fibras tensadas, para tensar las fibras estando diseñado el dispositivo de tal manera que se pueden aplicar otras fibras paso a paso en zonas de la estructura de soporte y que la zona correspondiente que se cubre la última con las fibras adicionales se puede fijar o se puede endurecer **caracterizado porque** gracias al sistema (10, 36, 56a, 56b) tensor se puede cambiar la dirección de las tensiones de las fibras tensadas en las zonas de la estructura de soporte no cubiertas aún y así se puede cambiar la forma de la estructura de soporte.
- 25 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 con al menos un primer cabezal (18, 46) que aloja las fibras tensadas y dispuesto en el sistema tensor.
9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 en el que el primer cabezal (18, 46) está montado en el sistema (10) tensor de manera que puede girar alrededor de un eje tensor y preferentemente se puede acoplar con un primer motor (22) rotativo para hacer girar el primer (18, 46) cabezal.
- 30 10. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9 con un segundo sistema (10, 36, 56a, 56b) tensor que presenta un segundo cabezal (18, 46) montado de manera giratoria, de tal modo que la estructura de soporte en su conjunto se puede soportar de manera giratoria entre ambos sistemas tensores.
- 35 11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 en el que el segundo cabezal (18, 46) se puede acoplar con un segundo motor (22) rotativo y al menos uno de los motores (22) rotativos está diseñado o se puede controlar de tal manera que ambos cabezales (18) pueden girar sincronizadamente.
- 40 12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11 en el que al menos un sistema (10, 36, 56a, 56b) tensor está diseñado de tal manera que la dirección de las tensiones de fibras tensadas sueltas o de todas las fibras tensadas se puede cambiar.
13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12 con un tendedor (26) que se puede mover según la dirección longitudinal de las fibras (20, 42, 50, 56, 57, 66, 78) tensadas para tender las otras fibras (27, 44, 55, 58) sobre la estructura de soporte.
- 45 14. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13 en el que el tendedor (26) está dispuesto pudiéndose mover en al menos una dirección del espacio perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras (20, 42, 50, 56, 57, 66, 78) tensadas.
15. Uso del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 y/o del dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 14 para fabricar mástiles, cascos de barcos, fuselajes de aviones, alas de aviones, otros cuerpos tridimensionales, placas y prótesis de material compuesto reforzado con fibras.
- 50 16. Uso de acuerdo con la reivindicación 15 para la fabricación de capas que quedan parcialmente abiertas, como por ejemplo, estructuras reticuladas, vanos de ventana o rebajes así como estructuras de enganche.

