



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 865**

51 Int. Cl.:
B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08758252 .4**
96 Fecha de presentación : **27.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2160286**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2010**

54 Título: **Método de uso de un bloque de núcleo formable para un proceso de impregnación de resina, método para formar una estructura compuesta y estructura compuesta obtenida de tal modo.**

30 Prioridad: **29.06.2007 DK 2007 00945**
29.06.2007 DK 2007 00946

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2011

73 Titular/es: **LM GLASFIBER A/S**
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK

72 Inventor/es: **Mikkelsen, Tommy y**
Stage, Morten

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 358 865 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

Campo técnico

5 La invención se refiere a un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina, tal como moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío, y un método para formar una estructura compuesta así como una estructura compuesta obtenible por medio del método.

Antecedentes

10 Así, la invención se refiere a un método para producir estructuras compuestas de fibras y estructuras compuestas obtenidas por medio de moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío (VARTM: vacuum assisted resin transfer moulding) donde polímero líquido, también denominado resina, es cargado dentro de una cavidad de molde, en la que material de fibras ha sido insertado anteriormente, cuando un vacío es generado en la cavidad del molde, aspirando el polímero por este medio. El polímero puede ser plástico termoestable o resina sintética termoplástica ("thermoplast").

15 La infusión por vacío o moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío (VARTM) es un proceso usado para moldear moldeos compuestos de fibras donde fibras distribuidas uniformemente son colocadas en capas en una de las partes de molde, siendo las fibras mechas, o sea haces de bandas de fibras, bandas de mechas o esterillas, que son esterillas de fieltro hechas de fibras individuales o esterillas tejidas hechas de mechas de fibras. La segunda parte de molde es fabricada frecuentemente con una bolsa elástica de vacío, y es colocada posteriormente encima del material de fibras. Generando un vacío, 80 a 95% típicamente del vacío total, en la cavidad de molde entre el lado interior de la parte de molde y la bolsa de vacío, el polímero líquido puede ser aspirado y llenar la cavidad de molde con el material de fibras contenido en esta. Las denominadas capas de distribución o tubos de distribución, también denominados canales de entrada, son usados entre la bolsa de vacío y el material de fibras para obtener una distribución de polímero lo más firme y eficiente posible. En la mayoría de los casos, el polímero aplicado es poliéster o resina epoxi, y el refuerzo de fibras está basado más frecuentemente en fibras de vidrio o fibras de carbono.

25 Durante el proceso de llenar el molde, un vacío, siendo entendido dicho vacío en relación con esto como una subpresión o presión negativa, es generado por vía de salidas de vacío en la cavidad de molde, por lo que polímero líquido es aspirado al interior de la cavidad de molde por vía de los canales de entrada para llenar dicha cavidad de molde. Desde los canales de entrada, el polímero se dispersa en todas las direcciones en la cavidad de molde debido a la presión negativa cuando un frente de flujo se mueve hacia los canales de vacío. Así, es importante situar óptimamente los canales de entrada y los canales de vacío para obtener un llenado completo de la cavidad de molde. Sin embargo, asegurar una distribución completa del polímero en toda la cavidad de molde es frecuentemente difícil y, por consiguiente, esto produce frecuentemente los denominados lugares secos, o sea áreas con material de fibras que no está impregnado suficientemente de resina. Así, los lugares secos son áreas donde el material de fibras no está impregnado y donde puede haber bolsas de aire que son difíciles o imposibles de eliminar controlando la presión de vacío y posiblemente una sobrepresión en el lado de entrada. En relación con la infusión de vacío, empleando una parte rígida de molde y una parte elástica de molde en la forma de una bolsa de vacío, los lugares secos pueden ser reparados después del proceso de llenar el molde, por ejemplo pinchando la bolsa en la ubicación respectiva y extrayendo aire, por ejemplo por medio de una aguja de jeringuilla. Polímero líquido puede ser inyectado opcionalmente en la ubicación respectiva y, por ejemplo, esto puede ser efectuado también por medio de una aguja de jeringuilla. Este es un proceso prolongado y molesto. En el caso de partes grandes de molde, personal tiene que ponerse de pie sobre la bolsa de vacío. Esto no es deseable, especialmente no cuando el polímero no se ha endurecido, puesto que puede producir deformaciones en el material de fibras insertado y, por tanto, un debilitamiento local de la estructura, lo que puede causar efectos de alabeo por ejemplo.

45 La literatura de patentes expone ejemplos del uso de una membrana semipermeable que aumenta el área en la que el vacío es activo y, por tanto, reduce los problemas anteriores. En relación con esto, el término membrana semipermeable significa una membrana que es permeable a los gases pero impermeable al polímero líquido. Así, si una membrana semipermeable es colocada a través de la inserción de fibras, las bolsas de aire pueden ser eliminadas más fácilmente o evitadas completamente.

50 Típicamente, las estructuras compuestas comprenden un material de núcleo cubierto de material reforzado por fibras ϵ , tal como una o más capas de polímero reforzadas por fibras. El material de núcleo puede ser usado como un separador entre tales capas para formar una estructura en sándwich y es fabricado típicamente de un material rígido ligero para reducir el peso de la estructura compuesta. Para asegurar una distribución eficiente de la resina líquida durante el proceso de impregnación, el material de núcleo puede estar provisto de una red de distribución de resina, por ejemplo proporcionando canales o acanaladuras en la superficie del material de núcleo. Los documentos EP 0 831 987 y EP 0 1304 211 exponen un método y una estructura compuesta, respectivamente, en la que es usado tal material de núcleo.

55 Por ejemplo, como las paletas para turbinas eólicas se han hecho cada vez más grandes en el transcurso del tiempo, y pueden tener ahora más de 60 metros de longitud, ha aumentado el tiempo de impregnación en relación con la fabricación de tales paletas puesto que más material de fibras tiene que ser impregnado con polímero.

Además, el proceso de infusión se ha hecho más complicado puesto que la impregnación de piezas grandes de envolturas, tales como paletas, exige control de los frentes de flujo para evitar lugares secos, dicho control puede incluir, por ejemplo, un control relacionado con el tiempo de canales de entrada y canales de vacío. Esto aumenta el tiempo necesario para aspirar o inyectar polímero. Como un resultado, el polímero tiene que permanecer líquido durante más tiempo, produciendo también normalmente un aumento en el tiempo de endurecimiento.

El documento WO 2007/098769 describe un método para optimizar el proceso de producir una estructura compuesta. El documento EP-A-517416 expone las características de los preámbulos de las reivindicaciones 1, 10 y 14.

Un objeto de la invención es obtener un método nuevo para producir estructuras compuestas, tales como estructuras en sándwich, mediante procesos de moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío (VARTM) por ejemplo, y que supere o mejore al menos una de las desventajas de la técnica anterior o que proporcione una alternativa útil. También es un objeto proporcionar una estructura compuesta nueva y mejorada obtenible por medio del método nuevo.

Exposición de la invención

Según un primer aspecto de la invención, esto es obtenido mediante el uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina, tal como moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío, en el que el bloque de núcleo tiene una primera superficie y una segunda superficie y que tiene un espesor, con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del bloque de núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura y un fondo, y con un número de segundas acanaladuras estando formadas en la segunda superficie del núcleo y teniendo una segunda altura, y con las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, en el que la suma de la primera altura y la segunda altura es mayor que el espesor del bloque de núcleo, y en el que al menos una de las primeras acanaladuras en la primera superficie del bloque de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo, y en el que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras.

Según un segundo aspecto, la invención proporciona un método para formar una estructura compuesta que comprende los pasos siguientes: a) proporcionar al menos un bloque de núcleo que tiene una primera superficie y una segunda superficie y que tiene un espesor, con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura y un fondo, y con un número de segundas acanaladuras estando formadas en la segunda superficie del núcleo y teniendo una segunda altura, y con las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, b) cubrir al menos una parte del bloque de núcleo de un material de fibras, c) colocar el bloque de núcleo cubierto en una estructura formadora que comprende una parte de molde y una bolsa de vacío, d) sellar la bolsa de vacío junto a la parte de molde para formar una parte interior de la estructura formadora, e) conectar una fuente de resina fluida no endurecida a fin de alimentar resina no endurecida a la red de distribución de resina, f) conectar el interior de la estructura formadora con al menos una salida de vacío, g) impulsar la resina no endurecida desde la fuente de resina no endurecida a través de la red de distribución de resina y la salida de vacío para llenar el interior de la estructura formadora e impregnar el material de fibras, y h) endurecer la resina para formar una estructura compuesta, en la que la suma de la primera altura y la segunda altura es mayor que el espesor del bloque de núcleo y en la que al menos una de las primeras acanaladuras en la primera superficie del bloque de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo, y en la que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras.

Según un tercer aspecto, la invención proporciona una estructura compuesta que comprende: al menos un bloque de núcleo que tiene una primera superficie y una segunda superficie y que tiene un espesor, un número de primeras acanaladuras que están formadas en la primera superficie del núcleo, con las primeras acanaladuras teniendo una primera altura y un fondo, y un número de segundas acanaladuras que están formadas en la segunda superficie del núcleo y que tienen una segunda altura, con las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, un material de fibras que cubre al menos una parte del bloque de núcleo, y una resina endurecida que impregna el material de fibras y la red de distribución de resina, en la que la suma de la primera altura y la segunda altura es mayor que el espesor del bloque de núcleo, y en la que al menos una de las primeras acanaladuras en la primera superficie del bloque de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo, y en la que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras, cuando no está impregnado por resina endurecida.

