

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 128**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/34** (2006.01)  
**B29C 70/36** (2006.01)  
**B29C 70/30** (2006.01)  
**B29B 11/16** (2006.01)  
**B29C 65/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08718865 .2**  
96 Fecha de presentación: **26.03.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2125343**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54 Título: **Moldura de material compuesto reforzada con fibras y fabricación de la misma**

30 Prioridad:  
**29.03.2007 GB 0706198**  
**19.10.2007 GB 0720581**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.11.2012**

73 Titular/es:  
**GURIT (UK) LTD. (100.0%)**  
**ST CROSS BUSINESS PARK NEWPORT**  
**ISLE OF WIGHT PO30 5WU, GB**

72 Inventor/es:  
**BANNISTER, DAMIAN, JAMES y**  
**WATSON, GARY, RICHARD**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 391 128 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

Moldura de material compuesto reforzada con fibras y fabricación de la misma

La presente invención versa acerca de un procedimiento de fabricación de una moldura de material compuesto reforzada con fibras. En particular, la presente invención versa acerca de la fabricación de una moldura de material compuesto reforzada con fibras adecuada para grandes estructuras de material compuesto, tales como palas de turbina, puentes y cascos de buque.

La mayoría de los componentes de material compuesto reforzados con fibra para proporcionar un revestimiento de la superficie exterior para proporcionar un acabado estético y protector al componente. Tradicionalmente, tales componentes son pintados después del moldeo o se usa un revestimiento líquido (revestimiento de gel) dentro del molde con suficiente resistencia al entorno. En algunas aplicaciones se prefiere el pintado, especialmente cuando se precisa ensamblar entre sí múltiples piezas componentes y cualquier desalineación o cualquier línea de unión pueden ser ocultadas después mediante etapas de relleno y carenado para dar un acabado más uniforme. El pintado también puede resultar útil cuando no se ha definido el color final al comienzo de la construcción y las piezas pueden ser suministradas en un formato listo para ser pintado.

Un problema clave en el pintado de una pieza de material compuesto puede ser el de evitar que el patrón del refuerzo de fibras aparezca en la superficie final. Este problema es mayor cuando se usan fibras de refuerzo de mayor peso y menor costo para reducir el costo del material y el tiempo requerido para acumular el grosor del laminado. Es común usar una capa de fibra de vidrio más cara de menor peso o un tejido de acabado no estructural además de un revestimiento de gel para separar la pintura del refuerzo de fibra. Es práctica habitual aplicar en primer lugar una capa líquida de gel en el molde que, en este caso, está diseñado para que cualquier defecto sea fácil de lijar y de reparar antes de pintar. El revestimiento de gel proporciona una capa barrera resinosa entre la pintura y las primeras capas de fibras proporcionando un grosor suficiente para impedir que el patrón de fibras se vea en la superficie final. Si se aplica el laminado en el molde sin la capa barrera de gel, es común que la superficie final tenga defectos semejantes a hoyos. Los hoyos son un problema particular cuando se pinta, dado que pueden ser difíciles de encontrar en el moldeo inicial, pero, cuando se pinta la pieza, la pintura se reticula, formando un defecto mayor alrededor del agujero de alfiler que requiere repaso.

Incluso cuando se usa el revestimiento de gel, también ocurre a veces que algunos hoyos están presentes. Sería deseable contar con un procedimiento de fabricación que, de forma sustancial, eliminase por completo el problema de los hoyos.

Para aplicar una capa de gel a piezas mayores, tales como turbinas eólicas, embarcaciones marinas, molduras arquitectónicas y puentes, se precisan equipos adicionales, tales como máquinas de pulverización de una capa de gel y equipos de extracción o equipos de mezcla usados en combinación con aplicación con brocha o rodillo, para reducir defectos y lograr tasas razonables de deposición del revestimiento de gel. Después ocurre una demora temporal mientras se espera que el revestimiento de gel se endurezca parcialmente para que adquiera suficiente resistencia para que se añada al molde el laminado restante.

Los tres procedimientos principales de procesamiento de termoendurecimiento de material compuesto usados actualmente para la fabricación de palas de turbina son:

1. laminado en mojado (también denominado moldeo abierto): en este procedimiento, la resina termoendurecible puede endurecerse en condiciones ambiente, pero los instrumentos se calientan habitualmente hasta una temperatura elevada, 50-90°C, para acelerar el proceso de endurecimiento de la resina;
2. el uso de materiales preimpregnados y el material compuesto preimpregnado seco al tacto, del propio solicitante, comercializado con el nombre de producto SPRINT®. Tales materiales se endurecen normalmente a una temperatura elevada entre 85°C y 120°C; y
3. moldeo de transferencia de resina asistido por vacío (también denominado VARTM, infusión de resina o infusión al vacío): en este procedimiento se infunde resina líquida al vacío en un compuesto de fibras secas, y luego puede endurecer en condiciones ambiente, aunque los instrumentos (es decir, los moldes) se calientan habitualmente hasta una temperatura elevada entre 50 y 90°C para acelerar el proceso de endurecimiento.

El acabado superficial desempeña un papel importante en la eficiencia aerodinámica. Algunos fabricantes de palas aplican en el molde una capa de gel resistente a los fenómenos atmosféricos para que sea la capa final; otros fabricantes pintan las palas mediante pulverización con posterioridad. En cualquiera de los dos casos, es preciso que la superficie sea lisa y esté libre de defectos. En la actualidad, los fabricantes de palas pasan un tiempo considerable relleno y arreglando las superficies de las palas y, con la demanda creciente de palas de turbina, una solución para disminuir la cantidad de tiempo que cada pala pasa en el área de producción de acabado ahorraría tiempo, reduciría costes y aumentaría la capacidad de producción.

El VARTM es un procedimiento atractivo para la fabricación de palas, debido al reducido coste extra inicial de configuración del equipo, la mayor calidad del laminado y la salud y la seguridad. La práctica habitual para preparar una pala por VARTM para el pintado es aplicar en primer lugar una capa de gel en el molde para producir una capa separadora entre la pintura y el laminado reforzado con fibras para evitar defectos cosméticos. A continuación, esta  
 5 capa en el molde aumenta de viscosidad, formando una capa pegajosa, lo que es útil para fijar la primera capa de fibra de refuerzo seco, ya que es difícil fijar tejidos secos en la superficie desmoldeada del instrumento con los sistemas habituales de masilla adhesiva pulverizable o de cinta adhesiva usados en el resto del apilamiento de fibras. En piezas pequeñas que no requieren una adhesión significativa del tejido al instrumento, puede sustituirse el revestimiento de gel con tisús, que se impregnan de resina durante la infusión. Esto no resulta práctico para las  
 10 piezas mayores que son propensas a defectos causados por fugas de aire, que tienden a acumularse en estas capas e incluso por fugas de aire menores que requieren un importante repaso para preparar el componente para el pintado.

Aunque los sistemas de laminado en mojado y de resina por VARTM endurecen, en efecto, a condiciones ambiente en procedimientos de producción, los instrumentos se calientan a menudo hasta 50-90°C para acelerar el proceso de endurecimiento y mejorar las propiedades mecánicas finales. En este caso, es posible combinar una película catalítica de resina termoendurecible de la superficie con un sistema de resina endurecible en el ambiente para lograr un laminado coendurecido con un acabado superficial de alta calidad.  
 15

El documento WO 02/094564 da a conocer un material preimpregnado de película superficial que está diseñado para proporcionar una capa de resina que es fácil de preparar para ser pintada. Sin embargo, tales piezas preimpregnadas no son adecuadas para su uso en procesos de infusión de resina, que son usados de forma generalizada para fabricar piezas de material compuesto.  
 20

El documento WO-A-2000/056524 da a conocer un material compuesto reforzado con fibras que comprende una capa de fibras de refuerzo que tiene una primera matriz situada separada de una primera superficie del refuerzo de fibras hasta una profundidad solo parcialmente a través del refuerzo de fibras; y da a conocer una matriz de resina termoendurecible situada separada de una segunda superficie del refuerzo de fibras solo parcialmente a través del refuerzo de fibras. El primer material matricial puede ser un termoplástico o un material termoendurecible. Las matrices primera y segunda pueden ser iguales. La capa de fibras de refuerzo puede estar completamente mojada. También se da a conocer un procedimiento de fabricación de un material compuesto reforzado con fibras por medio del cual la capa de fibras de refuerzo y la primera matriz están rodeadas en una envolvente y se inyecta un segundo material matricial en la envolvente, siendo el segundo material matricial una matriz de resina termoendurecible, por medio de lo cual la segunda matriz se infunde en la segunda superficie de la capa de fibras de refuerzo. Sin embargo, esto no da a conocer cómo lograr una superficie de alta calidad lista para ser pintada.  
 25  
 30

El documento WO-A-02/28624 da a conocer una preimpregnación que comprende una capa central, una capa de refuerzo y una capa de acabado.  
 35

El documento EP-A-1625929 da a conocer un molde para fabricar un producto moldeado a partir de una preimpregnación que incorpora un forro que se adapta a la forma del molde.  
 40

Hay necesidad en la técnica de una moldura de material compuesto reforzada con fibras, y un procedimiento de fabricación de la misma, que puede ser fácilmente pintada para lograr un acabado superficial de alta calidad sin requerir una capa de gel.  
 45

Según la presente invención se proporciona un procedimiento de fabricación de una moldura de material compuesto reforzada con fibras según el procedimiento 1.  
 50

En una realización preferente de la presente invención se proporciona un material termoendurecible de moldura estructural reforzado con fibras que contiene una capa de resina de imprimación de superficie integrada con propiedades de aireación que permite una producción más rápida de piezas grandes pintadas de material moldeado. Da una superficie libre de defectos a partir de un tratamiento de infusión de resina que es fácil de preparar para el pintado.  
 55

La realización preferente de la presente invención proporciona un procedimiento de fabricación que elimina de forma sustancialmente completa el problema de los hoyos que se encuentra en los procedimientos conocidos, incluyendo el uso conocido de una capa de gel.  
 60

El propio material de la realización preferente de la presente invención contiene una capa de resina termoendurecible de la superficie, fibra de refuerzo seco y resina estructural termoendurecible. Se solapan las piezas con una capa de resina de imprimación de superficie para aumentar las propiedades totales de aireación del material y para lograr un acabado superficial libre de defectos cuando ha de formarse un componente grande a partir de muchas piezas solapadas de material para cubrir toda la superficie del molde. Este solapamiento puede estar en el intervalo entre 10 y 75 mm, siendo una dimensión preferente entre 20 y 40 mm. El solapamiento puede ser en una dirección o en dos direcciones orientadas mutuamente, que pueden ser ortogonales.  
 65

La capa de acabado, que opcionalmente está adherida a una capa de refuerzo seco de fibras para su uso en la producción de laminados de material compuesto según las realizaciones preferentes de la presente invención, es tolerante a la presión de manipulación y es lo suficientemente estable como para ser proporcionado en rodillos grandes sin que pierda sus propiedades de aireación. Proporciona una superficie de alta calidad directamente desde el molde que requiere únicamente un lijado mínimo antes de ser pintada. Se ahorran un tiempo y un costo considerables en el procedimiento de producción, dado que este material sustituye a la primera capa estructural y a la capa líquida de gel. El material no requiere ninguna operación de reducción de volumen para eliminar aire atrapado y endurece al mismo tiempo que el laminado estructural principal, ahorrando tiempo adicional en el procedimiento de fabricación.

