



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 336 902**

51 Int. Cl.:
B29C 70/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03250938 .2**

96 Fecha de presentación : **15.02.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1338406**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2003**

54 Título: **Materiales de moldeo y método para formar tales materiales.**

30 Prioridad: **19.02.2002 GB 0203823**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.04.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.04.2010

73 Titular/es: **Hexcel Composites Limited
Duxford
Cambridge CB2 4QD, GB**

72 Inventor/es: **Ellis, John**

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 336 902 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).

ES 2 336 902 T3

DESCRIPCIÓN

Materiales de moldeo y método para formar tales materiales.

5 La presente invención se refiere a materiales de moldeo compuestos de resina y fibra de refuerzo en los que la resina está sólo parcialmente impregnada en la fibra.

10 Los materiales de moldeo se suministran normalmente en un rollo continuo aunque también pueden suministrarse en forma de hojas precortadas. En cualquier caso, el material puede acumularse en múltiples capas sobre una superficie de moldeo configurada, solo o en combinación con resina complementaria, y después procesarse (por ejemplo, mediante la aplicación de calor y presión) para formar estructuras fuertes ligeras de peso, por ejemplo, para su uso en la formación de paneles o secciones de cuerpo o componentes de la industria aeroespacial, de automoción, de energía eólica u otros contextos.

15 El material de refuerzo fibroso puede impregnarse parcial o totalmente con la resina en la preforma, dando esto como resultado el denominado semimpregnado o preimpregnado. El material fibroso puede comprender de manera ventajosa cabos con fibras unidireccionales, es decir, que se extienden principalmente en una dirección común, ya que esto facilita la fabricación de laminados fuertes de alta integridad mecánica adecuados para la producción de estructuras relativamente largas, grandes y gruesas tales como palas eólicas.

20 Los semiimpregnados en los que el material fibroso está sólo parcialmente impregnado con resina con el fin de dejar una superficie externa "seca", es decir, una superficie con fibras libres no impregnadas con resina, puede facilitar de manera ventajosa una liberación inmediata de aire atrapado durante el proceso lo que minimiza el volumen total de huecos y el consiguiente debilitamiento mecánico del producto acabado. Sin embargo, existe el problema de que una alineación unidireccional de las fibras secas expuestas en la superficie externa tiende a ser interrumpida durante la manipulación, corte y acumulación con la consiguiente reducción de la integridad mecánica del producto acabado. Por otra parte, se pueden producir residuos fibrosos contaminantes.

30 La interrupción de la alineación de fibras puede evitarse con preimpregnados convencionales debido a la impregnación total con resina del material fibroso, aunque con estos materiales, pueden surgir problemas de manipulación y de contenido total de huecos particularmente cuando se utilizan haces de fibras pesadas.

35 La WO 00/27632 proporciona una descripción ejemplar de un semiimpregnado que tiene expuestas fibras secas y que por tanto presenta el anterior problema mencionado de interrupción de fibras.

40 La EP 0583090 A describe el intercalado de material fibroso entre películas de resina. El material fibroso se impregna con la matriz de resina que impide la interrupción superficial de las fibras. Sin embargo, esta técnica, en particular si se usa con cabos de fibras sustancialmente unidireccionales, tiende a producir sólo una impregnación parcial lo que daría lugar a aire atrapado en las fibras secas del centro de la preforma produciendo vacíos y en consecuencia una resistencia mecánica insuficiente del producto terminado.

45 Con el fin de mejorar la integridad mecánica, se conoce coser a punto de cruz cabos de fibras unidireccionales. Esto se describe en la WO98/34979 en el contexto de un semiimpregnado. Sin embargo, los filamentos flojos o rotos del proceso de costura pueden deteriorar el funcionamiento del laminado y además no resuelven necesariamente los problemas de manipulación asociados a los cabos unidireccionales.

50 Se pueden mantener entre sí haces de fibras de urdimbre en preformas con hilos estabilizadores termoplásticos. Sin embargo, si el punto de fusión del termoplástico es más alto que la temperatura de procesamiento de la matriz de resina de la preforma, los hilos pueden ocasionar una distorsión de fibras, y por tanto, propiedades mecánicas insuficientes, ya que los hilos horizontales se engarzan en la urdimbre. Si el termoplástico tiene un punto de fusión más bajo que la temperatura de procesamiento de la matriz de resina, el termoplástico se funde y circula hasta la matriz de resina produciendo huecos en el producto acabado.