Estado de la Técnica

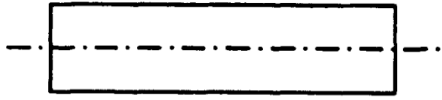


Fig. 1a

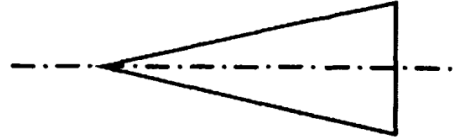


Fig. 1b

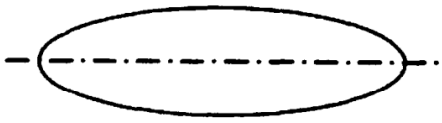


Fig. 1c

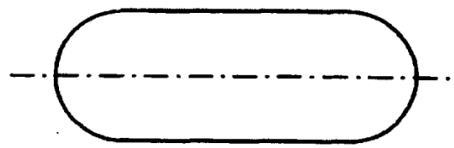


Fig. 1d

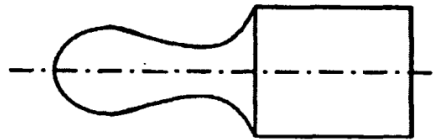


Fig. 1e

Fig. 2

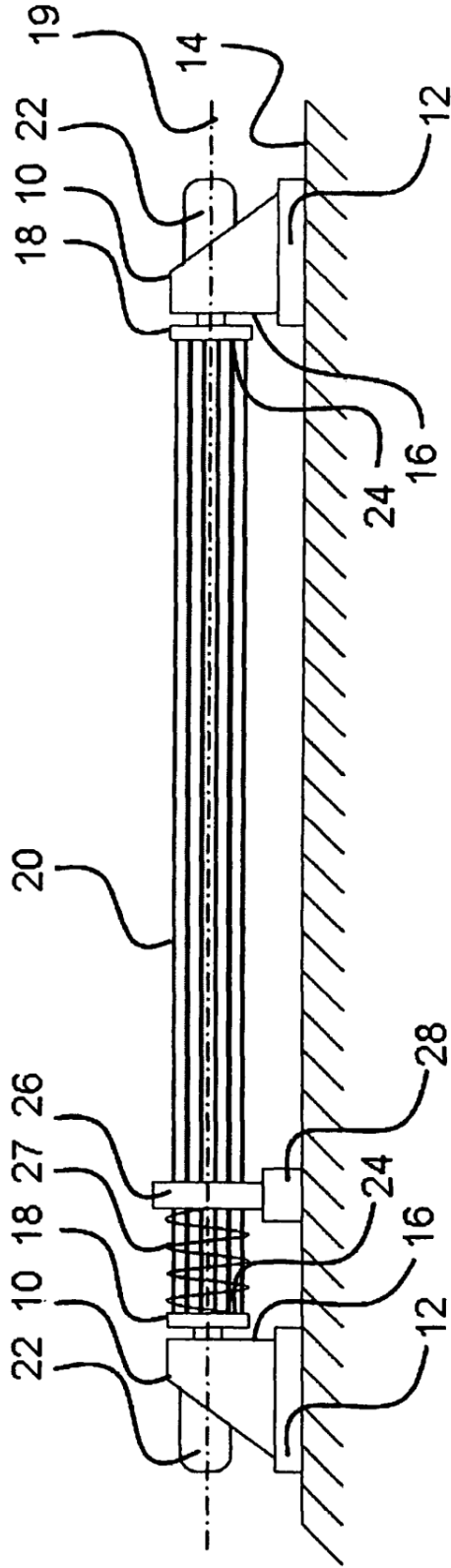


Fig. 3

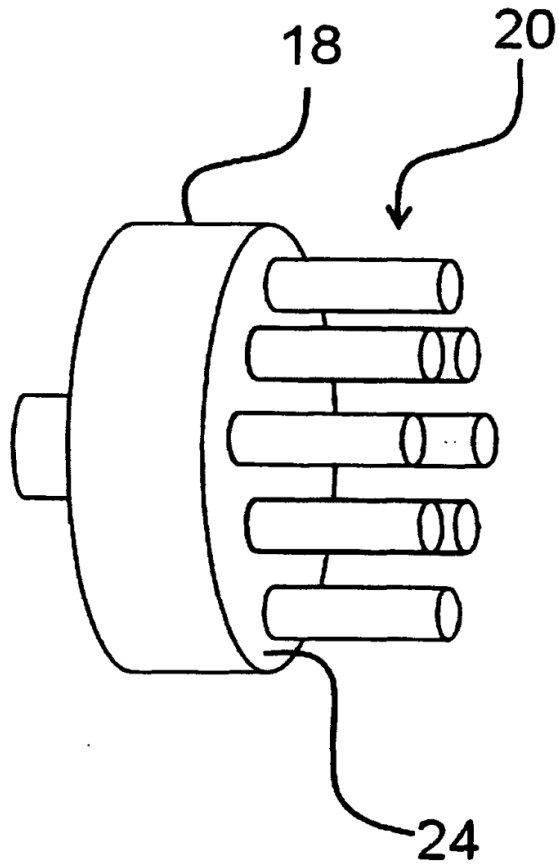


Fig. 4