En el procedimiento de las realizaciones preferentes de la presente invención se obtiene un buen acabado superficial sin la necesidad de tisús adicionales ni de tejidos delicados de alto coste, lo que permite que se use un refuerzo de mayor peso y menor coste como primera capa en el molde. Esto hace que el material sea particularmente adecuado para la producción de secciones de perfil aerodinámico de turbina eólica y de cualquier otro componente grande con curvatura simple, tal como embarcaciones marinas, radomos, molduras arquitectónicas y puentes. Un tejido de peso elevado o un material fibroso (una capa de fibras de al menos 600 g/m<sup>2</sup>) no son adecuados para partes más complejas, como hojas de puerta de automóviles, que requieren que el material se corte y que recubra características detalladas estrechamente.

Ahora se describirán realizaciones de la invención, únicamente a título de ejemplo, con referencia a las Figuras adjuntas, en las cuales:

la Figura 1 es una vista en corte transversal, en la dirección de la anchura del molde, de una disposición de una pluralidad de películas solapadas de acabado, formada en una primera etapa de una realización del procedimiento de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en corte transversal, en la dirección de la longitud del molde, de las películas de acabado de la Figura 1;

la Figura 3 es una vista en corte transversal, en la dirección de la anchura del molde, de las películas de acabado de la Figura 1 cubiertas de manera subsiguiente por dos primeras capas de refuerzos de tejido seco en una segunda etapa de la realización del procedimiento de la presente invención;

la Figura 4 es una vista en corte transversal, en la dirección de la longitud del molde, del conjunto de la Figura 3;

la Figura 5 es una vista en corte transversal, en la dirección de la anchura del molde, del conjunto de la Figura 3 cubierto subsiguientemente por refuerzos secos adicionales de tejido y un núcleo en una etapa subsiguiente de la realización del procedimiento de la presente invención;

la Figura 6 es una vista en corte transversal, en la dirección de la longitud del molde, del conjunto de la Figura 5; y

la Figura 7 es una vista despiezada en planta, parcialmente en líneas discontinuas, de una disposición de una pluralidad de películas solapadas de acabado y capas de refuerzos solapados de tejido seco formadas, siendo el solapamiento en cada caso en la dirección de la longitud del molde y en la dirección de la anchura del molde, según una realización adicional del procedimiento de la presente invención.

Según realizaciones preferentes de la presente invención, el procedimiento básico de fabricación de la moldura de material compuesto reforzada con fibras incluye las etapas de: preparar un molde y aplicar un agente de desmoldeo; colocar en el molde una capa de acabado que comprende una película de resina de acabado en forma de al menos una lámina sólida, con solapamientos preferentes entre segmentos adyacentes de la capa de acabado, proporcionándose opcionalmente la capa de acabado en combinación con una capa de refuerzo de tejido seco adyacente a la capa de acabado que está adherida de antemano a la capa de acabado;

colocar en el molde, sobre la capa de acabado, una capa estructural que comprende refuerzos estructurales de tejido seco, con solapamientos preferentes entre segmentos adyacentes de la capa estructural; colocar opcionalmente sobre la capa estructural refuerzos estructurales secos adicionales de tejido y material central;

colocar y conectar un sistema de infusión de suministro de resina;

tapar el molde con una capa desprendible, una película retirable, una malla opcional de infusión y una bolsa de vacío;

reducir el volumen del sistema bajo vacío total;

acondicionar el sistema a la temperatura de infusión de la resina para extraer el aire atrapado restante y para ablandar la película de resina de acabado;

crear un diferencial de presión en el sistema y usar el diferencial de presión para suministrar un compuesto resinoso al sistema para recubrir el refuerzo fibroso susceptible de ser infundido;

detener el suministro del compuesto resinoso al sistema;

mantener cierto diferencial de presión; y

dejar que el compuesto resinoso y la película de resina de acabado se asienten y se endurezcan.

Se describe una explicación más detallada de las etapas del procedimiento según una realización particular con referencia a las Figuras 1 a 6 de los dibujos.

## ES 2 391 128 T3

Las Figuras 1 y 2 muestran la distribución preferente de las capas de acabado dependiendo de su ubicación en un molde. Con referencia a las Figuras 1 y 2, tras preparar un molde y aplicar un agente de desmoldeo (no mostrado) a la superficie 10 del molde, se aplica a la superficie 10 del molde una capa 12 de acabado. La capa 12 de acabado comprende una capa resinosa 14 de acabado en forma de al menos una lámina sólida que está soportada sobre una  
5 capa 16 de material de malla para contribuir a la retención de resina de la superficie 10 del molde. Típicamente la capa 16 de malla es un material de poliéster, tal como un velo 16 de poliéster.

En la realización ilustrada, la capa 12 de acabado comprende una pluralidad de segmentos 106, 206, 306 de la capa de acabado ensamblados entre sí para formar una capa continua 12 de acabado en forma de varias láminas sólidas.

10 Cuando se ensambla la capa 12 de acabado sobre la superficie 10 del molde, se solapa un segundo segmento 206 sobre un primer segmento 106 en la dirección del molde a lo ancho, formando el solapamiento una porción inferior 107 de borde cubierto del primer segmento 106 y una porción superior 207 de borde cubriente del segundo segmento 206. A su vez, se solapa un tercer segmento 306 sobre el segundo segmento 206 en la dirección del molde a lo ancho, formando el solapamiento una porción inferior 208 de borde cubierto del segundo segmento 206 y una porción superior 307 de borde cubriente del tercer segmento 306. En consecuencia, las porciones opuestas 207,  
15 208 de borde, dirigidas longitudinalmente a lo largo del molde, del segundo segmento 206 tienen una relación de solapamiento, por encima y por debajo, respectivamente, con una porción 107, 307 de borde del segmento adyacente 106, 306 respectivo.

Aunque no se ilustra, si hay segmentos adicionales en la dirección a lo ancho, se repite esta configuración de solapamiento a lo ancho del molde para los sucesivos segmentos.

20 En la dirección de la longitud del molde es posible tener diferentes configuraciones de la capa de acabado. En muchas realizaciones, puede disponerse una longitud continua de la capa de acabado por toda la longitud del molde y, cuando ello es posible, esto puede resultar preferible, por ejemplo, a reducir el tiempo de colocación. En otras realizaciones alternativas, las capas de acabado pueden solaparse o colindar en la dirección de la longitud del molde.

25 Sin embargo, en esta realización particular, en la dirección del molde hay una relación colindante. Con referencia nuevamente a los dibujos, adyacente al primer segmento 106 hay un cuarto segmento 406. El cuarto segmento 406 colinda y está colocado a ras con el borde del primer segmento 106. En consecuencia, un quinto segmento 506 colinda con el cuarto segmento 406 y está colocado a ras con el borde del cuarto segmento 406.

30 Cada segmento 106, 206, 306, 406, 506 de la capa de acabado comprende un segmento 105, 205, 305, 405, 505 de la capa resinosa de acabado que está soportado sobre un segmento 104, 204, 304, 404, 504 de material de malla.

De nuevo, aunque no se ilustra, si hay segmentos adicionales en la dirección de la longitud, esta configuración colindante se repite por toda la longitud del molde para los eventos sucesivos.

35 Se disponen segmentos adicionales en el molde, en una relación de solapamiento en una dirección y en una relación colindante en otra dirección, para cubrir toda la superficie del molde. Por lo tanto, los varios segmentos 106, 206, 306, 406, etc. de la capa de acabado forman una capa continua segmentada 12 de acabado en forma de una pluralidad de láminas sólidas.

40 Es una realización alternativa puede haber tal relación de solapamiento para las películas de acabado en dos direcciones mutuamente orientadas, por ejemplo en la dirección de la longitud del molde, así como en la dirección a lo ancho del molde, que es ortogonal a la misma. Esto puede permitir que todos los bordes de la capa de acabado tengan una relación de solapamiento, salvo en los extremos del molde.

45 Con referencia a las Figuras 3 y 4, después de que se haya formado la capa 12 de acabado, se deposita sobre la capa 12 de acabado una capa estructural 22 que comprende al menos una capa 24, 26 de material fibroso de refuerzo para proporcionar, en la porción de la superficie 10 del molde, un ensamblaje, en forma de apilamiento laminar, de la capa 12 de acabado ya la capa estructural 22. El material fibroso seco de refuerzo puede seleccionarse de uno o más de fibra de vidrio, fibra de aramida, fibra de carbono, lino, yute o mezclas de los mismos.