Por este medio, los bloques de núcleo con red de distribución de resina son formados como un bloque integrado único, lo que alivia la necesidad de colocar bloques cuadriláteros pequeños separados sobre una hoja metálica o una red, facilitando de tal modo el manejo más fácil de los bloques, cuando se disponen estos en la parte de molde. Además, como las primeras acanaladuras en la primera superficie de los bloques de núcleo son cortadas casi

totalmente a través del bloque de núcleo, el bloque de núcleo resulta muy flexible, lo que significa que pueden ser colocados o formados según la curvatura de la parte de molde. Esto es muy deseable cuando se producen estructuras compuestas que tienen una superficie exterior curva, tales como paletas de turbinas eólicas por ejemplo. Así, las primeras acanaladuras en la primera superficie forman líneas de flexión para los bloques de núcleo. Por tanto, el término “flexible” tiene el significado de que el bloque de núcleo puede seguir la curvatura de la parte de molde durante la impregnación, por ejemplo cuando vacío es aplicado al molde o parte de forma. Además, la resina puede ser suministrada desde un lado de los bloques de núcleo al otro lado de los bloques de núcleo sin necesidad de proporcionar taladros en los bloques de núcleo puesto que al menos una de las segundas acanaladuras está conectada al menos a una de las segundas acanaladuras. Por ejemplo, las acanaladuras en los bloques de núcleo pueden ser cortadas en los bloques mediante el uso de una máquina cortadora o fresadora de control numérico por ordenador (CNC: computer numerical control). Adicionalmente, la resina endurecida que llena la red de distribución de resina ayuda a impedir la exfoliación de la estructura compuesta o la estructura en sándwich resultante.

Cuando la estructura compuesta es una parte de envoltura, tal como una semiparte de envoltura para una paleta de turbina eólica, los pasos a)-c) son realizados típicamente colocando primero una o más capas de fibras en la parte de molde y definiendo la superficie exterior de la estructura compuesta terminada, colocando después los bloques de núcleo encima de las capas de fibras y colocando finalmente una o más capas de fibras encima del bloque de núcleo y definiendo la superficie interior de la parte de envoltura.

La invención también proporciona aspectos más amplios, donde los bloques de núcleo son formables, o sea un bloque de núcleo que no tiene necesariamente segundas acanaladuras provistas en la segunda superficie del bloque de núcleo.

Así, según un aspecto más amplio de la invención, la invención proporciona el uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina, tal como un moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío, en la que el bloque de núcleo tienen una primera superficie y una segunda superficie, con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura y un fondo, siendo las primeras acanaladuras parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, y en la que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras.

Según un segundo aspecto más amplio, la invención proporciona un método para formar una estructura compuesta que comprende los pasos siguientes: a) proporcionar al menos un bloque de núcleo que tiene una primera superficie y una segunda superficie, con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura y un fondo, siendo las primeras acanaladuras parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, b) cubrir al menos una parte del bloque de núcleo con un material de fibras, c) colocar el bloque de núcleo cubierto en una estructura formadora que comprende una parte de molde y una bolsa de vacío, d) sellar la bolsa de vacío junto a la parte de molde para formar una parte interior de la estructura formadora, e) conectar una fuente de resina fluida no endurecida a fin de alimentar resina no endurecida a la red de distribución de resina, f) conectar el interior de la estructura formadora con al menos una salida de vacío, g) impulsar la resina no endurecida desde la fuente de resina no endurecida, a través de la red de distribución de resina y a la salida de vacío para llenar el interior de la estructura formadora y para impregnar el material de fibras, y h) endurecer la resina para formar una estructura compuesta, en la que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras.

Según un tercer aspecto más amplio, la invención proporciona una estructura compuesta que comprende: al menos un bloque de núcleo que tiene una primera superficie y una segunda superficie, con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura y un fondo, siendo las primeras acanaladuras parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo, un material de fibras que cubre al menos una parte del bloque de núcleo, y una resina endurecida que impregna el material de fibras y la red de distribución de resina, en la que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras, cuando no está impregnado por resina endurecida.

En lo siguiente, diversas realizaciones ventajosas son descritas. Las realizaciones son aplicables tanto a los aspectos primero, segundo y tercero de la invención así como a los aspectos más amplios de la invención.

En una primera realización según la invención, la primera altura es al menos el 75% del espesor del bloque de núcleo. Alternativamente, la primera altura es al menos el 80%, 85%, 90% o 95% del espesor del bloque de núcleo.

En una segunda realización según la invención, la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo está entre 0,3 y 5 mm, alternativamente entre 0,4 y 3 mm o alternativamente entre 0,5 y 2,5 mm. Se ha hallado que estas dimensiones proporcionan un movimiento apropiado de flexión para los bloques de núcleo. El espesor de los bloques de núcleo individuales puede variar según el espesor deseado de núcleo. Según una realización, el espesor de los bloques varía entre 20 y 35 mm.

Según una realización, el bloque de núcleo comprende un material celular tal como polímero celular. Por ejemplo, el polímero celular puede ser elegido del grupo de poliestireno, poliuretano, polietileno, polipropileno, poli(cloruro de vinilo) (PVC), acetato de celulosa, poliestireno o nylon. Alternativamente, los bloques de núcleo comprenden madera de balsa y/o hormigón.

5 La resina es elegida preferiblemente del grupo de éster vinílico, poliéster, resina epoxi o resina fenólica, acrílica o resina de bismaleimida.

Los bloques de núcleo pueden tener una rigidez variable para que la flexibilidad de los bloques sea variable también. Por ejemplo, si los bloques de núcleo están fabricados de PVC, la rigidez puede ser variada por la cantidad de polímero celular por metro cúbico. Típicamente, esta cantidad varía entre 80 y 100 kg/m³.

10 Según otra realización, las primeras acanaladuras en la primera superficie de los bloques de núcleo son sustancialmente paralelas.

15 En una realización según la invención, las primeras acanaladuras en la primera superficie del bloque de núcleo están extendidas sustancialmente transversales a las segundas acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo. O sea, las primeras acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo también pueden ser paralelas. Esto proporciona una solución sencilla particular, donde las primeras acanaladuras cruzan las segundas acanaladuras en muchos puntos.

20 Según una realización, el bloque de núcleo comprende adicionalmente un número de acanaladuras adicionales en la primera superficie, teniendo las acanaladuras adicionales una altura menor que la de dichas primeras acanaladuras. Las acanaladuras adicionales están dispuestas preferiblemente transversales a las primeras acanaladuras.

Según una realización ventajosa, las anchuras de las acanaladuras están entre 0,1 y 5 mm, alternativamente entre 0,2 y 3,5 mm o alternativamente entre 0,3 y 2,5 mm. Las acanaladuras de un bloque de núcleo pueden tener una separación mutua entre centros de entre 10 y 50 mm, alternativamente entre 12 y 40 mm y alternativamente entre 15 y 35 mm.

25 Según otra realización ventajosa, la altura de la parte de las primeras acanaladuras en la primera superficie que cruzan las segundas acanaladuras de la segunda superficie está entre 0,25 y 5 mm, alternativamente entre 0,3 y 3,5 mm o alternativamente entre 0,35 mm y 2,5 mm. O sea, la suma de la primera altura y la segunda altura menos el espesor de los bloques de núcleo debería estar en los intervalos anteriores.

30 En general, las acanaladuras deberían estar dimensionadas y dispuestas para permitir que resina impregne el material de fibras eficientemente antes del endurecimiento. Por ejemplo, es importante que la sección transversal de la parte de las acanaladuras en la primera superficie que cruzan las acanaladuras en la segunda superficie esté dimensionada apropiadamente para no suministrar la resina desde el lado superior al lado inferior de los bloques demasiado rápidamente o demasiado lentamente.

35 Según una realización alternativa, las segundas acanaladuras tienen un segundo fondo y la distancia entre el fondo de las segundas acanaladuras y la primera superficie del bloque de núcleo es de una dimensión tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las segundas acanaladuras. De ese modo, se proporciona un modo sencillo de proveer un bloque de núcleo que es flexible en ambas direcciones longitudinal y transversal. Por ejemplo, la segunda altura puede ser al menos el 75% del espesor del bloque de núcleo. Alternativamente, la segunda altura es al menos el 80%, 85%, 90% o 95% del espesor del bloque de núcleo. La distancia entre el fondo de las segundas acanaladuras y la primera superficie del bloque de núcleo puede estar, por ejemplo, entre 0,3 y 5 mm, alternativamente entre 0,4 y 3 mm o alternativamente entre 0,5 y 2,5 mm.

Como se describe en los documentos WO EP 0 831 987 y EP 0 1304 211, material de fibras puede ser provisto entre los bloques de núcleo individuales. Además, la pluralidad de bloques de núcleo individuales puede ser cubierta con un material de fibras adicional, antes de, o durante, la colocación en el molde.

45 Según una realización, una pluralidad de bloques de núcleo están dispuestos adyacentes entre sí. De ese modo, bloques individuales pueden ser usados para formar una parte mayor de núcleo y de tal modo una estructura compuesta más grande. Para obtener una distribución eficiente de resina líquida, al menos un número de las acanaladuras de un bloque dado de núcleo pueden estar alineadas con acanaladuras de un bloque adyacente de núcleo.

50 Las paredes laterales de las primeras acanaladuras y/o las segundas acanaladuras pueden ser divergentes, por ejemplo formadas como una acanaladura en u o una acanaladura en v. De ese modo, se proporciona un grado adicional de flexibilidad.

55 Según otra realización, la estructura compuesta a ser producida es una estructura oblonga, tal como una semiovoltura de turbina eólica, y tiene una dirección longitudinal y una dirección transversal, y en la que las primeras acanaladuras en la primera superficie de los bloques de núcleo están dispuestas sustancialmente en la dirección longitudinal. Por tanto, la parte de molde también es oblonga y las primeras acanaladuras están alineadas en

la dirección longitudinal de la parte de molde.