55 La US 6.096.669 describe la formación de una preforma que se obtiene intercalando cabos de fibras unidireccionales entre películas de resina que tienen forma de cuadrícula en forma de diamante calada. Las cuadrículas actúan para mantener las fibras en posición, aunque son relativamente insuficientes y una matriz de resina se introduce desde fuera haciéndola pasar a través de las cuadrículas usando el denominado proceso de moldeo por transferencia de resina convencional. Estos procesos se utilizan para producir estructuras relativamente pequeñas y cortas y no son adecuados para estructuras grandes más largas, donde no se puede asegurar el flujo adecuado de resina por la preforma de fibra.

60 La USP 4.213.930 describe el uso de un cilindro de huecogrado para aplicar pequeñas cantidades de resina en la superficie de un preimpregnado con el fin de mejorar la adherencia de la superficie de una preforma totalmente impregnada.

65 Un propósito de la presente invención consiste en proporcionar un material de de moldeo semiimpregnado con fibras superficiales secas que se mantengan en posición de manera segura y en un modo mejorado encaminado a la producción de compuestos con una alta integridad mecánica.

ES 2 336 902 T3

Por tanto, según un aspecto de la invención, se proporciona un material de moldeo que comprende una capa de material de refuerzo fibroso que tiene en superficies opuestas del mismo, respectivamente, una primera capa de resina que impregna parcialmente el material fibroso, y una capa de resina complementaria que mantiene en posición las fibras superficiales del material fibroso, caracterizado porque la capa de resina complementaria es de menor peso que la primera capa y se forma como una estructura calada con espacios a través de los cuales queda expuesto el material fibroso.

De esta forma, el material de moldeo tiene la naturaleza de un semiimpregnado, debido a la primera capa de resina, con lo cual el material de moldeo puede procesarse para formar estructuras sin necesitar una introducción significativa de una matriz de resina desde el exterior. Además, la capa de resina complementaria calada puede mantener en posición fibras superficiales del material fibroso de forma segura y sin complicaciones, sin restringir la corriente de aire para que escape aire atrapado.

El material de moldeo es por tanto especialmente adecuado para su uso en la producción de estructuras relativamente grandes y largas sustancialmente libres de huecos y tiene alta resistencia mecánica e integridad.

El material de refuerzo fibroso es preferentemente del tipo unidireccional, es decir, con fibras que se extienden predominantemente y de manera sustancial en una dirección común. De este modo, el material fibroso puede comprender múltiples cabos paralelos, es decir, haces sueltos de fibras. Los cabos y las fibras juntos pueden extenderse en la dirección común, o puede haber algunas fibras transversales. En este último caso, las fibras transversales son de preferencia fibras para ejercer poco o ningún control posicional o dimensional sobre las fibras unidireccionales.

De preferencia, el material de moldeo tiene forma alargada, en concreto forma de hojas o de una tira o una cinta. Preferiblemente, también, cuando se utiliza material fibroso unidireccional, la dirección común de la fibra es de preferencia la dirección longitudinal del material de moldeo.

El material fibroso puede formarse de cualquier tipo de material adecuado o de una combinación de materiales tales como fibras sintéticas y naturales, vidrio, cerámica, metal y fibras de carbono. Los materiales que pueden tener diámetros de filamento muy pequeños, tales como las fibras de carbono, son especialmente adecuados.

Las fibras pueden ser continuas o tener discontinuidades y, por ejemplo, pueden romperse bajo el efecto de un estiramiento o ser selectivamente discontinuas.

Las fibras discontinuas pueden mejorar el recubrimiento y la conformabilidad en la dirección longitudinal. En este caso, de manera ventajosa, la capa complementaria calada puede ayudar a evitar el movimiento de los extremos sueltos lo que mejora las propiedades mecánicas minimizando el desalineamiento.

La primera capa de resina es de preferencia una película sólida, sustancialmente continua (es decir, sustancialmente sin espacios ni aberturas), que puede ser adhesiva o adherente al tacto, aunque suficientemente coherente y sólida como para ser sustentadora a temperaturas normales. Esta capa puede formarse totalmente de material resinoso o puede incorporar refuerzos u otros materiales. En una realización, la primera capa de resina puede ser una capa preimpregnada.