50 Preferentemente, la al menos una capa 24, 26 de material fibroso de refuerzo está segmentada y colocada subsiguientemente sobre la capa 12 de acabado en una configuración segmentada solapada similar a la de la capa 12 de acabado para proporcionar una estructura con ventilación y permitir que el aire atrapado salga al exterior durante el tratamiento subsiguiente de infusión de resina.

En la configuración segmentada solapada, se sitúa un respectivo apilamiento de segmentos de capas 102, 103; 202, 203; 302, 303 de refuerzo seco sobre el respectivo segmento 106; 206; 306 de la capa de acabado.

Inicialmente, se dispone un apilamiento de segmentos de capas 102, 103 de refuerzo seco sobre el primer segmento 106 de la capa de acabado.

5 La capa 103 más inferior de refuerzo seco del primer segmento de apilamiento está conformada y dimensionada para cubrir la porción de la superficie superior del primer segmento 106 de la capa de acabado que está al descubierto y, por ello, colinda con la porción 207 de borde del segundo segmento 206. Se sitúa la siguiente capa 102 de refuerzo seco sobre la primera capa 103 de refuerzo seco y está conformada y dimensionada para cubrir la capa 103 más inferior de refuerzo seco y, por una porción 108 de borde de la siguiente capa 102 de refuerzo seco, la porción 207 de borde del segundo segmento 206.

Subsiguientemente, se dispone sobre el segundo segmento 206 de la capa de acabado un segundo apilamiento de segmentos de capas 202, 203 de refuerzo seco.

10 La capa 203 más inferior de refuerzo seco del segundo segmento de apilamiento está conformada y dimensionada para cubrir la porción de la superficie superior del segundo segmento 206 de la capa de acabado que está al descubierto y, por ello, colinda con la porción 307 de borde del tercer segmento 306, y también para cubrir la porción 108 de borde de la capa 102 de refuerzo seco. Se sitúa la siguiente capa 202 de refuerzo seco sobre la capa 203 más inferior de refuerzo seco y está conformada y dimensionada para cubrir la capa 203 más inferior de refuerzo seco y, por una porción 208 de borde de la siguiente capa 202 de refuerzo seco, la porción 307 de borde del tercer segmento 306.

15 Subsiguientemente, se dispone sobre el tercer segmento 306 de la capa de acabado un tercer apilamiento de segmentos de capas 302, 303 de refuerzo seco.

20 La capa 303 más inferior de refuerzo seco del tercer segmento de apilamiento está conformada y dimensionada para cubrir la porción de la superficie superior del tercer segmento 306 de la capa de acabado que está al descubierto y para cubrir la porción 208 de borde de la capa 202 de refuerzo seco. Se sitúa la siguiente capa 302 de refuerzo seco sobre la capa 303 más inferior de refuerzo seco y está conformada y dimensionada para cubrir la capa 303 más inferior de refuerzo seco.

Si hay segmentos adicionales al ancho del molde, se aplican en correspondencia apilamientos subsiguientes de segmentos de capas de refuerzo seco en una configuración de solapamiento.

25 En la dirección de la longitud del molde, como para la capa de acabado, es posible tener diferentes configuraciones de las capas de refuerzo seco. En muchas realizaciones, puede disponerse una longitud continua de la capa de refuerzo seco por toda la longitud del molde sobre la capa de cavado y, cuando ello es posible, esto puede resultar preferible, por ejemplo, a reducir el tiempo de colocación. En otras realizaciones alternativas, las capas de refuerzo seco pueden solaparse o colindar en la dirección de la longitud del molde.

30 Sin embargo, en esta realización particular, en la dirección a lo largo del molde, hay una relación colindante. Con referencia otra vez a los dibujos, el cuarto segmento 406 está cubierto correspondientemente por las capas 402, 403 de refuerzo seco que colindan y están situadas a ras con los bordes de las capas 102, 103 de refuerzo seco. De forma correspondiente, el quinto segmento 506 está cubierto por las capas 502, 503 de refuerzo seco que colindan y están situadas a ras con los bordes de las capas 402, 403 de refuerzo seco sobre el cuarto segmento 406.

35 De nuevo, aunque no se ilustra, si hay segmentos adicionales en la dirección a lo largo, se repite esta configuración colindante a lo largo del molde para los sucesivos segmentos.

Las capas estructurales de refuerzo seco están dispuestas en el molde sobre los respectivos segmentos de acabado, en una relación solapada en una dirección y en una relación colindante en otra dirección, para cubrir toda la superficie del molde. Esto forma una capa estructural continua segmentada 22.

40 En una realización alternativa, puede existir tal relación de solapamiento para las capas estructurales de refuerzo seco en dos direcciones orientadas mutuamente, por ejemplo en la dirección de la longitud del molde, así como en la dirección a lo ancho del molde, que es ortogonal a la misma. Esto puede permitir que todos los bordes de la capa estructural de refuerzo seco tengan una relación de solapamiento, salvo en los extremos del molde. La selección de la relación particular de solapamiento puede depender de la estructura y la composición de las capas de refuerzo de tejido seco y de la naturaleza particular y la aplicación final del artículo que se esté fabricando.

45 La provisión de tal relación de solapamiento para las capas estructurales de refuerzo seco en dos direcciones orientadas mutuamente puede ser proporcionada con cualquiera de las dos configuraciones de solapamiento para la capa de acabado dada a conocer en lo que antecede, es decir, solapándose la capa de acabado en una única dirección o en dos direcciones mutuamente orientadas.

50 La Figura 7 es una vista despiezada en planta, parcialmente en líneas discontinuas, de una disposición de una pluralidad de películas solapadas de acabado y capas de refuerzos solapados de tejido seco formadas, siendo el solapamiento en cada caso en la dirección de la longitud (x) del molde y en la dirección de la anchura (y) del molde, según una realización adicional del procedimiento de la presente invención. La película 700 de acabado incluye una pluralidad de segmentos 702 que se solapan en los bordes adyacentes 704, 706, orientados en dos direcciones ortogonales (x e y). Cada una de las tres capas apiladas 708, 710, 712 de refuerzo de tejido seco incluye una

pluralidad respectiva de segmentos 714, 716, 718 que también se solapan en bordes adyacentes 720, 722; 724, 726; 728, 730, orientados en dos direcciones ortogonales. Tal como se expone en el presente documento, en tal apilamiento de segmentos solapados, las capas de refuerzo de tejido seco son normalmente capas de refuerzo de tejido seco biaxiales y/o triaxiales.

- 5 Resultará evidente para una persona experta que la realización ilustrada incorpora dos capas estructurales de refuerzo seco, pero, si se desea, pueden emplearse menos o más capas y materiales centrales tales como madera y espuma.

10 En una realización alternativa, una primera capa de fibra de refuerzo puede ser adherida inicialmente, mediante pegamento, a los segmentos de la capa de acabado que se colocan en la superficie del molde. En consecuencia, las primeras capas dispuestas en el molde son capas de acabado integral de resina y de refuerzo de fibras. Esta realización puede reducir el tiempo total de colocación requerido para ensamblar todas las capas para formar el laminado en el molde.

15 Con referencia a las Figuras 5 y 6, a continuación puede disponerse al menos una capa adicional sobre la capa estructural 22. La al menos una capa adicional puede comprender, por ejemplo, un núcleo 101 de espuma y/o una o más capas estructurales adicionales 100 de refuerzo seco. Esto completo el apilamiento 30 de laminado, que ahora está listo para la infusión de resina, tal como se muestra en la Figura 6.

20 La realización ilustrada en las Figuras 1 a 6 incorpora preferentemente una estructura triaxial de refuerzo variación de refuerzo de tejido seco, en la cual las fibras de las capas estructurales de refuerzo seco están orientadas en tres direcciones axiales respectivas. Sin embargo, en realizaciones alternativas, la configuración de las capas estructurales de refuerzo de tejido seco puede ser diferente. Por ejemplo, los tejidos estructurales secos podrían ser unidireccionales (UD), biaxiales o triaxiales en su orientación. Los solapamientos de los tejidos secos existirían generalmente tanto en la dirección a lo ancho como a lo largo para las orientaciones biaxial y triaxial. En general, los tejidos unidireccionales (UD) se solapan en la dirección a lo ancho, mientras que en la dirección longitudinal tal solapamiento no es necesario y, generalmente, solo ocurriría si, durante la colocación del tejido en el molde, un rodillo de tejido se quedase corto y el tejido se acabase en medio del molde.

25 Acto seguido, se lleva a cabo la infusión de resina de una manera conocida para los expertos en la técnica. En particular, el conjunto de las capas de acabado, estructurales y adicionales en el molde se cubre, a su vez, con una capa desprendible, una película retirable, una malla opcional de infusión para aumentar la velocidad de impregnación en partes seleccionadas del laminado. Luego, se dispone todo el conjunto del molde en una bolsa de vacío. Se conecta a la bolsa un sistema de infusión de suministro de resina, teniendo la bolsa una toma corriente arriba conectada a una fuente de compuesto resinoso y una toma corriente abajo conectada a una fuente de vacío. Se aplica vacío a la bolsa con la toma corriente arriba cerrada, reduciendo con ello el volumen del sistema bajo vacío total. Si es necesario, se identifica y se repara cualquier fuga, si la hay. Se mantiene el vacío a un nivel deseado para acondicionar el sistema a la temperatura de infusión de la resina para extraer el aire atrapado restante y ablandar la película de resina de acabado. A continuación, se abre la toma corriente arriba, creando con ello un diferencial de presión en el sistema. El diferencial de presión actúa para suministrar un compuesto líquido resinoso al sistema procedente de la fuente de compuesto resinoso para recubrir el refuerzo fibroso. De esta forma, se infunde el compuesto resinoso completamente en las capas fibrosas de refuerzo seco. Se suministra al sistema suficiente resina estructural de infusión para impregnar completamente las fibras. Por último, se corta el suministro del compuesto resinoso al sistema y se aplica un vacío total al sistema. A continuación, la resina estructural de infusión aumenta de viscosidad y empieza a endurecerse después de un periodo de tiempo regido por la reactividad de la resina y la cantidad de calor aplicado al laminado. Puede aplicarse calor adicional durante la inyección de resina, o después, para acelerar el proceso de endurecimiento de la resina estructural y para activar el endurecimiento de la resina de la superficie.