Según otra realización más, una inserción de fibras está colocada adicionalmente en la parte de molde, comprendiendo la inserción de fibras una pluralidad de capas de fibras y formando un estratificado principal, que en la estructura compuesta terminada constituye una sección de refuerzo extendida longitudinalmente. La estructura compuesta terminada, tal como una parte de envoltura de turbina eólica, puede comprender secciones de refuerzo adicionales tales como uno o dos estratificados principales extendidos en la dirección longitudinal de la parte de envoltura y/o refuerzos laterales o de borde.

Según una realización, un revestimiento de gel es aplicado a la parte de molde antes del paso a). De ese modo, el revestimiento de gel forma la superficie dura exterior de la estructura compuesta terminada. Además, la superficie interior de la parte de molde puede ser cubierta con una sustancia cerosa para impedir que la estructura compuesta se adhiera al molde. Alternativamente, una hoja de peladura puede ser usada.

Según otra realización, la resina es suministrada a la red de distribución de resina por vía de tubos de alimentación dispuestos a través de la estructura compuesta a ser producida, o sea los tubos de alimentación están dispuestos encima de los bloques de núcleo o, más precisamente, encima de las capas de fibras que definen el lado interior de la semienvoltura terminada. Los tubos de alimentación están dispuestos preferiblemente en la dirección longitudinal de la parte de molde. Los tubos pueden ser formados como los denominados perfiles omega con una abertura enfrentada a la estructura compuesta a ser producida.

Alternativamente, uno o más de los bloques de núcleo pueden comprender un accesorio de conexión, y un tubo de alimentación es insertado en el accesorio.

Según otra realización más, la salida de vacío comprende uno o más canales de vacío que están conectados a una fuente de vacío, con los canales de vacío estando dispuestos preferiblemente en la dirección longitudinal de la parte de molde. La salida de vacío puede comprender un número de canales de vacío dispuestos centralmente y/o canales de vacío dispuestos en los lados de la parte de molde.

Según una realización ventajosa, los canales de vacío están provistos de una membrana semipermeable que es sustancialmente permeable a los gases y sustancialmente impermeable a la resina. Por ejemplo, los canales de vacío pueden ser formados como una pieza de perfil con una abertura de rendija, con la membrana semipermeable estando dispuesta en la abertura. Los canales de vacío y/o los tubos de alimentación pueden ser parte de la bolsa de vacío.

Según una realización, una capa de arranque es colocada adicionalmente encima de los bloques de núcleo cubiertos. Por ejemplo, esta capa puede ser una hoja de peladura o una hoja metálica con agujeros. Por este medio, los tubos de alimentación de resina, los canales de vacío, las membranas semipermeables, la bolsa de vacío, etc. pueden ser eliminados fácilmente después de que el endurecimiento ha terminado arrancando la capa de arranque encima de la cual están colocados todos estos elementos. Por ejemplo, la capa de arranque puede tener la forma de una película perforada o una capa de fibras.

Descripción breve de los dibujos

La invención es explicada con detalle después con referencia a una realización mostrada en los dibujos, en los que

la Figura 1 es una vista esquemática de una parte de envoltura de turbina eólica, vista desde arriba,

la Figura 2 es un corte transversal esquemático a través de una parte de molde con capas de fibras y material de núcleo situados en la parte de molde,

la Figura 3 es una vista esquemática de un primer bloque de núcleo según la invención, visto en perspectiva,

la Figura 4 es un corte a lo largo de la línea A-A en la Figura 3,

la Figura 5 es el bloque de núcleo mostrado en la Figura 4, estando ligeramente flexionado,

la Figura 6 es un corte a lo largo de la línea B-B en la Figura 3,

la Figura 7 es una primera estructura compuesta según la invención,

la Figura 8 es una segunda estructura compuesta según la invención,

la Figura 9 es una vista esquemática de un segundo bloque de núcleo según la invención, visto en perspectiva,

la Figura 10 es un corte transversal esquemático a través de una disposición para realizar un método

según la invención, y

las Figuras 11a-h son cortes transversales esquemáticos que muestran como polímero líquido es distribuido en la inserción de fibras por el método según la invención.

5 Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra una parte 1 de envoltura de paleta de turbina eólica vista desde arriba. La parte de envoltura comprende una primera inserción 2 de fibras, también denominada el estratificado principal, que se extiende a lo largo de al menos una parte de la dirección longitudinal de la parte 1 de envoltura. El estratificado principal 2 funciona como una sección de refuerzo para la paleta terminada de turbina eólica.

10 El estratificado principal 2 se extiende desde la raíz 7 de paleta hasta el extremo 8 en punta. El estratificado principal es representado aquí como teniendo una anchura uniforme, sin embargo, típicamente el estratificado principal tiene una anchura variable y se hace más estrecho hacia el extremo 8 en punta de la parte 1 de envoltura. Para una paleta grande de turbina eólica, tal como la paleta LM61.5, las partes de envoltura pueden comprender adicionalmente una segunda inserción 3 de fibras, también denominada el estratificado principal pequeño. Adicionalmente, la parte 1 de envoltura puede comprender secciones de refuerzo, tales como inserciones de fibras, en un borde anterior 4 y un borde posterior 5 de la parte 1 de envoltura de paleta de turbina eólica, respectivamente.

La Figura 2 muestra una vista en corte transversal a través de una parte 110 de molde que tiene una cavidad de molde, en la que están colocadas un número de capas de fibras, partes de núcleo y secciones de refuerzo, estando estas partes incluidas en una parte terminada de envoltura de turbina eólica. La Figura 2 solo es usada para mostrar la colocación relativa de todas estas partes en una parte de envoltura de turbina eólica y un ejemplo de cómo disponer canales de entrada de resina y salidas de vacío. La parte de envoltura de paleta comprende una o más capas inferiores 114 de fibras impregnadas de resina y revestidas opcionalmente con un revestimiento de gel, que definen la superficie exterior de la parte de envoltura, y una o más capas superiores 113 de fibras impregnadas de resina y que definen la superficie interior de la parte de envoltura. La(s) capa(s) superior(es) 113 de fibras y la(s) capa(s) inferiores 114 de fibras están separadas por una inserción de fibras o estratificado principal 102 que comprende una pluralidad de capas de fibras impregnadas de resina, una primera parte 111 de núcleo y una segunda parte 112 de núcleo, así como un primer refuerzo 115 de fibras en un borde posterior 105 de la parte de envoltura y un segundo refuerzo 116 de fibras en un borde anterior 106 de la parte de envoltura.

La disposición para el proceso de moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío (VARTM) comprende un número de salidas de vacío, donde una primera salida 131 de vacío y una segunda salida 133 de vacío están situadas encima del estratificado principal 102 así como una primera salida adicional 160 de vacío y una segunda salida adicional 165 de vacío dispuestas en bordes o pestañas de la parte rígida 110 de molde, o sea en el borde anterior 104 y el borde posterior 105 de la parte terminada de envoltura de paleta, respectivamente.

La resina es suministrada por vía de un número de canales 125, 126 de canales de entrada de resina dispuestos encima del estratificado principal así como un número de primeros canales adicionales 170 de resina encima de la primera parte 111 de núcleo y un número de segundos canales adicionales 175 de resina dispuestos encima de la segunda parte 112 de núcleo.

La parte de envoltura es representada en la Figura 2 como teniendo un espesor uniforme. Sin embargo, típicamente la parte de envoltura es más gruesa alrededor del estratificado principal 102 y se hace más delgada hacia el borde anterior 104 y el borde posterior 105. La parte de envoltura es representada aquí como teniendo un solo estratificado principal pero puede comprender también un estratificado principal segundo o pequeño, en cuyo caso la parte de envoltura también comprende una tercera parte de núcleo.

La Figura 3 muestra un bloque 30 de núcleo según la invención, que puede ser usado para la parte de núcleo de una parte de envoltura de turbina eólica como se muestra en la Figura 1 o 2 o para una estructura en sándwich en general. Las Figuras 4 y 6 muestran cortes transversales del bloque de núcleo a lo largo de las líneas A-A y B-B, respectivamente.

El bloque 30 de núcleo comprende una primera superficie 35 y una segunda superficie 36. Un número de primeras acanaladuras 31 sustancialmente paralelas están formadas en la primera superficie 35. Los bloques 30 de núcleo están dispuestos típicamente tal que las primeras acanaladuras se extienden en la dirección longitudinal de la estructura compuesta o estructura en sándwich de la que son parte los bloques 30 de núcleo. Un número de segundas acanaladuras 32 están formadas en la segunda superficie 36 del bloque de núcleo. Las segundas acanaladuras 32 están dispuestas sustancialmente transversales a las primeras acanaladuras 31.

Además, un número de acanaladuras adicionales 33 están formadas en la primera superficie 35 del bloque de núcleo. Estas también están dispuestas transversales a las primeras acanaladuras 31. Como se muestra en las Figuras 3-6, las acanaladuras adicionales 33 pueden estar dispuestas en los mismos planos que las segundas acanaladuras 32. Sin embargo, esto no es necesario y las acanaladuras pueden estar desplazadas mutuamente en la

dirección longitudinal del bloque 30 de núcleo.

Las primeras acanaladuras 31 tienen una primera profundidad h_1 y las segundas acanaladuras 32 tienen una segunda profundidad h_2 mientras que el espesor total del bloque 30 de núcleo es dado por h . La distancia desde el fondo de las primeras acanaladuras 31 a la segunda superficie 36 del bloque 30 de núcleo es designada t (que es igual a h menos h_1). La distancia entre acanaladuras adyacentes es designada d , y las anchuras de las acanaladuras individuales son designadas w . Normalmente, las acanaladuras individuales tienen las mismas anchura y separación, sin embargo, estas dimensiones pueden variar para optimizar la distribución de resina líquida.

El bloque 30 de núcleo está fabricado de un material rígido ligero tal como madera de balsa o polímero celular, por ejemplo poli(cloruro de vinilo) (PVC) celular.