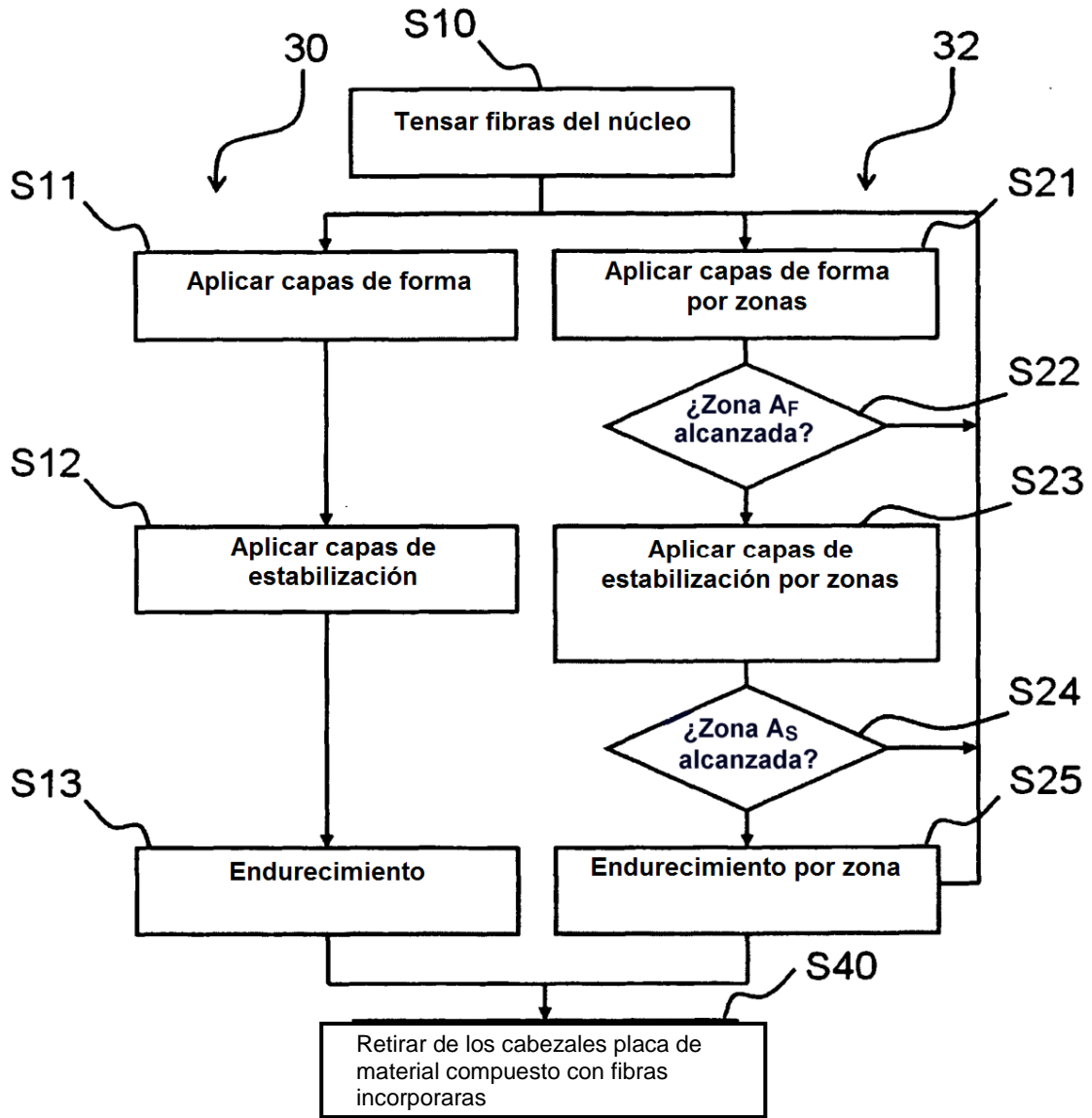


Fig. 5

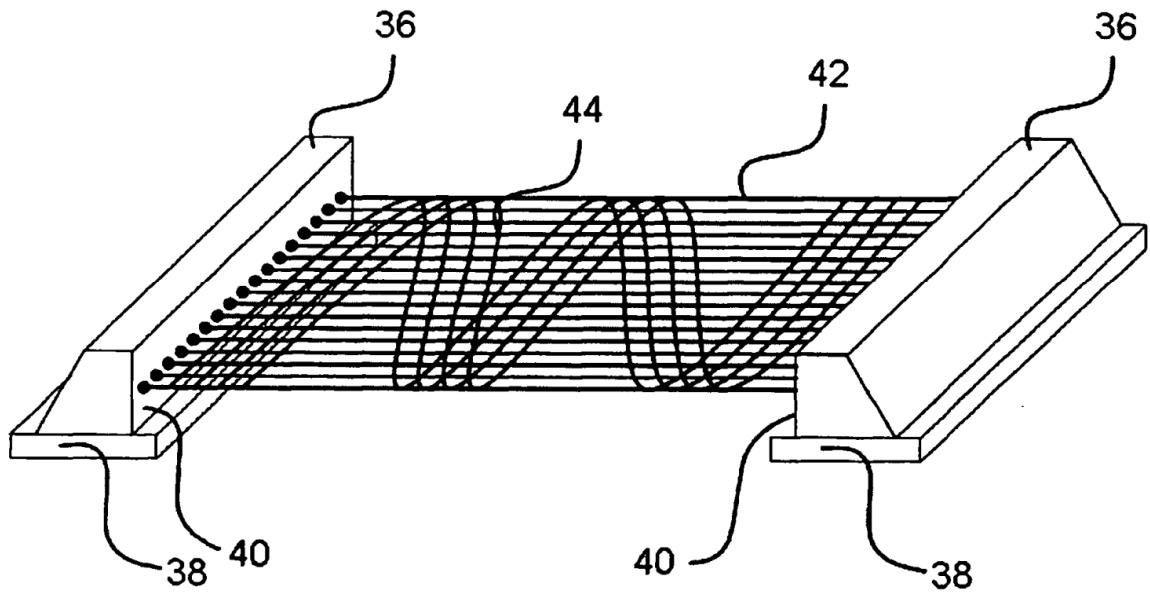


Fig. 6

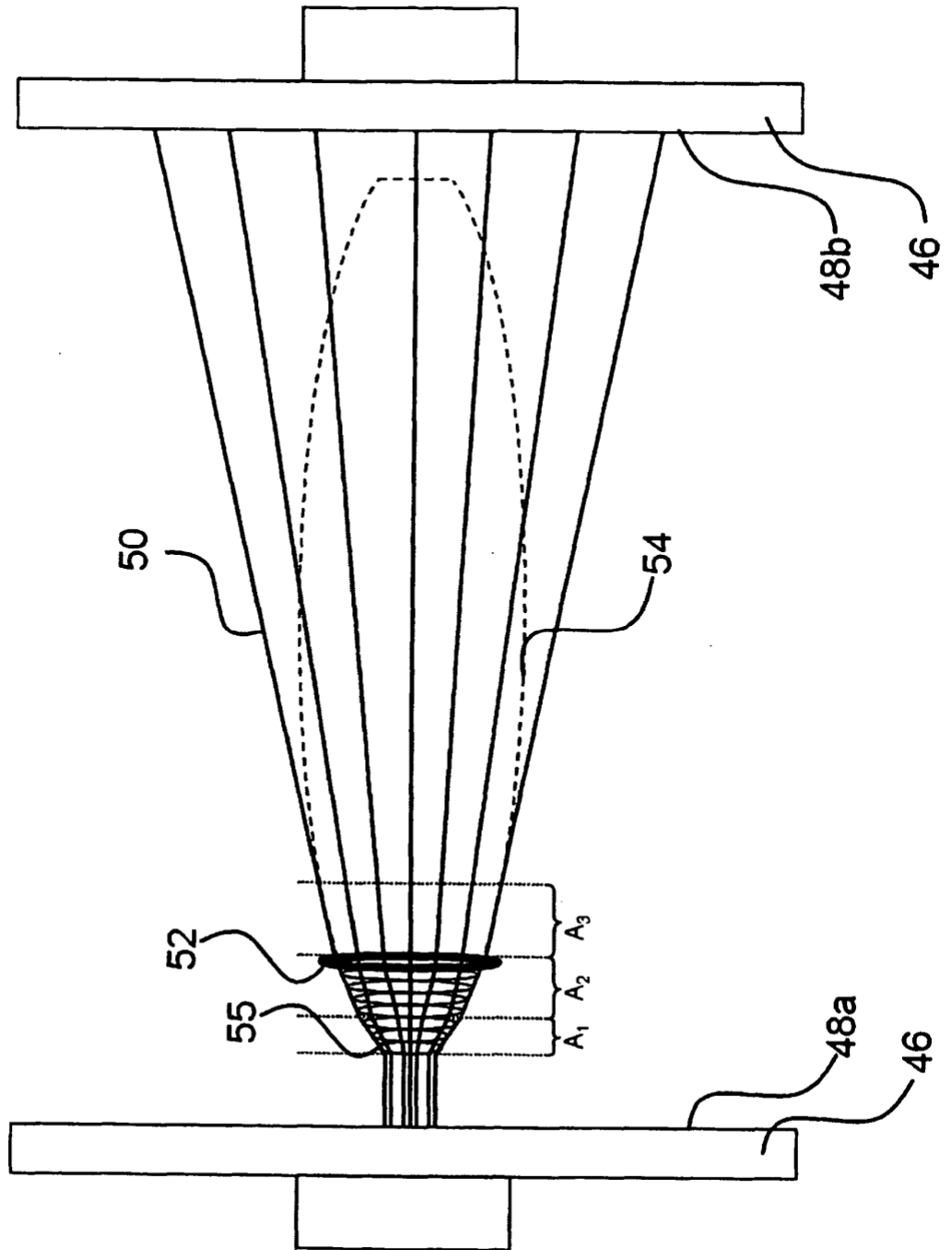