35 Después de un endurecimiento completo de la resina estructural y de la resina de la superficie, se elimina el vacío, se abre la bolsa de vacío, se quitan la capa desprendible, la película retirable y la malla de infusión y se extrae el laminado del molde. La superficie del laminado, sustancialmente lista para ser pintada, comprende la resina endurecida de la superficie y la capa de malla.

40 La resina 14 de acabado se selecciona de tal manera que sea permeable al aire para proporcionar una vía adicional para la extracción del aire durante el proceso de evacuación. El grosor de la capa 12 de acabado se selecciona preferentemente para que sea de 100 - 400 micrómetros, más preferentemente de 100 - 300 micrómetros. Se ha descubierto que, dentro de este intervalo de grosor, puede hacerse que la resina 14 de acabado sea parcialmente permeable al aire. Si la capa resinosa 14 de acabado es demasiado delgada, no se obtiene una barrera de grosor suficiente entre el refuerzo de fibras y la pintura aplicada subsiguientemente, haciendo que aparezca potencialmente en la superficie de resina un patrón de las fibras subyacentes, denominado patrón impreso. Si la capa es demasiado delgada, esto puede llevar a que la fibra seca cercana a la superficie cause problemas cuando se lija la superficie antes del pintado. Las partículas resultantes de fibra de vidrio seca pueden quedar atrapadas en la herramienta abrasiva (por ejemplo, un disco) y son muy abrasivas, lo que puede llevar a marcas de arañazos que, a su vez,

requieren reiterados cambios de herramientas abrasivas y etapas adicionales de reparación de relleno y carenado antes del pintado.

5 El aire entre la superficie 10 del molde y la capa 12 de acabado puede pasar a través de la capa 12 de acabado y a las capas 102 y 103 de fibras secas más altamente permeables al aire para ser luego extraído por aspiración de la fuente de vacío. No es esencial que se proporcione en la capa superficial 12 una malla 16 que deje pasar el aire para que esté situada sustancialmente en la superficie 10 del molde. Sin embargo, el uso de una malla 16 proporciona la ventaja de que la pegajosidad de la resina 14 de la superficie es más consistente y depende solo de la formulación de resina de la resina 14 de la superficie, que se formula para dar el nivel deseado y consistente de pegajosidad. La malla fina 16 de poliéster dentro de la capa 12 de acabado sirve dos propósitos. En primer lugar, 10 contribuye a evitar que las fibras del refuerzo estructural de fibras entren en la capa 14 de resina de la superficie. Además, la capa de malla fina contribuye a evitar que la resina 14 de la capa 12 de acabado se reticule apartada de la superficie 10 del molde, dando una mejor calidad de acabado a la superficie del laminado resultante. La propia malla 16 de poliéster es fácil de lijar y no da como resultado partículas abrasivas que dañen la superficie.

15 Las capas de refuerzo seco proporcionan una o más vías de aireación muy permeables para eliminar el aire cuando se aplica el vacío al apilamiento de laminado. Dado que las piezas de material están solapadas, la capa superficial está ahora en conexión con la capa seca de fibras muy permeable al aire, lo que permite una vía de aire más directa y efectiva a la fuente de vacío. La zona de solapamiento permite una conexión más efectiva del refuerzo seco para dar una estructura de aireación muy permeable. La resina de la superficie continua evita que ocurran defectos en el punto de solapamiento del material. La zona es una característica importante de la presente invención, y es 20 necesaria para tejidos de peso mayor, por encima de 600 g/m<sup>2</sup>. Sin la zona de solapamiento, se reduce la zona de permeabilidad al aire en el tejido solapado, lo que lleva a defectos en los componentes más grandes.

Además de proporcionar un tampón de grosor para evitar la impresión de la fibra, la capa 14 de resina de la superficie proporciona una barrera protectora para reducir la entrada de humedad en el laminado. Las hebras de fibra, en particular de fibra de vidrio, próximas a la superficie pueden acelerar la entrada de humedad mediante un mecanismo de efecto mecha. 25

La resina 14 de la superficie puede ser endurecida y reducido su módulo mediante la incorporación de caucho, por ejemplo, en la resina. Esto es particularmente ventajoso, ya que contribuye a evitar grietas resultantes de cualquier desajuste en la expansión térmica entre la pintura, aplicada después, y el laminado. La resina de la superficie, formulada a medida, contribuye a mejorar los desconchones que ocurren en situaciones de impacto.

30 La configuración solapada de las capas 102, 103, 202, 203, 302, 303 de refuerzo seco proporciona una o más vías de aireación muy permeables para extraer aire cuando se aplica el vacío al apilamiento de laminado. Dado que las piezas de material están solapadas, la porción 207 de borde de la capa 206 de acabado está directamente en conexión con la capa 102 de fibra seca muy permeable al aire, que permite una vía aérea más directa y efectiva a la fuente de vacío en el tratamiento posterior, tal como se expone en lo que sigue.

35 La zona de solapamiento permite una conexión más efectiva entre las capas 102, 103, 202, 203, 302, 303 de refuerzo seco para dar una estructura de aireación muy permeable. Las capas continuas 106, 206, 306 de segmentos de acabado, que incluyen los segmentos 105, 205, 305 de la capa de resina de acabado, evitan que ocurran defecto en el punto de solapamiento del material.

40 Debido a la estructura de aireación, se extrae el aire atrapado mediante la aplicación de vacío al material y la capa de superficie curada está virtualmente libre de vacíos. Se ha descubierto que esta estructura resultante de superficie reduce la tasa de erosión del revestimiento.

45 La resina estructural de infusión y la resina de la superficie tienen viscosidad diferente. La viscosidad de la resina estructural se selecciona habitualmente para que sea menor que la de la resina de la superficie a la temperatura de infusión, para que la resina estructural pueda ser infundida fácilmente sin que el vacío trastorne la capa de resina de la superficie. La viscosidad de la resina de la superficie es mayor que la de la resina estructural para garantizar que la resina de la superficie queda más cerca de la superficie del molde para mantener el grosor de la capa superficial en el componente final.

La viscosidad de la resina y la diferencia de viscosidad entre la resina de la película de acabado y la resina estructural son características importantes de la presente invención.

50 Puede hacerse que materiales con diferentes perfiles de viscosidad funcionen regulando el ciclo de endurecimiento, con la condición de que exista una viscosidad diferencial entre la capa de resina de acabado y la resina estructural.

55 Se requiere que la película de acabado tenga una viscosidad mínima relativamente alta para evitar un empapamiento prematuro del refuerzo de fibra antes de la terminación de la etapa de infusión de resina. La viscosidad también debe ser suficiente alta para impedir que el refuerzo de fibra seca se mueva hasta la superficie. La viscosidad también debe ser suficiente elevada para garantizar que la capa de acabado permanezca como una capa coherente de resina durante el proceso de producción de material de moldura compuesto. Sin embargo la

viscosidad no debe ser demasiado elevada, si no la humectabilidad de la superficie del molde por parte de la resina de acabado puede ser inadecuada. La resina de acabado también debería tener un grado de flujo suficiente para permitir que la capa sólida de resina llene cualquier discontinuidad o vacío en los solapamientos entre los segmentos separados de la lámina de acabado cuando las capas de acabado son sometidas a un tratamiento de vacío antes del endurecimiento. La resina de acabado también debería tener una buena resistencia al flujo en frío para permitir que la capa sólida de resina en forma de lámina se almacene en un rodillo y tenga un tiempo de almacenamiento y una estabilidad del producto buenos. La resina de acabado también debería tener una buena resistencia a la abrasión (típicamente medida en un ensayo de abrasión de Taber) para permitir cierto grado de abrasión de la superficie, por ejemplo lijando la capa de imprimación de resina superficie antes de pintar, mientras se mantienen la dureza y la integridad superficiales.

Normalmente, la resina de acabado tiene una viscosidad entre  $0,1 \times 10^5$  y  $5 \times 10^5$  Pa·s medida a 20°C.

La resina estructural, en cambio, tiene una viscosidad inferior para permitirle ser fácilmente infundida al vacío en las capas de refuerzo fibroso seco.

Normalmente, la resina estructural tiene una viscosidad entre 0,1 y 2 Pa·s medida a 20°C, preferentemente entre 0,1 y 0,6 Pa·s.

En esta memoria, la viscosidad de resina de la resina estructural se mide usando un reómetro AR2000 de TA Instruments con un cono de 2° de aluminio de 40 mm de diámetro y un sistema de refrigeración Peltier. El experimento se llevó a cabo en las condiciones siguientes: un experimento de carrera de barrido de velocidad de cizallamiento a 20°C entre  $0,01 \text{ s}^{-1}$  y  $500 \text{ s}^{-1}$  con un intersticio de 57  $\mu\text{m}$ . La viscosidad del material se tomó como una media durante la región newtoniana entre 1-100  $\text{s}^{-1}$ .

En esta memoria, la viscosidad de resina de la resina de acabado se mide usando un reómetro AR2000 de TA Instruments con una chapa de acero de 20 mm de diámetro y un sistema de refrigeración Peltier. El experimento se llevó a cabo en las condiciones siguientes: un experimento de oscilación entre 40°C bajando hasta 0°C a 2°C/min con un desplazamiento controlado de  $1 \times 10^{-4}$  rad a una frecuencia de 1 Hz y un intersticio de 1000  $\mu\text{m}$ .

Además, la resina estructural tiene una viscosidad que le permite ser fácilmente infundida en condiciones de vacío que, en cambio, no provocan ninguna propagación ni flujo significativos de la resina de acabado. La resina de acabado debería tener una viscosidad que sea mayor que la de la resina estructural para que la resina de acabado no pueda humectar el refuerzo estructural antes que la resina de acabado (es decir, la resina de acabado debe ser lo suficientemente espesa como para lograr este efecto técnico), pero la viscosidad debería ser lo suficientemente baja para que la resina de acabado pueda presentar un grado menor de propagación y flujo sobre la superficie del molde y, por ello, pueda contribuir en la extracción de aire en el tratamiento de vacío (es decir, la resina de acabado debe ser lo suficientemente rala para lograr este efecto técnico).