Las primeras acanaladuras 31 se extienden casi totalmente a través del bloque, tal que la distancia entre el fondo de las primeras acanaladuras 31 y la segunda superficie 36 es de un espesor t tal que el bloque de núcleo es flexible o plegable alrededor de ejes extendidos en la dirección longitudinal a lo largo de las primeras acanaladuras 31. La Figura 5 muestra un ejemplo del bloque 30 de núcleo que está encorvado alrededor de estos ejes. De ese modo, los bloques de núcleo pueden ser formados de acuerdo con la parte de molde, en la que están situados, y ser formados de acuerdo con la superficie de la cavidad de molde cuando un vacío es aplicado a la cavidad de molde.

Además, las segundas acanaladuras 32 pueden extenderse casi totalmente a través del bloque, tal que la distancia entre el fondo de las segundas acanaladuras 32 y la primera superficie 35 es de un espesor tal que el bloque de núcleo es flexible o plegable alrededor de ejes extendidos en la dirección transversal a lo largo de las segundas acanaladuras 32.

Las Figuras 7 y 8 muestran ejemplos de usar tales bloques de núcleo para estructuras en sándwich. La Figura 7 muestra una primera estructura en sándwich que comprende un primer bloque 40 de núcleo y un segundo bloque 50 de núcleo que están cubiertos por una primera capa 45 de fibras. La estructura en sándwich es representada con los lados del primer bloque 40 de núcleo y del segundo bloque 50 de núcleo contiguos entre sí. Sin embargo, los bloques de núcleo también pueden estar dispuestos con una separación mutua pequeña para distribuir resina. Preferiblemente, los bloques de núcleo individuales están dispuestos tal que las acanaladuras de un bloque de núcleo están alineadas con las acanaladuras del otro bloque de núcleo para obtener una distribución eficiente de resina durante el proceso de impregnación.

Las acanaladuras de los bloques 40, 50 de núcleo y la primera capa 45 de fibras son llenadas de resina endurecida, y la resina en las acanaladuras ayuda a impedir la exfoliación de la estructura en sándwich compuesta. Por supuesto, la estructura en sándwich también puede comprender solo un bloque de núcleo o comprender tres o más bloques de núcleo, y los bloques pueden tener espesores superficiales variables para obtener la forma deseada para la estructura compuesta.

La Figura 8 muestra una segunda estructura en sándwich. En esta realización, cada bloque de núcleo está cubierto por una capa separada de fibras. Así, la segunda estructura en sándwich comprende un primer bloque 60 de núcleo cubierto por una primera capa 65 de fibras y un segundo bloque 70 de núcleo cubierto por una segunda capa 75 de fibras. Estos dos bloques están cubiertos por una capa adicional 85 de fibras.

Cuando se fabrican estructuras compuestas grandes, tales como las partes de envoltura de turbina eólica mostradas en las Figuras 1 y 2, las partes de núcleo comprenden frecuentemente bloques de núcleo de materiales diferentes para optimizar el peso y la resistencia de la estructura compuesta. Por ejemplo, las partes de núcleo pueden comprender bloques de núcleo de madera de balsa y PVC celular, respectivamente.

Como la madera de balsa y el PVC celular tienen rigideces y densidades diferentes, la combinación de tales bloques de núcleo puede originar límites donde la resistencia de la estructura en sándwich es diferente en cada lado. Tales discontinuidades pueden originar debilidades locales debidas a líneas o áreas de tensión durante el uso de la estructura compuesta, especialmente si la estructura es una paleta de turbina eólica. Tales áreas con resistencia discontinua aumenta la probabilidad de efectos de alabeo de la estructura compuesta. Por tanto, los bloques de núcleo que forman límites con bloques de núcleo de un material o resistencia diferente están ahusados típicamente para obtener una transición gradual desde un tipo de material de núcleo a otro.

Tal bloque 30' de núcleo con una región ahusada 37' es representado en la Figura 9. Este bloque 30' de núcleo también comprende un número de primeras acanaladuras 31' sustancialmente paralelas formadas en una primera superficie 35' del bloque 30' de núcleo. Como con el bloque de núcleo representado en la Figura 3, el bloque de núcleo ahusado 30' también comprende un número de segundas acanaladuras 32' dispuestas transversalmente formadas en una segunda superficie del bloque 30' de núcleo. El bloque 30' de núcleo comprende adicionalmente un número de acanaladuras adicionales 33' dispuestas transversalmente formadas en la primera superficie 35' del bloque 30' de núcleo. La región ahusada 37' está ahusada con un ángulo α .

Por la Figura 9 se ve que la altura (h_1) de las primeras acanaladuras 31' y la altura (h) del bloque de núcleo pueden variar por ejemplo en la dirección transversal del bloque 30' de núcleo, mientras que la distancia (t) entre el fondo de las primeras acanaladuras 31' y la segunda superficie 36' del bloque 30' de núcleo es sustancialmente

constante. Por supuesto, pueden ocurrir pequeñas variaciones de fabricación.

Por ejemplo, las acanaladuras del bloque de núcleo pueden ser hechas cortando mediante el uso de una máquina cortadora o fresadora de control numérico por ordenador (CNC: computer numerical control). Las acanaladuras son representadas en las Figuras 3 a 9 como teniendo lados en ángulo recto, sin embargo, también pueden estar ligeramente ahusadas para ser más plegable o flexible en el otro sentido que el representado en la Figura 5.

La Figura 10 muestra un corte transversal a través de un molde para fabricar una semienvoltura de paleta para una paleta de una turbina eólica por medio de infusión por vacío. La figura muestra una parte maciza 210 de molde con una cara superior que coincide con la cara exterior de la semienvoltura de paleta terminada. Por razones ilustrativas, la cara superior de dicha parte 210 de molde es mostrada como siendo plana, pero es típicamente curva en la forma deseada de las semienvoltura de paleta. Primero, una sustancia cerosa es aplicada a la cavidad de molde de la parte 210 de molde para impedir que la semienvoltura se adhiera a la superficie. Subsiguientemente, un denominado revestimiento de gel es colocado sobre la cara interior de la parte 210 de molde, con dicho revestimiento de gel formando después el exterior de la semienvoltura de paleta terminada. Encima del revestimiento de gel es colocado un material de fibras que consta de una pluralidad de capas 214 inferiores, preferiblemente delgadas, de fibras, encima de las cuales es colocada una capa de distribución inferior 229. Una inserción 202 de fibras es colocada encima de la capa de distribución inferior 229 y las capas 214 de fibras. Una primera parte 211 de núcleo que funciona como un material de relleno o material en sándwich, tal como madera de balsa o PVC celular, es colocada adyacente a un primer lado de la inserción 202 de fibras, y una segunda parte 212 de núcleo es colocada adyacente a un segundo lado de la inserción 202 de fibras.

La inserción 202 de fibras funciona como una sección de refuerzo, también denominada un estratificado principal, de la paleta y se extiende en la dirección longitudinal de la parte de envoltura de paleta. La inserción 202 de fibras comprende una pluralidad de capas de fibras. La inserción 202 de fibras comprende una primera zona 221 en el primer lado de la inserción 202 de fibras y una segunda zona 222 en el segundo lado de la inserción 202 de fibras. La primera zona 221 y la segunda zona 222 están separadas en una dirección transversal de la parte de envoltura de paleta por una zona intermedia 220.

Un medio de distribución superior 223, en forma de un elemento de placa provisto de acanaladuras 224 para distribuir polímero líquido, es colocado encima de la zona intermedia 220 de la inserción 202 de fibras. El medio de distribución superior 223 también es denominado una "chistera" ("top hat") en lenguaje popular.

Un material de fibras en forma de una pluralidad de capas 213 superiores, preferiblemente delgadas, de fibras es colocada encima de la "chistera" 223, la inserción 202 de fibras y las partes de núcleo primera y segunda 211, 212. La resina puede ser suministrada por vía de un dispositivo para proporcionar polímero, que es colocado en la parte 210 de molde encima de las capas de fibras superiores 213, de modo que se extiende en la dirección longitudinal de la parte 210 de molde. El dispositivo para suministrar polímero incluye así una capa de arranque o una hoja 240 de peladura, por ejemplo en forma de una hoja metálica con agujeros, una primera salida de vacío o canal 231 de vacío provisto de una primera membrana semipermeable 232, una segunda salida de vacío o canal 233 de vacío provisto de una segunda membrana semipermeable 234 así como un número de canales 225 a 228 de entrada de resina.

La "chistera" 223 es colocada de modo que se superpone a la zona intermedia 220 del estratificado principal 202, y el primer canal 231 de vacío y el segundo canal 233 de vacío son colocados de modo que se superponen a la primera zona 221 y la segunda zona 222 del estratificado principal 202, respectivamente.

Por ejemplo, la capa de distribución inferior 229 puede ser fabricada de un material de núcleo poroso, por ejemplo madera de balsa o polímero celular, provisto de canales formados como rebajos en la superficie y extendidos en el plano de la capa de distribución, frecuentemente perpendiculares a la dirección longitudinal de la paleta. Sin embargo, los canales también pueden extenderse en cualquier otro ángulo posible comparado con la dirección longitudinal de la paleta. Alternativamente, la capa de distribución inferior 229 es una red o una esterilla de fibras con gran permeabilidad a la resina líquida. En la Figura 10, la capa de distribución inferior 229 es representada en una realización que se solapa con a todo el estratificado principal 202. Sin embargo, también es posible proporcionar dos capas de distribución diferentes que se solapan con la primera zona y la segunda zona, respectivamente, y que se extienden debajo de la zona intermedia 220 del estratificado principal 202. La importancia principal es que la capa o capas de distribución inferior están dispuestas tal que son capaces de hacer contacto con frentes de flujo de resina líquida que se propagan hacia abajo a través de la zona intermedia 220 y a través de la primera parte 211 de núcleo y la segunda parte 212 de núcleo, de modo que los frentes de flujo son atraídos debajo de la primera zona 221 y la segunda zona 222 del estratificado principal 202.