Fig. 7

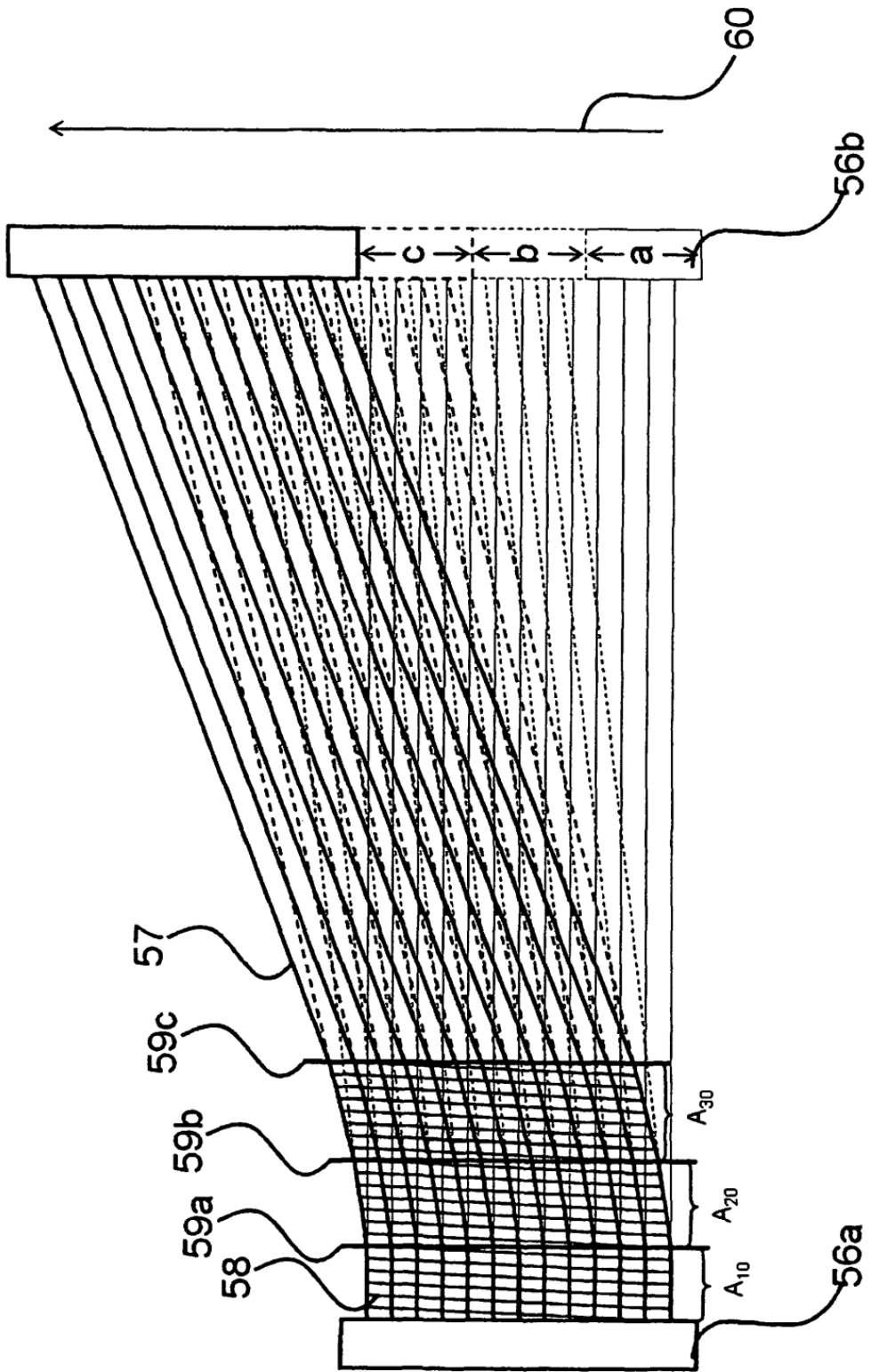


Fig. 8

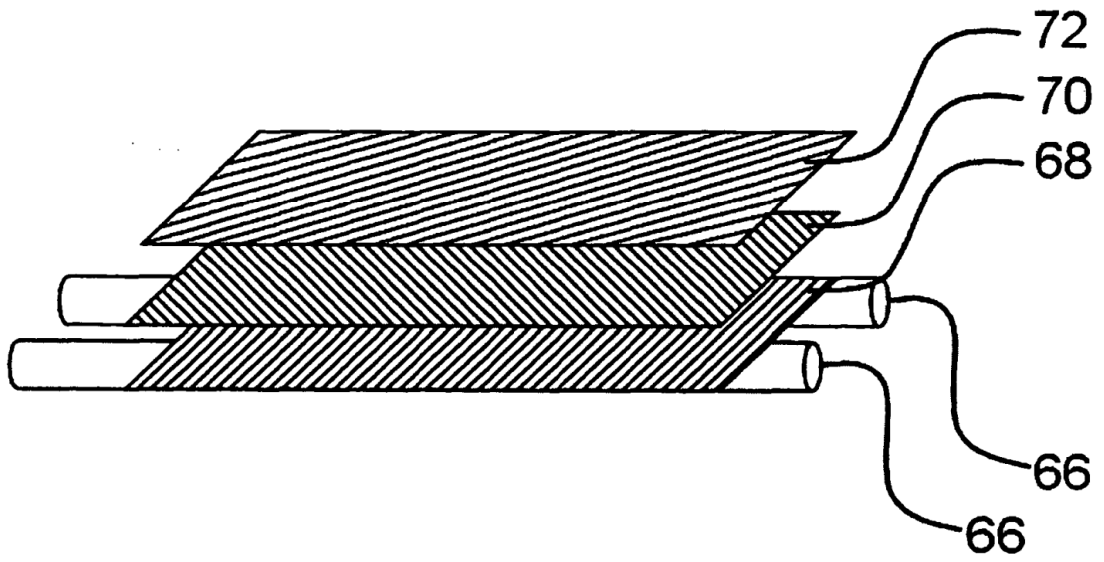


Fig. 9