La resina de la primera capa es preferentemente (aunque no necesariamente) una matriz de resina termoestable curable con calor, y la primera capa es preferentemente una cantidad suficiente para impregnar todo o como mínimo la mayor parte del material fibroso durante el procesamiento, por ejemplo, cuando se somete a calor y presión.

Las capas de resina primera y complementaria tienen de preferencia propiedades compatibles de manera que las capas correspondientes pueden mezclarse al aplicar calor y presión a las mismas para formar capas curadas con propiedades estructurales integrales. En concreto, la capa complementaria se forma de preferencia de una resina que es la misma o tiene propiedades similares a las de la resina de la primera capa. De ese modo, la resina de la capa complementaria es lo suficientemente sólida y coherente como para ser sustentadora a temperaturas normales y en una matriz de resina termoestable curable con calor. Así, durante el procesamiento del material de moldeo, la resina de la capa complementaria puede mezclarse uniformemente con la resina de la primera capa sin perjudicar la integridad del componente curado.

Con respecto a la estructura calada de la capa de resina complementaria, ésta puede adquirir cualquier forma conveniente adecuada para mantener la posición de las fibras sin ocluir de manera significativa la superficie de la capa fibrosa.

De preferencia, las partes sólidas de la capa complementaria ocupan una proporción menor de la superficie de la capa fibrosa, constituyendo los espacios del interior de esta última colectivamente la mayor parte. Las partes sólidas pueden ocupar menos del 25% de la superficie, por ejemplo entre el 4% y el 24% de la superficie.

La capa complementaria puede comprender partes sólidas unidas o continuas tal como un patrón de cuadrícula de elementos lineales sólidos que rodean dichos espacios. El patrón de cuadrícula puede ser un patrón regular con lo cual dichos espacios tienen una forma geométrica común. Por otro lado, la capa complementaria puede comprender una banda perforada, formando las perforaciones de la banda espacios regulares o irregulares que pueden ser circu-

ES 2 336 902 T3

lares, hexagonales o tener cualquier otra forma adecuada. Por otro lado, la capa complementaria puede comprender partes sólidas completamente separadas o discontinuas que pueden ser elementos lineales u otras partes configuradas, tales como líneas paralelas, comillas, puntos, líneas laterales punteadas o similares. Las Líneas punteadas pueden ser especialmente convenientes para facilitar la corriente de aire.

La invención también proporciona un procedimiento para formar un material de moldeo como se describe en este documento, en donde la primera capa de resina se aplica en una cara de una capa de material de refuerzo fibroso para impregnar parcialmente el material fibroso, y una capa complementaria de resina se aplica en la cara opuesta de la capa de material de refuerzo fibroso para mantener en posición las fibras superficiales del material de refuerzo, caracterizado porque la capa de resina complementaria es de menor peso que la primera capa y se forma como una estructura calada que comprende espacios a través de los cuales queda expuesto el material fibroso.

La capa complementaria se puede aplicar de cualquier forma adecuada. Esto puede comprender la transferencia, por ejemplo, a través de una película, o la aplicación directa en la superficie. Técnicas de aplicación adecuadas incluyen impresión en huecograbado, revestimiento por rodillos de retroceso, revestimiento por rodillos de avance, revestimiento por dispersión, rociado, revestimiento en polvo, depósito de pistola o cartucho de resina, etc.

También es posible establecer la capa complementaria recuperando material resinoso de la primera capa. Esto puede hacerse mediante una técnica de ultrasonidos. Esta recuperación puede crear partes sólidas discretas, es decir, la capa complementaria se separa de la primera capa, o partes sólidas unidas, es decir, con hebras de unión que se extienden entre la capa complementaria y la primera capa a través del material fibroso.

Las cantidades y proporciones correspondientes de resina en la primera capa y la capa complementaria se seleccionan según demanda. De preferencia, la cantidad de resina en la capa complementaria es menor que la de la primera capa y en concreto de preferencia la cantidad de resina en la primera capa es múltiplo de la cantidad de la capa complementaria.

De preferencia, la proporción de contenido de resina total de la capa complementaria es de hasta el 5%, en peso, más preferiblemente de hasta el 1%, siendo la primera capa la que proporciona el equilibrio.