Preferentemente, la proporción de la viscosidad, medida a una temperatura ambiente de 20°C, de la resina de acabado y de la resina estructural es de al menos 100/1, más preferentemente al menos 1000/1, aún más preferentemente al menos 10.000/1.

La resina estructural tiene una reactividad baja a la temperatura de infusión para permitir una completa impregnación de las capas de refuerzo fibroso seco. La resina de la superficie empieza a endurecerse después de que la resina de infusión empieza a endurecerse. Esto se logra mediante generación exotérmica de calor a partir de la resina de infusión que se está endureciendo que calienta la resina de la superficie para activar el mecanismo de endurecimiento y/o calentando el instrumento en el que se deposita la resina de la superficie. La resina de la superficie y la estructural siguen endureciéndose conjuntamente, al menos parcialmente, de manera simultánea, lo que promueve un alto grado de adhesión entre los diferentes materiales resinosos.

Preferentemente, la resina de la superficie se selecciona del grupo consistente en resinas de termoendurecimiento, tales como resinas epoxi, de éster cianato y fenólicas. Las resinas epoxi adecuadas incluyen éteres de diglicidilo de bisfenol A, éteres de diglicidilo de bisfenol F, resinas de novolac epoxi y éteres de N-diglicidilo, éteres de glicidilo, éteres alifáticos y cicloalifáticos de glicidilo, éteres glicidílicos de aminofenoles, éteres glicidílicos de cualquier fenol sustituido y mezclas de los mismos. También se incluyen mezclas modificadas de los polímeros termoendurecibles mencionados en lo que antecede. Estos polímeros son normalmente modificados mediante la adición de caucho o termoplástico. Puede usarse cualquier catalizador adecuado. El catalizador se seleccionará para que se corresponda con la resina usada. Un catalizador adecuado para su uso con una resina epoxi es un agente de endurecimiento de diciandiamida. El catalizador puede ser acelerado. Cuando se usa un catalizador de diciandiamida, puede usarse una urea sustituida como acelerador. Aceleradores adecuados incluyen diurón, monurón, fenurón, clortolurón, bis-urea de diisocianato de tolueno y otros homólogos sustituidos. El agente epoxi de endurecimiento puede seleccionarse de dapsona (DDS), diamino-difenil metano (DDM), complejo BF<sub>3</sub>-amina, imidazoles sustituidos, anhídridos acelerados, diamina de metafenileno, diaminodifeniléter, polieteraminas aromáticas, aductos de aminas alifáticas, sales de aminas alifáticas, aductos de aminas aromáticas y sales de aminas aromáticas.

- 5 El material de la superficie puede estar dotado de un agente de endurecimiento. Los agentes adecuados de endurecimiento pueden seleccionarse de caucho líquido (tales como cauchos de acrilato o caucho de acrilonitrilo terminado en carboxilo), caucho sólido (tal como caucho sólido de nitritos, o cauchos de núcleo-envoltura), termoplásticos (tal como poli(etersulfona), poli(imida)), copolímeros de bloque (tales como tribloques de estireno-butadieno-metacrilato) o mezclas de los mismos.
- 10 Preferentemente, la resina estructural se selecciona del grupo consistente en resinas de termoendurecimiento, tales como resinas epoxi, de éster cianato y fenólicas. Las resinas epoxi adecuadas incluyen éteres de diglicidilo de bisfenol A, éteres de diglicidilo de bisfenol F, éteres de glicidilo de cualquier fenol sustituido, un mayor peso molecular de cualquier de esas moléculas, resinas de novolac epoxi y ésteres de glicidilo, éteres alifáticos y cicloalifáticos de glicidilo, glicidilo de aminofenoles, amina de glicidilo y mezclas de los mismos.
- También pueden usarse diluyentes reactivos y no reactivos. Los diluyentes reactivos pueden incluir diluyentes reactivos mono y multifuncionales tales como el éter de glicidilo C12-C14 o el éter diglicidílico de butano diol. Los diluyentes no reactivos pueden incluir nonil fenol, alcohol furfurílico, ftalato de dibutilo, acetal de polimetilo.
- 15 También se incluyen mezclas modificadas de los polímeros termoendurecibles mencionados en lo que antecede, con modificadores tales como caucho líquido (tales como cauchos de acrilato o caucho de acrilonitrilo terminado en carboxilo), caucho sólido (tal como caucho sólido de nitritos, o cauchos de núcleo-envoltura), termoplásticos (tal como poli(etersulfona), poli(imida)), copolímeros de bloque (tales como tribloques de estireno-butadieno-metacrilato) o mezclas de los mismos.
- 20 Se seleccionará el agente o catalizador de endurecimiento de forma que se corresponda con la resina usada. Son agentes adecuados de endurecimiento aminas alifáticas, aminas cicloalifáticas, aminas aromáticas, poliamidas, amidoaminas, polisulfuros, anhídrido y cualquier aducto adecuado de los mismos. Un catalizador adecuado puede incluir ácido salicílico, aminas alifáticas terciarias y aminoetilpiperacina.
- 25 Un catalizador latente para ser usado con una resina epoxi es un agente de endurecimiento de diciandiamida. El catalizador puede ser acelerado. Cuando se usa un catalizador de diciandiamida, puede usarse una urea sustituida como acelerador. Aceleradores adecuados incluyen diurón, monurón, fenurón, clortolurón, bis-urea de diisocianato de tolueno y otros homólogos sustituidos. El agente epoxi de endurecimiento puede seleccionarse de dapsona (DDS), diamino-difenil metano (DDM), complejo BF<sub>3</sub>-amina, imidazoles sustituidos, anhídridos acelerados, diamina de metafenileno, diaminodifeniléter, polieteraminas aromáticas, aductos de aminas alifáticas, sales de aminas alifáticas, aductos de aminas aromáticas y sales de aminas aromáticas. Se prefieren los agentes de endurecimiento de aminas y anhídridos para dar baja viscosidad y endurecimiento a temperatura ambiente.
- 30 Las realizaciones preferentes de la presente invención permiten el uso, para formar un laminado de material compuesto que tiene una superficie lisa de alta calidad libre de defectos que puede ser pintada, de la combinación de (a) una resina de curado por termoendurecimiento de viscosidad relativamente elevada activada a baja temperatura, típicamente de 50°C y superior, más típicamente entre 50°C y 90°C, para formar una superficie del laminado de material compuesto con (b) una resina de curado por termoendurecimiento de viscosidad relativamente baja adecuada para un tratamiento de infusión de resina para formar, tras la infusión en un refuerzo de fibras situado adyacente a la resina de acabado, una estructura reforzada con fibras del laminado de material compuesto.
- 35 La película de resina de la superficie es fácil de lijar, si es necesario, para preparar la superficie del laminado para su pintado posterior.
- 40 Según las realizaciones preferentes de la presente invención, la resina de la superficie se formula para proporcionar las características deseadas correctas. En particular, la resina de la superficie tiene una viscosidad tal que pueda ser aplicada en un molde a aproximadamente la temperatura ambiente y muestra los niveles deseados de pegajosidad al molde y al recubrimiento. Puede suministrarse calor a la resina para iniciar o acelerar el endurecimiento, ya sea durante la etapa de infusión de la resina o tras su terminación.
- 45 En una producción de infusión al vacío de tasa de producción más elevada, se calienta el instrumental durante o después de la inyección de resina para acelerar la velocidad de endurecimiento. Esto ofrece la oportunidad de mezclar y endurecer conjuntamente estos materiales diferentes. Esto es normalmente una temperatura de 50-90°C para permitir el uso de instrumental de menor costo. El formato diana es una cura catalítica activada a baja temperatura (50°C).
- 50 Preferentemente, la capa de acabado contiene resina de acabado y un velo de poliéster. Durante la fabricación del material, en primer lugar se aplica el velo de poliéster a la parte superior de la resina de la superficie. Luego se aplica algo de presión para empujar el velo de poliéster a la parte superior de la resina de la superficie. Preferentemente, el velo de poliéster se sitúa en una posición dentro de la porción superior de la capa de resina de acabado, es decir, el valor de poliéster está cubierto por ambas caras por una porción respectiva de la capa de resina de acabado, con una porción mayor, es decir, una mayoría, en una cara que va a estar situada directamente adyacente a la superficie del molde. Si se integra también una primera capa de fibras en la capa de acabado y, en particular, en la superficie de la capa de acabado que va a estar situada alejada de la superficie del molde, la capa
- 55

de fibras es también prensada en la resina de la superficie para garantizar que el material de la superficie se mantenga integral con la capa de fibras y quede fijado a la misma.

5 En la presente invención, se prefiere que el espesor de la resina de la película de la superficie esté entre 100 y 400 micrómetros, más preferentemente entre 100 y 300 micrómetros. Se ha descubierto que la resina puede ser fabricada parcialmente permeable al aire dentro de este intervalo de grosores. Cualquier aire entre la superficie del molde y la capa de la superficie puede pasar a través de la capa de la superficie y a las capas de fibras secas más permeables al aire, para luego ser aspirado por la fuente de vacío.

10 La capa de acabado está estructurada y formulada para que las superficies opuestas presenten una pegajosidad diferencial. Hay una pegajosidad relativamente elevada en una superficie, la superficie que está prevista que, en uso, haga contacto con la superficie del molde y se adhiera a ella, y una pegajosidad relativamente baja en la superficie opuesta, la superficie que está prevista, en uso, para ser manipulada manualmente y que, por ello, es más fácil de manipular. Este diferencial de pegajosidad puede lograrse proporcionando el material de malla dentro de la lámina sólida de resina, pero desplazada relativamente hacia la superficie de pegajosidad menor. Esto significa que la pegajosidad del material es más consistente y dependiente únicamente de la formulación de resina de la resina de la superficie, lo que permite que sea formulada para dar el nivel deseado y consistente de pegajosidad. Además, el alto nivel de pegajosidad puede garantizar que pueda lograrse un grado elevado de humectabilidad de la superficie del molde, lo que hace que la capa de acabado quede uniformemente adherida a la superficie del molde en toda el área superficial de la película de acabado. A su vez, esto evita la reticulación de la capa de acabado desde la superficie del molde tras el endurecimiento de la resina. Además, el material de acabado es tolerante a la presión de manipulación, o a la presión generada cuando el producto se enrolla formando un rodillo. En consecuencia, el material de acabado usado en el procedimiento de la presente invención tiene un prolongado almacenaje a temperatura ambiente antes de su uso.