En la parte superior es colocada una bolsa de vacío hermética 250, formando junto con la parte 210 de molde una cavidad de molde o de modo equivalente una parte formadora con un interior. Además, canales de vacío, por ejemplo en forma de tubos de vacío perforados, pueden ser colocados en las pestañas, o sea los bordes, del molde. Adicionalmente, un número de canales de entrada (no mostrados) pueden ser dispuestos encima de la primera parte de núcleo y la segunda parte de núcleo, de modo equivalente que la realización mostrada en la Figura 2.

Las partes 211, 212 de núcleo pueden comprender cualesquiera de los bloques de núcleo mostrados en las Figuras 3 a 9 o una combinación de tales bloques y bloques de núcleo conocidos en la técnica. Como se describió previamente, los bloques de núcleo están provistos típicamente de canales extendidos en el plano de los bloques de núcleo perpendiculares a, y en la dirección longitudinal de, la semienvoltura de paleta. Los canales también pueden ser formados colocando bloques de madera de balsa sobre un paño permeable o red. Estos canales aseguran que el polímero líquido puede propagarse rápidamente en el plano de las partes de núcleo. Sin embargo, las partes de núcleo no necesitan ser madera de balsa o PVC celular sino que pueden ser de cualquier otro material con buenas cualidades de flujo. Por ejemplo, este podría ser una esterilla tejida holgadamente de fibras de vidrio o una estructura de red similar con gran permeabilidad y gran capacidad.

Típicamente, las partes 211, 212 de núcleo comprenden una combinación de bloques de núcleo de madera de balsa y PVC celular para optimizar el peso y la resistencia de la parte de envoltura de paleta.

Durante el proceso de llenar el molde, los canales de vacío primero y segundo 231 y 232 y posiblemente otros canales de vacío aplicados comunican con una fuente de vacío, y los canales 225 a 228 de entrada comunican con una fuente de polímero con polímero líquido. El vacío en los canales de vacío crea un vacío en toda la cavidad de molde entre la parte 210 de molde y la bolsa 250 de vacío, atrayendo por este medio resina a través de los canales 225 a 228 de entrada al interior de la cavidad de molde cuando el polímero se propaga a través de, e impregna, los materiales 213, 214, 202 de fibras así como las partes 211, 212 de núcleo. Cuando el endurecimiento es completado, la bolsa 250 de vacío y la hoja 240 de peladura son eliminadas junto con los canales 231, 232 de vacío y los canales 225 a 228 de entrada de resina.

Para los canales 225 a 228 de entrada de resina, pueden ser usadas piezas de perfiles en forma de Ω o tubos perforados conocidos por sí. Los canales de vacío también pueden ser formados como piezas de perfiles en forma de Ω o tubos perforados. Si se aplican tubos de vacío perforados, pueden ser reforzados por una pieza rígida helicoidal extendida dentro del tubo y que impide que se aplaste debido al vacío.

Sin embargo, el uso de canales de entrada de resina debajo de la bolsa 250 de vacío puede causar problemas puesto que la bolsa de vacío comprimirá los canales de entrada contra la capa de fibras o estratificado principal 202, lo que puede dejar huellas en estas capas de fibras o estratificado principal 202. Estas huellas pueden originar efectos de alabeo durante el uso subsiguiente de la paleta de turbina eólica, lo que podría significar reparaciones costosas de la paleta o incluso la sustitución de la paleta.

Tales problemas son reducidos o remediados completamente por la chistera 223. La chistera 223 equilibra o iguala esta presión en toda la superficie inferior de la chistera 223 y así impide la formación de huellas en el estratificado principal 202. La chistera 223 está ahusada hacia los lados de la chistera 223 para obtener una transición gradual entre materiales diferentes de la parte de envoltura terminada; siendo esto nuevamente para impedir la formación de límites con una rigidez o resistencia discontinua, minimizando así la probabilidad de los efectos de alabeo antes mencionados. Para mantener la chistera 223 lo más delgada posible, es fabricada usualmente de madera de balsa. Sin embargo, también podría ser fabricado de polímero celular. Las acanaladuras en la chistera 223 pueden tener cualquiera de las configuraciones mostradas en las Figuras 3 a 9. Sin embargo, también puede ser provista de primeras acanaladuras formadas en la superficie superior y extendidas en la dirección longitudinal y de segundas acanaladuras formadas en la superficie inferior y extendidas en la dirección transversal, con las superficies superior e inferior estando conectadas por un número de agujeros pasantes. Alternativamente, las acanaladuras pueden ser formadas equivalentes a las acanaladuras de los bloques de núcleo mostrados en las Figuras 3 a 9.

En la Figura 10 no se muestra pero el borde anterior y el borde posterior de la parte de envoltura de paleta tienen típicamente refuerzos de bordes de material de fibras como se muestra en la Figura 2.

Durante el proceso de llenar el molde, resina líquida fluye desde los canales 225 a 228 de entrada al interior de la cavidad de molde debido al vacío en la cavidad de molde definida por la parte 210 de molde y la bolsa 250 de vacío. Debido al vacío en toda la cavidad de molde, el polímero líquido es atraído tanto hacia el borde anterior como hacia el borde posterior de la parte de envoltura de paleta y al interior de la inserción 202 de fibras.

Las Figuras 11a-h muestran como el material de fibras del estratificado principal 202 es impregnado de resina líquida durante el proceso de llenar el molde. Antes del comienzo del proceso de llenar el molde, el aire es evacuado en la cavidad de molde por medio de los canales de vacío primero y segundo 231, 233 y posiblemente otros canales de vacío que, por ejemplo, pueden ser colocados en el borde anterior y/o el borde posterior de la parte de envoltura de paleta. La evacuación del aire crea un vacío que ha de entenderse como una presión negativa en la cavidad de molde.

La Figura 11b muestra esquemáticamente el comienzo del proceso de llenar el molde, donde los canales 225 a 228 de entrada están llenos de polímero líquido, indicado por las áreas sombreadas en gris. Al comienzo del proceso de llenar el molde, polímero líquido es dirigido a la chistera 223 cuya acanaladuras 224 son llenadas rápidamente de resina como se muestra en la Figura 11c. Después, el polímero se extiende lentamente hacia abajo a través del estratificado principal 202 como se muestra en la Figura 11d, puesto que el polímero líquido crea un frente ancho de flujo que se mueve hacia abajo a través de la zona intermedia 220. Al mismo tiempo, algo del polímero es

arrastrado al interior de la primera zona 221 y la segunda zona 222 hacia la primera membrana semipermeable 232 y la segunda membrana semipermeable 234, respectivamente.

Al principio del proceso de llenado, la resina es suministrada solo desde los canales 225 a 228 de entrada encima de la chistera 223 durante una cantidad predeterminada de tiempo, por ejemplo 30 minutos. Subsiguientemente, resina es suministrada adicionalmente desde canales adicionales de entrada de resina (no mostrados) dispuesto sobre la primera parte 211 de núcleo y la segunda parte 212 de núcleo, respectivamente, creando así frentes de flujo que se propagan a través de las redes de distribución de resina de estas partes de núcleo. Estos frentes de flujo son mostrados en ambos lados de la Figura 11d. Los canales adicionales de entrada de resina pueden estar dispuestos de modo equivalente que en la realización mostrada en la Figura 2.

Cuando los tres frentes de flujo llegan a la capa de distribución inferior 229 como se muestra en la Figura 11e, la resina se extiende rápidamente en esta y, por tanto, por debajo de la primera zona 221 y la segunda zona 222 del estratificado principal 202. Subsiguientemente, como se muestra en la Figura 11f, los frentes de flujo se mueven hacia arriba a través de la primera zona 221 y la segunda zona 222 y finalmente, como se muestra en la Figura 11g, forman formas en v deseadas que aseguran que no se producen bolsas de aire. Al final todo el estratificado principal 202 es impregnado como se muestra en la Figura 11f, después de lo cual el proceso de endurecimiento es iniciado.

La chistera 223 asegura que polímero líquido se propaga en el estratificado principal 202 con un frente de flujo relativamente ancho en el camino descendente a través de la zona intermedia 220, y la capa de distribución inferior 229 asegura un frente ancho de flujo en el camino ascendente a través de la primera zona 221 y la segunda zona 222. Como la anchura del estratificado principal es frecuentemente muchas veces la dimensión del espesor del estratificado principal, es asegurado que el frente de flujo de polímero ha de moverse en la distancia más corta posible, por lo que el tiempo de impregnación puede ser reducido. Como la resina solo necesita permanecer líquida durante un tiempo más breve, el tiempo subsiguiente de endurecimiento también puede ser reducido. De tal modo, el tiempo total para fabricar, por ejemplo, una paleta para una turbina eólica puede ser reducido sustancialmente, lo que significa que el tiempo total de producción puede ser reducido a menos turnos de trabajo que con métodos usados previamente. De tal modo, el coste global de producción puede ser disminuido sustancialmente.

Para asegurar que el frente de flujo de polímero solo se mueve lentamente de modo transversal en el estratificado principal 202 hacia la primera zona 221 y la segunda zona 222, el material del estratificado principal 202 puede estar estructurado de tal modo que tenga una permeabilidad mayor a través de las capas de fibras que en el plano de las capas de fibras.

Para asegurar que no se producen bolsas de aire durante el proceso de impregnación, es importante además que el espesor del estratificado principal 202 y la anchura de la zona intermedia 220 estén dimensionados mutuamente de modo apropiado.