A modo de ejemplo, la resina de la primera capa puede ascender hasta entre el 30 y 50% en peso, en concreto, entre 35 y 40% del material de moldeo, y la resina de la capa complementaria puede ascender hasta entre 0,1 y 20%, más preferiblemente entre 0,1 y 10%.

Cuando la estructura calada se aplica de una mezcla de resina y disolvente, el contenido de resina se puede controlar hasta entre el 0.1 y el 10.0%, más preferiblemente entre 0.1 y 1.0%. Cuando se emplean técnicas sin disolventes (de fusión en caliente), el contenido de resina se puede controlar hasta entre el 1.0 y el 20%, más preferiblemente entre el 0.1 y el 10%.

De ese modo, la resina de la capa complementaria puede estar en el orden de por ejemplo entre 1 y 2 gsm ó hasta 30 gsm de una mezcla de resina y disolvente o entre 2 gsm y 60 gsm cuando es una resina sin disolventes (fusión en caliente), y la resina de la primera capa puede estar en el orden de por ejemplo entre 75 y 150 gsm ó hasta 280 gsm, y el material de moldeo puede estar en el orden de por ejemplo entre 200 ó 300 y 500 gsm ó 700 gsm o más (es decir, posiblemente entre 200 y 800 gsm) incluyendo la resina y el material fibroso, considerado en correspondencia con una sola capa de material fibroso y dicha única primera capa de resina.

El uso de fibra de carbono como material fibroso puede tener cualquier gramaje de entre 80 y 6.000 gsm, más preferiblemente entre 100 y 2.500 gsm y más preferiblemente entre 150 y 2.000 gsm, y el número de filamentos de fibra de carbono puede oscilar entre 3.000 y 320.000, más preferiblemente entre 12.000 y 160.000 y más preferentemente entre 24.000 y 80.000.

En un ejemplo, el material de moldeo contiene 500 gsm de fibras de carbono, 280 gsm de primera capa de resina, y 20 gsm de capa de resina complementaria. En otro ejemplo, el material contiene 150 gsm de fibra de carbono, 92 gsm de primera capa de resina, y 2 gsm de capa de resina complementaria.

El material resinoso de la primera capa y/o de la capa de resina complementaria puede ser cualquier material termoestable o termoplástico adecuado, de preferencia termoestable.

Así, la resina puede comprender una resina epoxídica, bismaleimida, una resina fenol-aldehído o cualquier resina adecuada. Se pueden incorporar agentes endurecedores y otros aditivos de mejora del funcionamiento tales como agentes ignífugos, agentes antiincrustantes y endurecedores.

Se pueden utilizar mezclas de resinas, por ejemplo una mezcla de una resina termoestable y una resina termoplástica.

La semiimpregnación del material fibroso con la resina de la primera capa puede realizarse a una temperatura y una presión adecuadas, siendo la temperatura menor que la necesaria para el curado. Normalmente, la temperatura puede oscilar entre 40°C y 160°C, en concreto entre 90°C y 120°C; y la presión puede oscilar entre 40 y 120 psi (entre 2,7 y

ES 2 336 902 T3

8.3 bares), en particular entre 80 y 100 psi (entre 5,5 y 7,0 bares). Estas condiciones de procesamiento pueden variar para las diferentes combinaciones de resina y fibra elegidas. Los métodos para medir el grado de difusión de resina en la fibra son bien conocidos para los expertos en la materia e incluyen técnicas de mecha y análisis microdieléctrico.

5 La capa complementaria puede aplicarse por contacto, es decir, de manera que se apoye en la superficie o impregne ligeramente el material fibroso. Por lo tanto, se puede aplicar a una temperatura elevada (por debajo de la temperatura de curado), sin ningún tipo de presión significativa.

10 La distribución puede ser tal que la resina de la primera capa y de las capas complementarias las separe entre sí. Por otro lado, se pueden poner en contacto mutuo a fin de interconectarse a través del material fibroso. Esto puede lograrse haciendo que partes de la resina de la primera capa se extiendan a través del material fibroso hasta la superficie en la que se aplica la capa complementaria, sin impregnar totalmente todo el cuerpo del material fibroso.

15 De manera ventajosa, la invención puede aplicarse a la producción de un sándwich de material de moldeo que tiene múltiples capas con una o dos caras secas, una o ambas de las cuales pueden tener una capa de resina complementaria correspondiente aplicada en las mismas.

La invención proporciona además procedimientos para hacer tales sándwiches.