25 La malla fina de poliéster dentro de la capa de resina de acabado sirve dos propósitos. Contribuye a evitar que las fibras del refuerzo entren en la capa de resina de la superficie. La capa de tejido fino también contribuye a evitar que la resina de la capa de la película de resina de la superficie se reticule apartada de la superficie del instrumento, dando una mejor calidad de acabado. La propia malla de poliéster es fácil de lijar y no da como resultado partículas abrasivas que dañen la superficie. Además de proporcionar un tampón de grosor para evitar la impresión de la fibra, la capa de resina de la superficie proporciona una barrera protectora para reducir la entrada de humedad en el laminado. Las hebras de fibra de vidrio próximas a la superficie pueden acelerar la entrada de humedad mediante un mecanismo de efecto mecha. La resina de la superficie puede ser endurecida y reducido su módulo, lo cual es particularmente ventajoso, ya que contribuye a evitar grietas resultantes de cualquier desajuste en la expansión térmica entre la pintura y el laminado. La resina de la superficie, formulada a medida, contribuye a mejorar los desconchones que ocurren en situaciones de impacto.

35 Para estructuras de material compuesto que requieren un acabado pintado, las realizaciones preferentes de la presente invención pueden reducir el tiempo empleado y el costo de preparar un componente reforzado con fibras mediante moldeo de transferencia de resina asistido por vacío (VARTM) para su pintado y, además, puede mejorarse la durabilidad final del componente pintado. Cuando se usan procedimientos de VARTM para producir un componente de material compuesto reforzado con fibras, las realizaciones preferentes de la presente invención, para producir un acabado en la parte de material compuesto que fuese fácil de preparar para el pintado, pueden emplear una capa de superficie de termoendurecimiento activado por temperatura que pueda eliminar la necesidad de aplicar una capa de gel en el interior del molde para eliminar la pegajosidad, y esperar dicha eliminación, durante el procedimiento de fabricación. Las realizaciones preferentes de la presente invención pueden proporcionar una superficie de contacto flexible endurecida entre la pintura y la parte de material compuesto para mejorar la durabilidad del acabado final de la pintura.

45 El procedimiento de fabricación de las realizaciones preferentes de la presente invención combina tecnologías termofusibles y de infusión para crear un laminado de superficie libre de defectos lista para operaciones de pintado. Se coloca una capa de resina de superficie con una capa estructural de refuerzo de fibras (termofusible) contra el molde y se coloca sobre ella un diseño de material compuesto compatible con la tecnología de infusión para proporcionar una estructura de aireación y permitir que el aire atrapado salga durante el tratamiento. Los comportamientos reológicos de las resinas de termofusión e infusión son diferentes.

50 Las realizaciones preferentes de la presente invención también pueden proporcionar un grado de pegajosidad suficiente para retener la primera capa de refuerzo seco sobre la superficie del instrumento desmoldeado. Es particularmente adecuado para partes grandes tales como turbinas eólicas, puentes y cascos de busque.

55 Este procedimiento de las realizaciones preferentes de la presente invención es particularmente adecuado para la producción de secciones de perfil aerodinámico de turbina eólica y de cualquier otro componente grande con curvatura más simple, tal como embarcaciones marinas, radomos, molduras arquitectónicas y puentes usando tecnología de infusión.

Las realizaciones preferentes de la presente invención pueden permitir la fabricación de una estructura de material compuesto con una superficie libre de defectos que está lista para el pintado. Evitando la necesidad de una capa de

5 gel, no hay, en correspondencia, necesidad alguna de manipulación del revestimiento de gel, lo que mejora los aspectos de salud y seguridad del procedimiento de fabricación. En los procedimientos conocidos que emplean una capa de gel, el revestimiento de gel proporciona la ventaja de que proporciona pegajosidad para mantener en la debida posición sobre la superficie del molde la primera capa de refuerzo de fibras. Las realizaciones preferentes de la presente invención proporcionan la pegajosidad en ausencia de tal capa de gel, porque la capa de acabado proporciona la pegajosidad requerida para la primera capa de refuerzo para que pueda colocarse correctamente en el molde.

Las realizaciones preferentes de la presente invención pueden reducir el tiempo total de producción y la cantidad de mano de obra manual requerida para el ciclo de fabricación.

10 Además, en este procedimiento de fabricación de las realizaciones preferentes de la presente invención, se obtiene un buen acabado superficial sin la necesidad de tisús adicionales ni de tejidos delicados de alto coste en comparación con algunos procedimientos conocidos. Esto puede permitir que se use un refuerzo de mayor peso y menor coste como primera capa en el molde. La superficie resultante libre de defectos es el resultado fundamental que puede producir una reducción en el tiempo y la mano de obra totales requeridos para la producción de una  
15 superficie de material compuesto pintada.

La capa de resina de superficie también puede proporcionar una barrera protectora para reducir la entrada de humedad en la estructura de laminado de material compuesto. La resina de la superficie también puede actuar como un tampón, y su mayor dureza contribuye a reducir los desconchones accidentales de la pintura que pueden ocurrir en situaciones de impacto cuando el producto de material compuesto está en operación.

20 El procedimiento de la presente invención se basa al menos parcialmente en la constatación, por parte de los presentes inventores, de que mediante la combinación de dos tecnologías de suministro de resina pueden lograrse mejoras técnicas significativas tanto en la eficiencia como en la utilidad del procedimiento de fabricación de laminados de material compuesto. Para las personas con un dominio normal en la técnica de fabricación de laminados de material compuesto, los presentes inventores creen que la percepción convencional del procedimiento conocido de infusión en vacío es que pueden emplearse materiales resinosos de bajo coste que se endurecen a  
25 temperatura ambiente. En cambio, la percepción convencional del uso de preimpregnaciones es que se requiere y se produce un material caro de mayor calidad que necesita un endurecimiento a temperatura elevada y mejor gestión de la materia prima, debido al tiempo de almacenamiento limitado de la resina en la preimpregnación a temperatura ambiente. La inversión inicial para la producción de preimpregnaciones es más elevada debido a la  
30 necesidad de instrumental más caro de temperatura elevada y de enfriadores de almacenamiento para mantener el tiempo de almacenamiento de la preimpregnación. En la técnica de fabricación de laminados de materiales compuestos, los fabricantes tienden a seleccionar una vía de tratamiento particular y a quedarse con ella.

35 En los procedimientos conocidos de infusión de resinas, los materiales unidireccionales (UD) de refuerzo de fibras que son sometidos a la infusión de resina puede ser cosidos o unidos en un formato de tejido para dar una fibra manejable para ponerla en el molde. Sin embargo, este expediente añade un costo de fabricación y disminuye las propiedades del laminado resultante de material compuesto. Sin embargo, en realizaciones de la presente invención, el uso de una preimpregnación unidireccional (UD) es rentable, porque la resina de la preimpregnación mantiene el alineamiento de las fibras y, por ello, el procedimiento puede usar los precursores de fibras de menor costo y, pese a ello, dar propiedades de alto nivel en el laminado resultante de material compuesto. Por ejemplo, para fabricar una  
40 envoltura de pala de turbina según una realización de la presente invención se intercalan apilamientos UD de preimpregnaciones preconsolidadas con refuerzos secos de tejido desplazados con respecto al eje. Los refuerzos secos son entonces infundidos con resina líquida. La combinación del calentamiento del molde y de la reacción exotérmica de la resina líquida es suficiente para elevar el calor del laminado para activar el endurecimiento de la resina en el material preimpregnado UD. Este material UD es entonces grueso y lo bastante reactivo como para  
45 generar calor adicional mediante un endurecimiento exotérmico para endurecerse rápidamente sin necesidad de una aportación de calor elevado. Esto proporciona la ventaja técnica de que pueden utilizarse moldes e instrumentos de menor coste resistentes a temperaturas inferiores para endurecer las partes de laminado de material compuesto.

La presente invención se ilustra adicionalmente en el siguiente Ejemplo no limitante.

### Ejemplo 1

50 Se proporcionó un molde que tenía una superficie de molde como la mostrada en la Figura 1. Se aplicó un agente estándar de desmoldeo a la superficie del molde.

En este Ejemplo, la capa de acabado comprendía una resina epoxi. El material de resina de la capa de acabado tenía una viscosidad entre  $0,1 \times 10^5$  y  $5 \times 10^5$  Pa·s medida a 20°C, en particular un valor de medido  $1,02 \times 10^5$  Pa·s a 20°C.

55 Se suministró esta capa con un peso de 200 g por metro cuadrado. Sin embargo, puede emplearse un peso alternativo de 250 por metro cuadrado. En cualquiera de los dos casos, el grosor de la capa está entre 100 y 400 micrómetros.

Tal como se muestra en la Figura 1, se colocó en el molde un primer segmento 106 de la capa de acabado (200 g de material, 530 x 250 mm). A continuación, se colocó en el molde un segundo segmento 206 de la capa de acabado (200 g de material, 530 x 250 mm) con un solapamiento de 35 mm sobre el borde de 530 mm del primer segmento 106 de la capa de acabado en la dirección a lo ancho del molde, tal como se muestra en la Figura 1. Se colocó un segmento adyacente 406 de la capa de acabado (200 g de material, 530 x 250 mm) a ras con el extremo de la primera capa de acabado en la dirección longitudinal del molde, tal como se muestra en la Figura 2. Se aplicaron segmentos adicionales de la capa de acabado usando la configuración de solapamiento reiterado según se muestra en la Figura 1 hasta que se cubrió la anchura del molde. Luego se aplicaron segmentos adicionales de la capa de acabado usando la configuración a ras colindante reiterada hasta que se cubrió la longitud del molde, según se muestra en la Figura 2.