Los canales 225 a 228 de entrada pueden ser dimensionados de modo que una gran cantidad de polímero líquido puede fluir a través de ellos. Al final del proceso de llenar el molde, la fuente de polímero puede ser cerrada antes de cerrar la fuente de vacío, por lo que los canales 225 a 228 de entrada pueden ser vaciados de polímero líquido más fácilmente. Esto reduce el desperdicio de polímero.

Los canales 231, 233 de vacío pueden ser formados por las membranas semipermeables 232, 234 y un paño, en los que material separador puede ser colocado en la forma de una red tridimensional o similar para asegurar que las membranas 232, 234 y el paño no se aplasten durante el proceso de llenar el molde, durante el que un vacío es establecido en los canales 231, 233 de vacío.

Ejemplo

Según un prototipo dado de una paleta de turbina eólica LM61.5, la anchura del estratificado principal difiere en la dirección longitudinal de la paleta. El estratificado principal tiene 850 mm aproximadamente de anchura y 42 mm aproximadamente de espesor en la parte más ancha y más gruesa, respectivamente. La anchura de la chistera también varía en la dirección longitudinal de la paleta y es 360-370 mm aproximadamente en la parte más ancha y 150 mm en la parte más delgada.

Los bloques de núcleo tienen las dimensiones siguientes: $w=1$ a $1,2$ mm, $d=30$ mm, $h_2=2,5 \pm 0,5$ mm, $\alpha=14$ grados y $t=1$ mm. Los bloques de núcleo tienen espesor variable h y, por tanto, la altura de las primeras acanaladuras también es variable. El solape entre las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras es igual a h_2 menos t y, de tal modo, es $1,5$ a $2,0$ mm.

Los ejemplos han sido descritos según realizaciones preferidas. Sin embargo, la invención no está limitada a estas realizaciones. Por ejemplo, la anchura y la altura de las acanaladuras individuales así como la distancia entre acanaladuras deberían ser dimensionadas para obtener el compromiso óptimo entre una distribución eficiente de la resina líquida durante el proceso de impregnación y una distribución de peso subsiguiente de la resina endurecida. También es claro que la superposición entre primeras acanaladuras y segundas acanaladuras debería ser optimizada para suministrar resina líquida desde la primera superficie a la segunda superficie con una velocidad deseada. Así, esta superposición no debería ser ni demasiado pequeña ni demasiado grande.

Lista de números de referencia

	1	parte de envoltura de paleta de turbina eólica
	2, 102, 202	estratificado principal/inserción de fibras
5	3	estratificado principal pequeño/inserción de fibras pequeña
	4, 104	borde anterior
	5, 105	borde posterior
	7	raíz de paleta
	8	extremo en punta
10	30	bloque de núcleo
	31	primeras acanaladuras
	32	segundas acanaladuras
	33	acanaladuras adicionales
	35	primera superficie
15	36	segunda superficie
	37'	región ahusada
	40	primer bloque de núcleo
	45	primera capa de fibras
	50	segundo bloque de núcleo
20	60	primer bloque de núcleo
	65	primera capa de fibras
	70	segundo bloque de núcleo
	75	segunda capa de fibras
	85	capa adicional de fibras
25	110, 210	parte de molde
	111, 211	primera parte de núcleo
	112, 212	segunda parte de núcleo
	113, 213	capa(s) superior(es) de fibras
	114, 214	capa(s) inferior(es) de fibras
30	115	primer refuerzo de fibras
	116	segundo refuerzo de fibras
	125-126	canales de entrada de resina
	150, 250	bolsa de vacío
	160	primera salida adicional de vacío
35	165	segunda salida adicional de vacío
	170	primer(os) canal(es) adicional(es) de entrada de resina
	175	segundo(s) canal(es) adicional(es) de entrada de resina

	220	zona intermedia
	221	primera zona
	222	segunda zona
	223	medio de distribución en forma de placa/chistera
5	224	acanaladuras
	225-228	canales de entrada de resina
	229	capa de distribución inferior
	231	primera salida de vacío
	232	primera membrana semipermeable
10	233	segunda salida de vacío
	234	segunda membrana semipermeable
	240	copa de arranque/hoja metálica con agujeros/hoja de peladura

REIVINDICACIONES

1. Un uso de un bloque (30) de núcleo para un proceso de impregnación de resina tal como moldeo por transferencia de resina ayudada por vacío, en el que
- 5 - el bloque (30) de núcleo tiene una primera superficie (35) y una segunda superficie (36), teniendo el bloque (30) de núcleo un espesor (h),
- estando un número de primeras acanaladuras (31) formadas en la primera superficie (35) del bloque (30) de núcleo, teniendo las primeras acanaladuras (31) un primera altura (h_1) y un fondo, y
- un número de segundas acanaladuras (32) formadas en la segunda superficie (36) del núcleo y que tienen una segunda altura (h_2),
- 10 - con las primeras acanaladuras (31) y las segundas acanaladuras (32) siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque (30) de núcleo, caracterizada porque
- la suma de la primera altura y la segunda altura (h_1+h_2) es mayor que el espesor (h) del bloque de núcleo, y en el que al menos una de las primeras acanaladuras (31) en la primera superficie (35) del bloque (30) de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras (32) en la segunda superficie (36) del bloque (30) de núcleo, y
- 15 - la distancia (t) entre el fondo de las primeras acanaladuras (31) y la segunda superficie (36) del bloque (30) de núcleo es de un tamaño tal que el bloque (30) de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras (31).
2. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según la reivindicación 1, en el que la primera altura (h_1) es al menos el 75% del espesor (h) del bloque (30) de núcleo.
- 20 3. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según la reivindicación 1 o 2, en el que la distancia (t) entre el fondo de las primeras acanaladuras (31) y la segunda superficie (36) del bloque (30) de núcleo está entre 0,3 y 5 mm, alternativamente entre 0,4 y 3 mm, o alternativamente entre 0,5 y 2,5 mm.
4. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el bloque (30) de núcleo comprende un material celular tal como polímero celular.
- 25 5. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las primeras acanaladuras (31) en la primera superficie (35) de los bloques (30) de núcleo son sustancialmente paralelas.
- 30 6. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las primeras acanaladuras (31) en la primera superficie (35) del bloque (30) de núcleo están extendidas sustancialmente transversales a las segundas acanaladuras (32) en la segunda superficie (36) del bloque (30) de núcleo.
7. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la anchura de las acanaladuras está entre 0,1 y 5 mm, alternativamente entre 0,2 y 3,5 mm o alternativamente entre 0,3 y 2,5 mm.
- 35 8. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las acanaladuras de un bloque (30) de núcleo tienen una separación mutua entre centros de entre 10 y 50 mm, alternativamente entre 12 y 40 mm y alternativamente entre 15 y 35 mm.
- 40 9. Un uso de un bloque de núcleo para un proceso de impregnación de resina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la altura de la parte de las primeras acanaladuras (31) en la primera superficie (35) que cruzan las segundas acanaladuras (32) de la segunda superficie (36) está entre 0,25 y 5 mm, alternativamente entre 0,3 y 3,5 mm o alternativamente entre 0,35 y 2,5 mm.
10. Un método para formar una estructura compuesta, comprendiendo los pasos siguientes:
- 45 a) proporcionar al menos un bloque de núcleo que tiene una primera superficie y una segunda superficie y que tiene un espesor (h), con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras un primera altura (h_1) y un fondo, y con un número de segundas acanaladuras estando formadas en la segunda superficie del núcleo y teniendo una segunda altura (h_2), con las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo,
- 50 b) cubrir al menos una parte del bloque de núcleo con un material de fibras,
- c) colocar el bloque de núcleo cubierto en una estructura formadora que comprende una parte de

molde y una bolsa de vacío,

d) sellar la bolsa de vacío junto a la parte de molde para formar una parte interior de la estructura formadora,

5 e) conectar una fuente de resina fluida no endurecida a fin de alimentar resina no endurecida a la red de distribución de resina,

f) conectar el interior de la estructura formadora con al menos una salida de vacío,

g) impulsar la resina no endurecida desde la fuente de resina no endurecida, a través de la red de distribución de resina y a la salida de vacío para llenar el interior de la estructura formadora e impregnar el material de fibras, y

10 h) endurecer la resina para formar una estructura compuesta, caracterizada porque

la suma de la primera altura y la segunda altura (h_1+h_2) es mayor que el espesor (h) del bloque de núcleo, y en la que al menos una de las primeras acanaladuras en la primera superficie del bloque de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras en la segunda superficie del bloque de núcleo, y en la que la distancia (t) entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras.

15

11. Un método según la reivindicación 10, en el que el bloque de núcleo tiene cualquiera de las características descritas en las reivindicaciones 2 a 9.

12. Un método según la reivindicación 10 o 11, en el que la estructura compuesta a ser producida es una estructura oblonga, tal como una semienvoltura de turbina eólica, y teniendo una dirección longitudinal y una dirección transversal, y en el que las primeras acanaladuras en la primera superficie de los bloques de núcleo están dispuestas sustancialmente en la dirección longitudinal.

20

13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que adicionalmente una inserción de fibras es colocada en la parte de molde, comprendiendo la inserción de fibras una pluralidad de capas de fibras y formando un estratificado principal que en la estructura compuesta terminada constituye una sección de refuerzo extendida longitudinalmente.