20 De ese modo, la invención también proporciona un sándwich de material de moldeo que comprende como mínimo un primer cuerpo de material de moldeo, como el que se ha descrito, con una estructura complementaria aplicada en dicha primera capa de resina de tal cuerpo, comprendiendo dicha estructura más material fibroso.

25 De preferencia, dicha estructura complementaria comprende un cuerpo complementario de material de moldeo como el que se ha descrito, con lo cual dichos cuerpos primero y complementario tienen la mencionada primera capa de resina común en superficies confrontadas de los mismos, y dichas capas de resina complementarias en superficies opuestas de los mismos.

30 En particular, el sándwich de material de moldeo de la invención puede comprender dos capas de material fibroso con una primera capa de resina intercalada entre las dos capas fibrosas y parcialmente impregnando las mismas, y una capa de resina calada complementaria aplicada en la superficie externa de una o ambas capas fibrosas.

35 El material de moldeo de la invención puede tener múltiples capas internas de cualquier material y estructura adecuados.

Estructuras posibles incluyen las siguientes:

40 En una realización, un impregnado completo rico en resina y unidireccional o un preimpregnado tejido se puede hacer y usar como la mencionada primera capa en lugar de una película hecha totalmente de resina. Materiales fibrosos, por ejemplo en forma de cabos de fibra adicionales, pueden colocarse después encima de esta película, seguidos de la capa de resina calada. De ese modo, y según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para formar un material de moldeo, en donde se aplica material de refuerzo fibroso adicional en una estructura compuesta que comprende material de refuerzo fibroso impregnado con una resina para formar de ese modo una capa de dicho material de refuerzo fibroso que tiene una primera capa de dicha resina que se aplica en una de sus caras y en concreto impregna la capa de dicho material de refuerzo fibroso, y una capa complementaria de material resinoso se aplica en la cara opuesta de la capa de material de refuerzo fibroso y en donde la capa de resina complementaria pesa menos que la primera capa y se forma como una estructura calada con espacios a través de los cuales queda expuesto el material fibroso.

50 En otra realización, se puede hacer un impregnado completo rico en resina y unidireccional o un preimpregnado tejido y después se puede colocar más material fibroso (por ejemplo cabos de fibra) en ambos lados de este preimpregnado. La resina calada se puede colocar después sobre ambas superficies de fibra secas. De ese modo, según otro aspecto de la invención se proporciona un procedimiento para formar un sándwich de material de moldeo en donde se aplica material de refuerzo fibroso adicional en caras opuestas de una estructura compuesta que comprende material de refuerzo fibroso impregnado con una resina para formar de ese modo dos capas de dicho material de refuerzo fibroso con una primera capa común de dicha resina que se aplica en una cara, y parcialmente impregna, cada una de dichas capas de material de refuerzo fibroso, y una capa complementaria correspondiente de material resinoso se aplica en caras opuestas de las capas de material de refuerzo fibroso.

60 En otra realización más, una capa adicional de material, tal como textiles secos, una película de protección de gel o intumesciente, se puede laminar, por ejemplo, sobre la mencionada primera capa.

65 También se pueden incorporar entelados, gasas, géneros sin tejer y mallas. Normalmente, estos pueden pesar menos de 20 gsm.

También son posibles muchas otras variantes, incluida la adición secuencial de películas de resina, fibra y otras capas de material. Esto también permite el uso de capas de fibra híbrida.

ES 2 336 902 T3

Con la invención, en sus diferentes aspectos ya descritos, la resina de la (o de cada) primera capa impregna sólo parcialmente el material de refuerzo fibroso correspondiente de manera que tal material fibroso queda expuesto, o es “seco”, en la superficie opuesta en la que se aplica la estructura calada de la capa de resina complementaria correspondiente.

Esta impregnación parcial se hace de preferencia de manera que nada, o sustancialmente nada, de la resina de la primera capa esté presente en la cara seca (excepto en el caso en el que se recupere la resina para formar la estructura calada).