Por lo tanto, se cubrió toda la superficie del molde con una capa continua de acabado en forma segmentada.

Acto seguido, se aplicó la capa estructural seca sobre la capa de acabado. Se colocó un segmento de la capa del refuerzo seco 103 de tejido, que tenía fibras orientadas biaxialmente, sobre el primer segmento 106 de la capa de acabado, a ras con el lado del borde del molde y a ras con el borde del segundo borde de solapamiento del segmento 206 de la capa de acabado. Luego se colocó un segmento de la capa del refuerzo 102 de tejido, que tenía fibras orientadas uniaxialmente (es decir, unidireccionales (UD)), sobre el segmento previo de la capa del refuerzo 103, a ras con el borde izquierdo del molde y solapándose con el solapamiento del segmento 206 de la capa de acabado. Se alinearon los bordes del segmento con los bordes del segmento 106 de la capa de acabado, tal como se muestra en la Figura 3. Después, se colocó otro segmento de la capa del refuerzo seco 203 de tejido con un borde alineado con el borde de la capa de solapamiento del segmento 206 de la capa de acabado por debajo y el otro borde a ras con el siguiente borde de solapamiento del segmento 306 de la capa de acabado. Se colocó otro refuerzo seco de tejido con ambos bordes alineados con los bordes del segmento 206 de la capa de acabado debajo, tal como se muestra en la Figura 3. Se repitieron estas etapas hasta que se cubrió la anchura del molde con la primera capa de refuerzo estructural de fibras.

Se colocaron otros segmentos de la capa del tejido 102 y 103 de refuerzo por toda la longitud del molde con los bordes a ras, o alineados, con el segmento 106 de la capa de acabado. Se repitieron estas etapas hasta que se cubrió la longitud del molde, tal como se muestra en la Figura 4.

Se conectó un sistema de infusión de resina y el molde fue cubierto con una capa desprendible, una capa de una película retirable, una capa de una malla de infusión y una capa de bolsa de vacío.

Se puso todo el conjunto del molde bajo vacío total para reducir el volumen, lo que se realizó durante 10 minutos a temperatura ambiente.

A continuación, se sometió a todo el conjunto del molde a acondicionamiento a una temperatura mayor para extraer el aire atrapado restante y para ablandar la película de resina de acabado. La temperatura elevada fue de 50°C para un periodo de acondicionamiento de 1 hora.

Después, se llevó a cabo la infusión de resina. Se estableció un diferencial de presión por toda la longitud del molde mediante el control del vacío, y se usó el diferencial de presión para suministrar por infusión un compuesto resinoso a la estructura del laminado sobre la superficie del molde para recubrir el refuerzo fibroso. La resina estructural fue una resina epoxi disponible en el comercio, del solicitante, Gurit (UK) Limited, con el nombre comercial de resina Prime 20LV, con la adición del endurecedor lento Prime 20.

La resina estructural tuvo una viscosidad entre 0,1 y 2 Pa·s medida a 20°C, en particular un valor de 0,38 Pa·s medido a 20°C.

La infusión se llevó a cabo en un horno a una temperatura elevada de 50°C. Después del revestimiento completo de las fibras secas de la capa estructural, se detuvo el suministro del compuesto resinoso al laminado. Se mantuvo el diferencial de presión y se dejó que el compuesto resinoso asentara y se endureciera. El periodo de endurecimiento fue de 15 horas a una temperatura de 90°C.

Por último, se retiró el laminado del molde después de enfriar.

Se halló que el material compuesto resultante estaba libre de defectos superficiales después del desmoldeo.

La presente invención no está limitada al ejemplo anterior ni a las realizaciones ilustradas. Resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones a la presente invención sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de fabricación de una moldura de material compuesto reforzada con fibras, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 

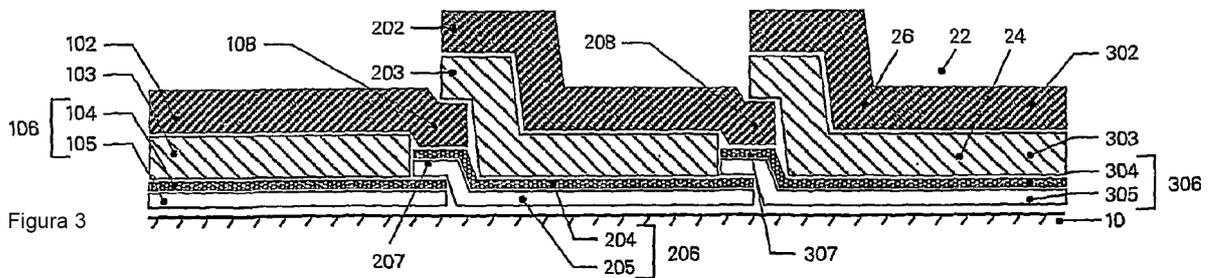
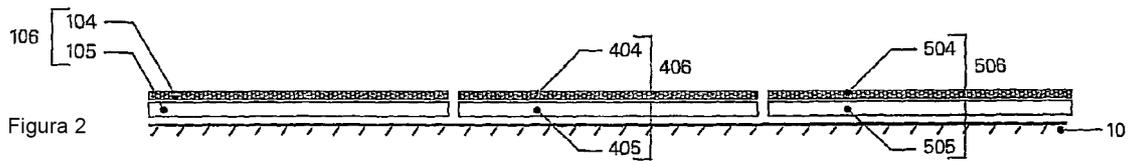
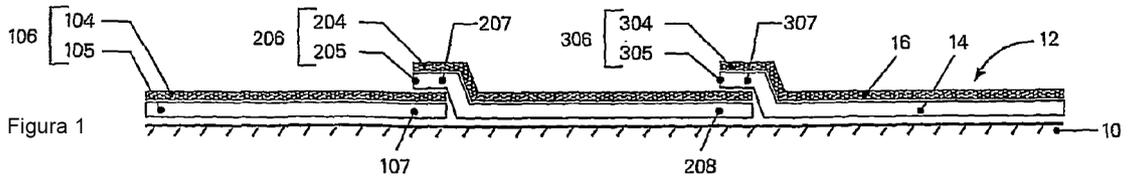
5           disponer una capa (12) de acabado sobre una porción de una superficie (10) de molde, comprendiendo la capa (12) de acabado un primer material resinoso (14) y teniendo la forma de al menos una lámina sólida, estando soportado el primer material resinoso (14) de la capa (12) de acabado en un soporte de material laminar (16), comprendiendo la capa (12) de acabado una pluralidad de segmentos (106, 206, 306) de la capa de acabado ensamblados entre sí para formar una capa continua (12) de acabado;

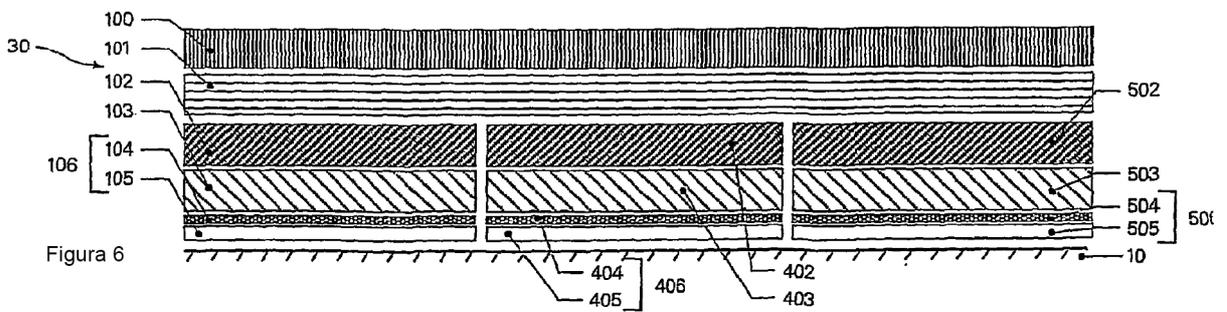
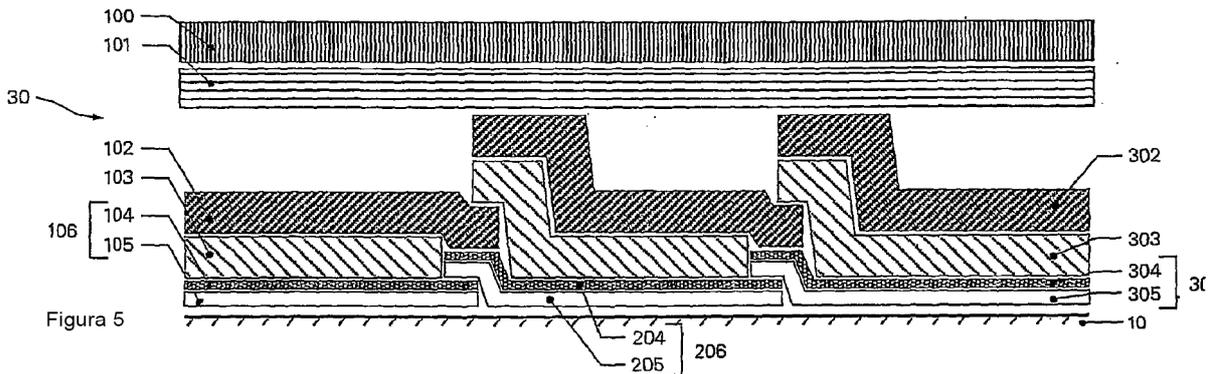
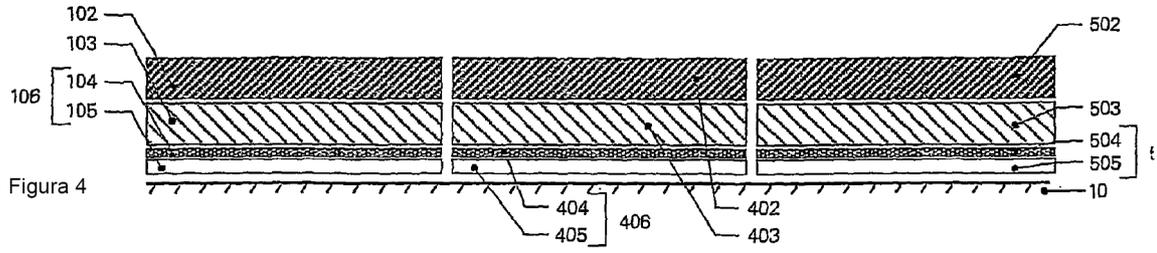
10           disponer al menos una capa (24, 26) de material fibroso de refuerzo sobre la superficie (12) de acabado para proporcionar, en la porción de la superficie (10) del molde, un ensamblado de la capa (12) de acabado y una capa estructura (22) que comprende la al menos una capa (24, 26) de material fibroso de refuerzo; aplicar el vacío al ensamblado;

15           en una etapa de moldeo por transferencia de resina asistido por vacío, infundir un segundo material resinoso fluido, al vacío, en la al menos una capa de material fibroso (24, 26) de refuerzo; y curar los materiales resinosos primero (24) y segundo para formar la moldura de material compuesto reforzada por fibras que comprende una porción de superficie formada desde la capa (12) de acabado laminada en una porción estructural formada desde la al menos una capa de material fibroso (24, 26) de refuerzo y el segundo material resinoso.
  