25

14. Una estructura compuesta que comprende:

- al menos un bloque de núcleo (40, 50, 60, 70) que tiene una primera superficie y una segunda superficie y que tiene un espesor (h), con un número de primeras acanaladuras estando formadas en la primera superficie del núcleo, teniendo las primeras acanaladuras una primera altura (h_1) y un fondo, y con un número de segundas acanaladuras estando formadas en la segunda superficie del núcleo y teniendo una segunda altura (h_2), con las primeras acanaladuras y las segundas acanaladuras siendo parte de una red de distribución de resina formada en el bloque de núcleo,

30

- un material de fibras (45, 65, 75, 85) que cubre al menos una parte del bloque de núcleo, y

- una resina endurecida que impregna el material de fibras y la red de distribución de resina, caracterizada porque

35

- la suma de la primera altura y la segunda altura (h_1+h_2) es mayor que el espesor (h) del bloque de núcleo, y en la que al menos una de las primeras acanaladuras (31) en la primera superficie (35) del bloque (30) de núcleo cruza al menos una de las segundas acanaladuras (32) en la segunda superficie (36) del bloque (30) de núcleo, y

40

- la distancia (t) entre el fondo de las primeras acanaladuras y la segunda superficie del bloque de núcleo es de un tamaño tal que el bloque de núcleo es flexible a lo largo de las primeras acanaladuras, cuando no está impregnado por resina endurecida.

15. Una estructura compuesta según la reivindicación 14 y cualquiera de las características descritas en las reivindicaciones 2 a 9.