Además, esta impregnación parcial es de preferencia una impregnación en la que sólo una proporción menor de la resina impregna el material de refuerzo fibroso, siendo el resto una capa adherida separada, ya sea en forma de una película de resina no reforzada, o una capa de resina preimpregnada que incorpora fibras de refuerzo iguales o diferentes a las fibras del mencionado material de refuerzo fibroso. El grado de impregnación puede oscilar, por ejemplo, entre el 5% y el 25%, normalmente el 15% con respecto a la proporción en peso de la resina de dicha primera capa que impregna la capa de refuerzo fibrosa correspondiente. En el caso de una estructura sándwich donde una primera capa mencionada común se interpone entre dos capas de material de refuerzo mencionadas, la impregnación puede oscilar entre el 5% y el 25%, normalmente es el 15% para cada una de las capas de material de refuerzo fibroso, es decir, entre el 10% y el 50%, normalmente el 30% en total, dejando entre el 90% y el 50%, normalmente el 70% como una primera capa residual discreta entre las capas de material de refuerzo fibroso.

La presente invención proporciona un procedimiento para fabricar un componente moldeado perfilado, en donde múltiples capas de un material de moldeo, o de un sándwich de material de moldeo como se ha descrito, se aplican en una superficie de moldeo configurada y después se curan mediante la aplicación de calor y presión.

La presente invención puede encontrar aplicación, en concreto, en el contexto de componentes largos relativamente grandes, tales como palas eólicas. Sin embargo, no se limita a este campo de aplicación y puede utilizarse para el sector aeroespacial, de automoción u otras aplicaciones.

A continuación, también se describe la invención con referencia a los siguientes ejemplos.

El ejemplo 1 es para efectos de comparación. Los ejemplos 2 a 7 corresponden a la presente invención.

En estos ejemplos, se hace referencia al Hexcel epoxi M9.6. Esta es una resina epoxi con poder de adhesión medio, adecuada para procesos de moldeo de baja presión. Es muy versátil y permite una gama de temperaturas de procesamiento que va desde 75°C hasta 160°C.

El M9.1 es una versión con un mayor poder de adhesión que el M9.6.

El 913 es una resina epoxi modificada con un ciclo de curación típico de 1 hora a 120°C.

Ejemplo 1

Se hizo un material semiimpregnado con una anchura de 300 mm de cabos de fibra de carbono unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 150 gsm y una matriz de resina curable con calor de 92 gsm en una cara. La fibra usada fue Fortafil® F510-80K y la matriz de resina fue Hexcel epoxi M9.6. Se reprodujeron exactamente otros ejemplos utilizando fibra Tenax® STS-24K y resina M9.1.

Las condiciones de procesamiento de temperatura, presión y velocidad lineal fueron condiciones para hacer que la matriz de la resina penetrara sólo parcialmente en la capa de fibra de carbono.

El producto resultante tenía una capa de resina adherente continua en una cara y fibras secas en la segunda cara opuesta. Las fibras estaban alineadas en la dirección de urdimbre (longitudinalmente) sin ningún material de trama añadido. El producto tenía un peso total de 242gsm con un 38% en peso de resina. La segunda cara quedó libremente expuesta y, en particular, no tenía material resinoso aplicado en la misma.

Ejemplo 2

Se hizo un material semiimpregnado de manera similar al ejemplo 1 con una anchura de 300 mm, resina M9.6 y fibra F510-80K. Además, se aplicaron líneas transversales de resina 913 en la cara seca.

Las líneas transversales se aplicaron en un papel desprendible usando un cilindro de huecograbado y luego fueron transferidas desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 2 gsm.

ES 2 336 902 T3

Ejemplo 3

5 Se hizo un material semiimpregnado con una anchura de 300 mm con cabos de fibra de carbono F510-80K unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 500 gsm y una matriz de resina M9.6 curable con calor de 280 gsm en una cara.

Las condiciones de procesamiento de la temperatura, la presión y la velocidad lineal fueron condiciones para hacer que la matriz de la resina penetrara sólo parcialmente en la capa de fibra de carbono.

10 Las líneas transversales de la misma resina M9.6 se aplicaron en la cara seca. Las líneas se aplicaron en un papel desprendible usando un proceso de revestimiento por rodillos inversos y luego se transfirieron desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 20 gsm.

15 Ejemplo 4

Se realizó un material semiimpregnado con una anchura de 300 mm con cabos de fibra de carbono F510-80K unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 gsm y una matriz de resina M9.6 curable con calor de 280 gsm en una cara.

20 Las condiciones de procesamiento para este material fueron condiciones para hacer que la matriz de resina se impregnara o mojara totalmente los cabos.