2. Un procedimiento según la reivindicación 1 en el que cada segmento (106, 206, 306) de la capa de acabado tiene al menos un borde (107, 207, 208, 307) del mismo que se solapa parcialmente sobre un segmento adyacente (106, 206, 306) de la capa de acabado, opcionalmente en el que el solapamiento entre los segmentos adyacentes (106, 206, 306) de la capa de acabado tiene una anchura entre 10 y 75 mm y/o en el que los segmentos (106, 206, 306) de la capa de acabado se superponen en los bordes opuestos.
  
3. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2 en el que el primer material resinoso (14) de la capa (12) de acabado tiene un grosor entre 100 y 300 micrómetros y/o el primer material resinoso (14) de la capa (12) de acabado tiene aplicado un gramaje entre 100 y 400 gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>).
  
4. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que el material laminar (16) de la capa (12) de acabado tiene un peso entre 10 y 90 g/m<sup>2</sup>, opcionalmente entre 20 y 50 g/m<sup>2</sup> y/o el material laminar (16) de la capa (12) de acabado comprende material polimérico o de malla de vidrio, opcionalmente material de malla de poliéster, opcionalmente también un material de malla de poliéster de filamentos fusionados.
  
5. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que el material laminar (16) de la capa (12) de acabado está situado en una primera cara, o próximo a la misma, de la capa (12) de acabado, opcionalmente en el que la primera cara de la capa (12) de acabado es remota a la superficie (10) del molde en la etapa (a) de disposición para que la mayoría del primer material resinoso esté entre el material laminar (16) y la superficie (10) del molde.
  
6. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que la al menos una capa (24, 26) de material fibroso de refuerzo comprende una pluralidad de segmentos (102, 103; 202, 203; 302, 303) de material fibroso de refuerzo ensamblados entre sí para formar una capa continua de material fibroso de refuerzo, opcionalmente en el que cada segmento (102, 103; 202, 203; 302, 303) de material fibroso de refuerzo tiene al menos un borde del mismo que se solapa parcialmente sobre un segmento adyacente (102, 103; 202, 203; 302, 303) de material fibroso de refuerzo, opcionalmente también en el que el solapamiento entre los segmentos adyacentes (102, 103; 202, 203; 302, 303) de material fibroso de refuerzo tiene una anchura entre 10 y 75 mm y/o en el que los segmentos (102, 103; 202, 203; 302, 303) de la capa de acabado se superponen en los bordes opuestos.
  
7. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que el primer material resinoso (14) y el segundo material resinoso se endurecen al menos parcialmente de forma simultánea en la etapa (e) de curado.
  
8. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que el primer material resinoso (14) y el segundo material resinoso tienen viscosidades diferentes, opcionalmente en el que el primer material resinoso (14) tiene una viscosidad mayor que la del segundo material resinoso a temperatura ambiente (20 grados centígrados), opcionalmente también en el que la proporción de la viscosidad, medida a una temperatura ambiente de 20°C, del primer material resinoso (14) y del segundo material resinoso es al menos 100/1, opcionalmente también de al menos 1000/1, y opcionalmente además de al menos 10.000/1.
  
9. Un procedimiento según la reivindicación 8 en el la etapa (e) de curado del segundo material resinoso está adaptada para iniciar su endurecimiento antes que el primer material resinoso (14), opcionalmente en el que la etapa (e) de curado se lleva a cabo a una temperatura elevada por encima de la temperatura ambiente, opcionalmente también en el que la etapa (e) de curado se lleva a cabo a una temperatura entre 40 y 90 grados centígrados y/o también opcionalmente en el que en la etapa (e) de curado la reacción de

endurecimiento del segundo material resinoso es exotérmica, lo que genera calor, lo que acelera el endurecimiento del primer material resinoso (14).

- 5
- 10.
- 10
- 15
10. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que la capa (12) de acabado está previamente fijada a una capa (24) del material fibroso de refuerzo, en el que la capa (12) de acabado y al menos una capa (24, 26) de material fibroso de refuerzo están dispuestas sobre una porción de una superficie (10) del molde en una etapa común, opcionalmente en el que la capa (12) de acabado está previamente fijada a una capa (24) del material fibroso de refuerzo por medio de un fijador.
11. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que el primer material resinoso (24) de la capa de acabado tiene una viscosidad entre  $0,1 \times 10^5$  y  $5 \times 10^5$  Pa·s medida a 20°C y opcionalmente en el que la porción de la superficie (10) del molde en la que se dispone la capa (12) de acabado tiene una temperatura en la etapa (a) de aproximadamente la temperatura ambiente, y el primer material resinoso de la capa (12) de acabado se adhiere directamente a la porción de la superficie (10) del molde y/o en el que el segundo material resinoso tiene una viscosidad entre 0,1 y 2 Pa·s medida a 20°C, opcionalmente entre 0,1 y 0,6 Pa·s medida a 20°C.





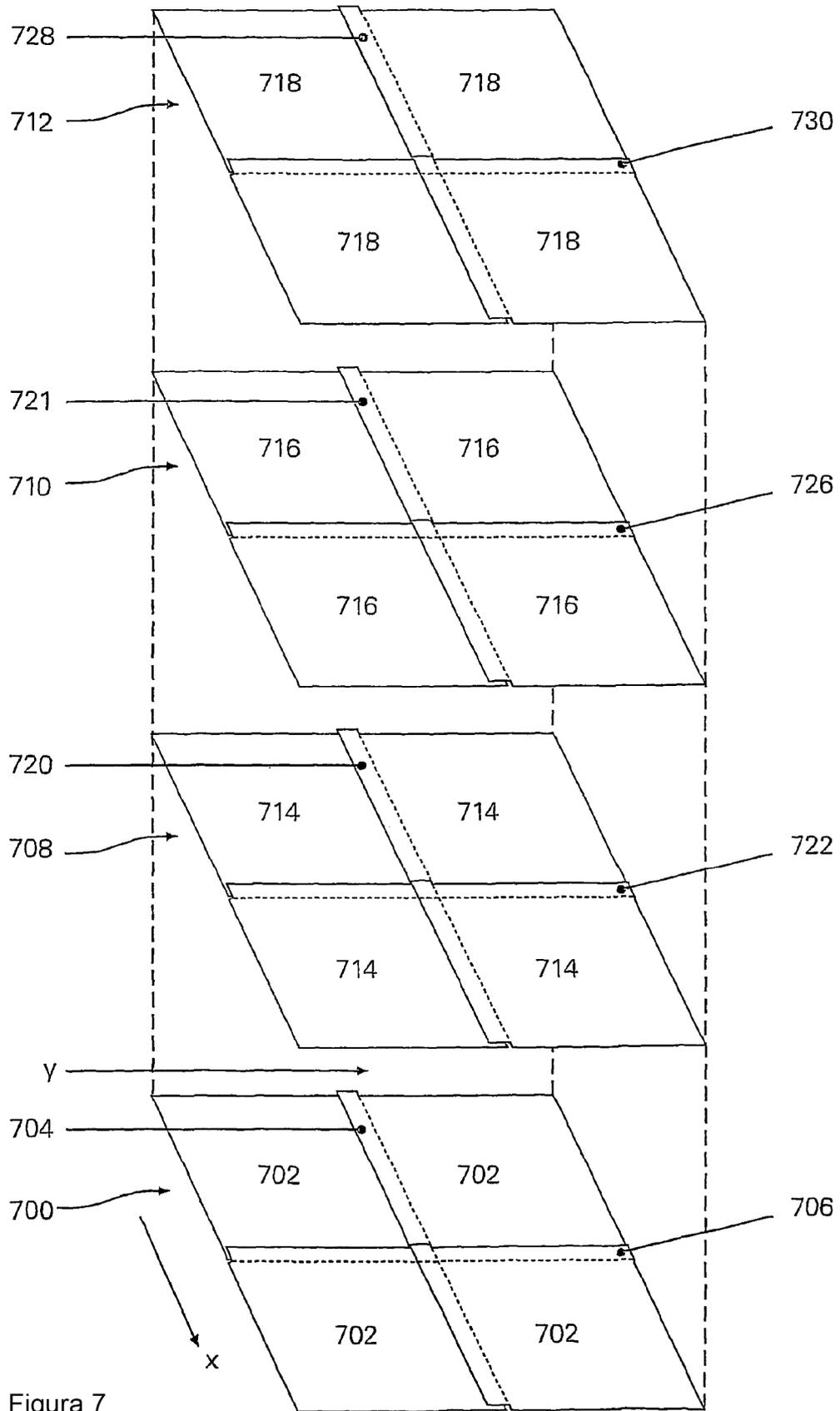


Figura 7