45

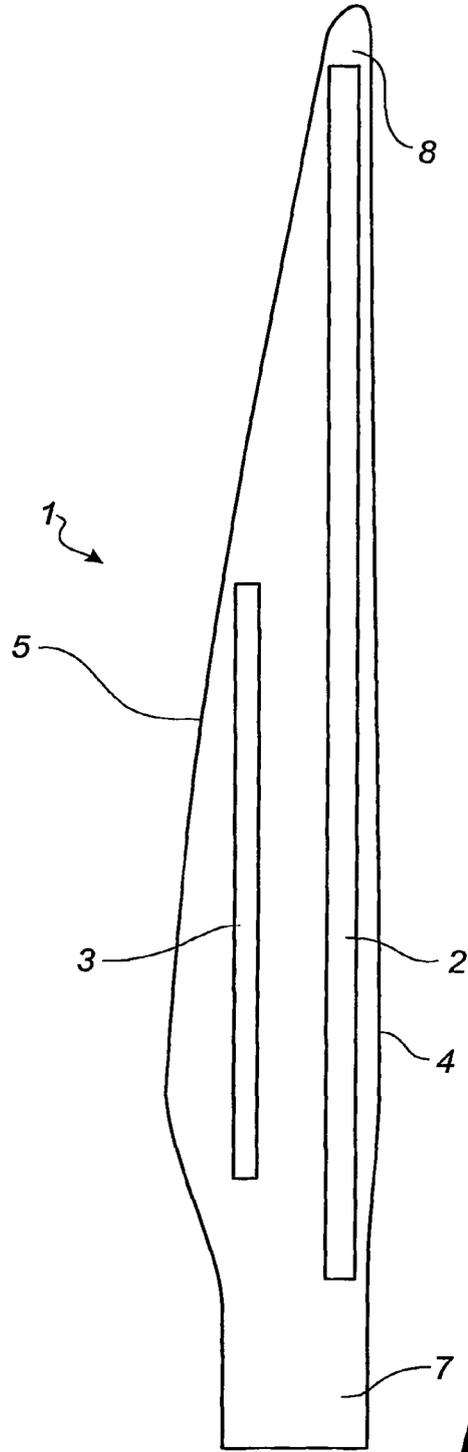


Fig. 1

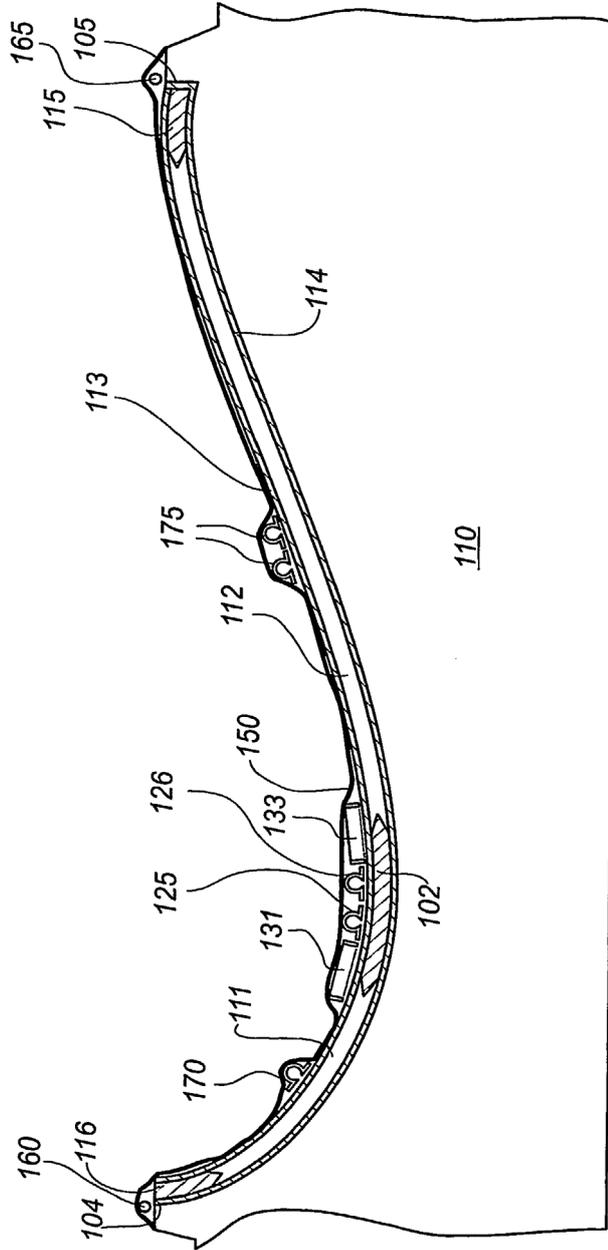


Fig. 2

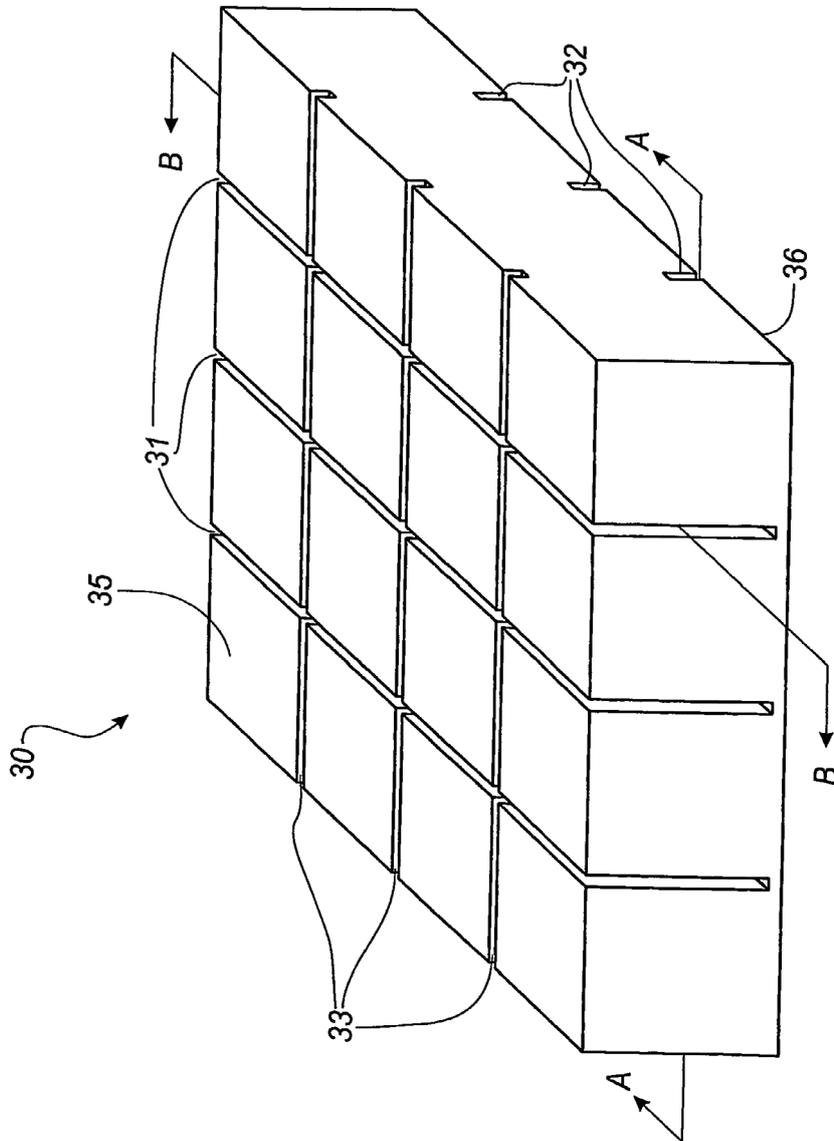


Fig. 3

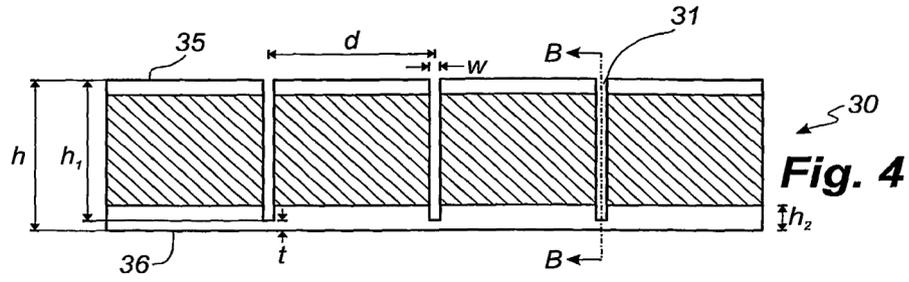


Fig. 4

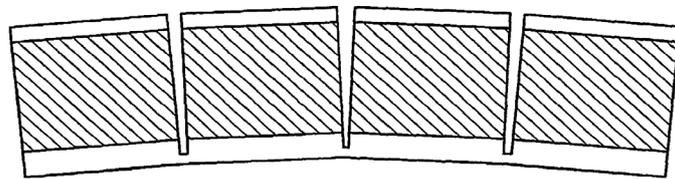


Fig. 5

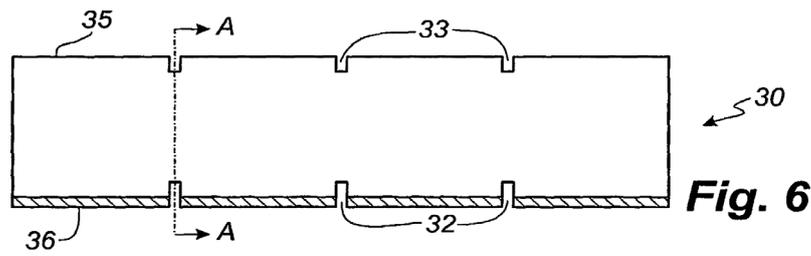


Fig. 6

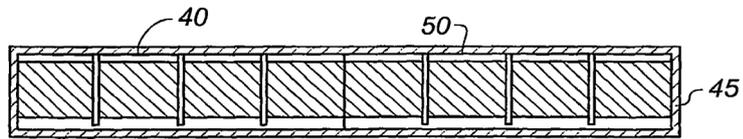


Fig. 7

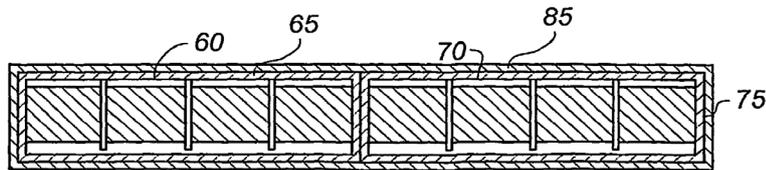


Fig. 8

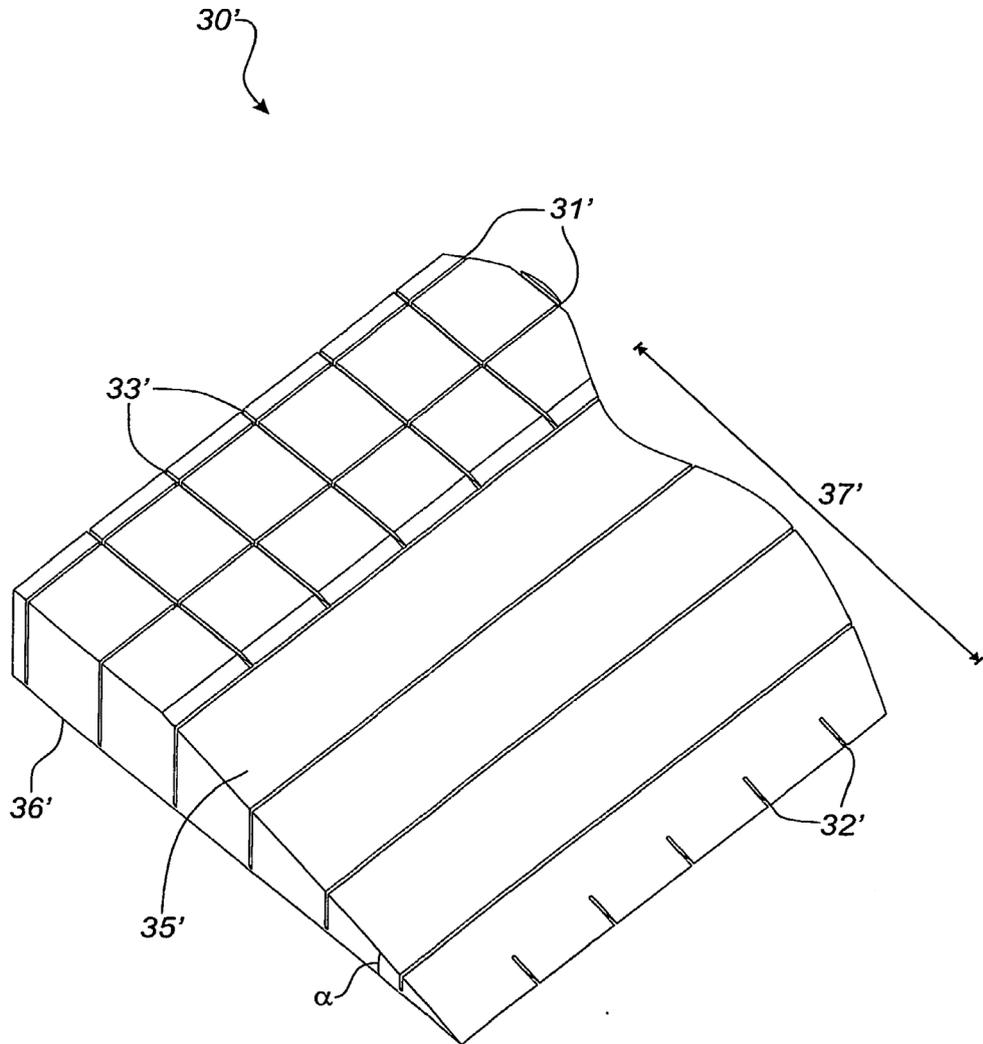
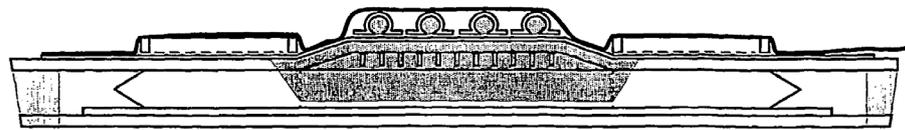
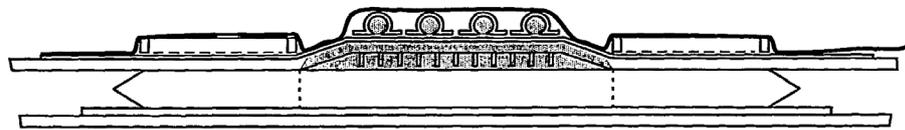
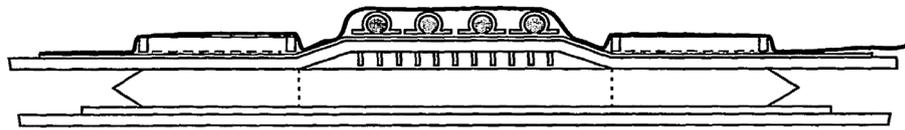
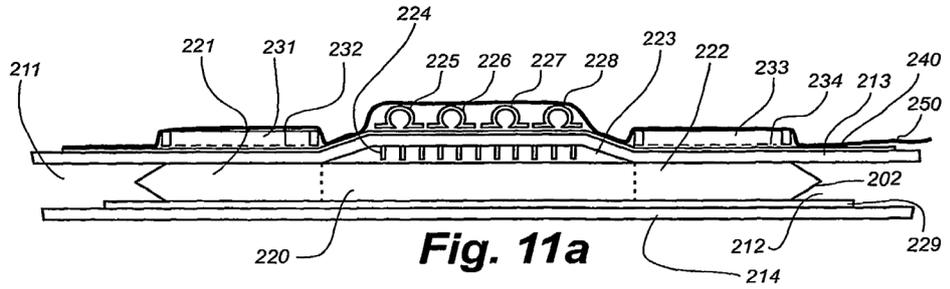


Fig. 9



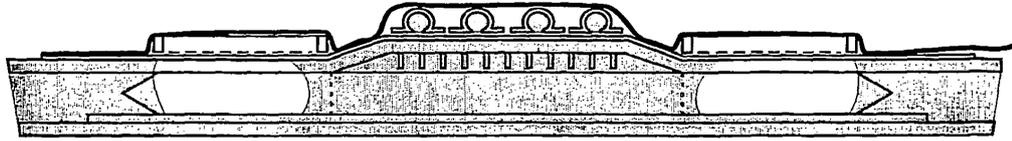


Fig. 11e

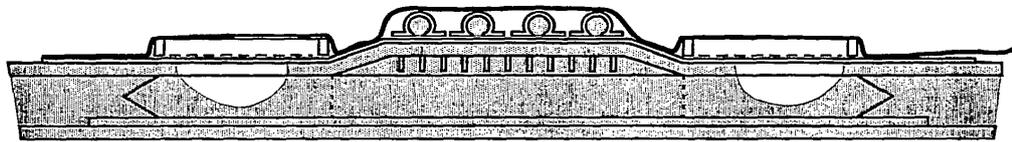


Fig. 11f

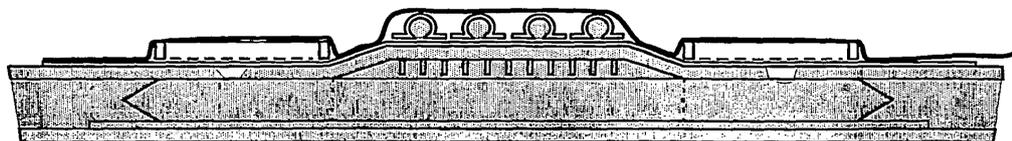


Fig. 11g

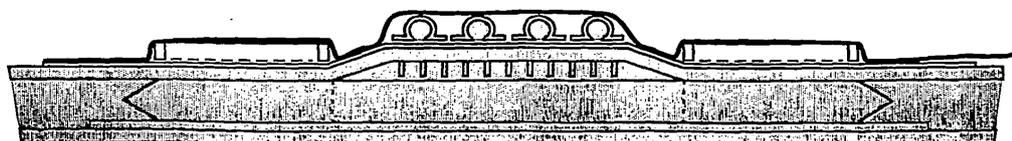


Fig. 11h