25 En los pasos siguientes del proceso, una capa seca de otros cabos de fibra de carbono unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 gsm, se aplicó en la superficie superior del preimpregnado, formando de ese modo una estructura semiimpregnada. Por último, las líneas transversales de la misma resina se aplicaron en la cara fibrosa seca definida por los otros cabos.

30 Las líneas se aplicaron en un papel desprendible usando un proceso de revestimiento por rodillos inversos y luego se transfirieron desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 20 gsm.

Ejemplo 5

35 De forma similar al ejemplo 4, se hizo un material preimpregnado con una anchura de 300 mm con cabos de fibra de carbono F510-80K unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 400 gsm y una matriz de resina M9.6 curable con calor de 280 gsm en una cara.

40 En los pasos siguientes del proceso, una capa seca de cabos de fibra de carbono unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 100 gsm, se aplicó en la superficie superior del preimpregnado. Por último, las líneas transversales de la misma resina se aplicaron en la cara fibrosa seca.

45 Las líneas se aplicaron en un papel desprendible usando un proceso de revestimiento por rodillos inversos y luego se transfirieron desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 20 gsm.

Ejemplo 6

50 De manera similar al ejemplo 4, se realizó un material preimpregnado con una anchura de 300 mm con cabos de fibra de carbono F510-80K unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 g/m² y una matriz de resina M9.6 curable con calor de 280 gsm en una cara.

55 En los pasos siguientes del proceso, una capa seca de cabos de fibra de carbono unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 gsm, se aplicó en las dos superficies del preimpregnado.

60 Las líneas transversales de la misma resina se aplicaron después en las caras fibrosas de las dos superficies del producto. Las líneas se aplicaron en un papel desprendible usando un proceso de revestimiento por rodillos inversos y luego se transfirieron desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 20 gsm.

Ejemplo 7

65 De manera similar al ejemplo 4, se realizó un material preimpregnado con una anchura de 300 mm con cabos de fibra de carbono F510-80K unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 gsm y una matriz de resina M9.6 curable con calor de 280 gsm en una cara.

ES 2 336 902 T3

En los pasos siguientes del proceso, una capa seca de cabos de fibra de carbono unidireccionales en forma de hoja con un gramaje de fibra de 250 gsm, se aplicó en una superficie del preimpregnado. Las líneas transversales de la misma resina se aplicaron en la cara fibrosa seca. Las líneas se aplicaron en un papel desprendible usando un proceso de revestimiento por rodillos inversos y luego se transfirieron desde el papel a la cara seca del semiimpregnado. La resina aplicada en la cara seca ascendió a 20 gsm.

En la otra superficie del preimpregnado, se aplicó una película continua de matriz de resina curable por motivos de acabado superficial o una película continua de protección de gel.

Las figuras 1 a 9 ilustran características de los ejemplos anteriores. Más en concreto:

La figura 1, es una vista en sección esquemática de una forma de un material de moldeo según la invención y de acuerdo con los ejemplos 2 a 5.

La figura 2, es una representación esquemática de un equipo de procesamiento utilizado para formar el material de moldeo de los ejemplos 2 a 5

Las figuras 3 a 9, son vistas en planta esquemáticas de la capa de resina calada aplicada en la superficie del material de moldeo.

La figura 10, es una representación esquemática de una forma modificada del equipo de la figura 2 para usar en la formación de una estructura sándwich a partir de los materiales descritos con referencia a los ejemplos 2 a 5 y las figuras 3 a 9.

Refiriéndonos a la figura 1, ésta muestra una capa de refuerzo fibrosa 1, que en los ejemplos comprende cabos de fibra de carbono; una capa de resina 2 aplicada en una cara inferior de los cabos de fibra que en los ejemplos puede ser una película formada completamente de material resinoso que penetra parcialmente en los cabos de fibra, o un preimpregnado que comprende cabos de fibra totalmente impregnados de resina, que también puede penetrar parcialmente en los cabos de fibra superpuestos; y una estructura calada 3 de líneas de resina aplicada en la cara superior seca expuesta de los cabos y que penetra mínimamente en los cabos de fibra.

Como se muestra en la figura 2, el material de moldeo se puede hacer introduciendo los cabos de fibra 1 en líneas de contacto entre rodillos 4, junto con los materiales superior e inferior 5, 6 que se mantienen en el papel desprendible suministrado desde carretes.

El material superior 5 comprende líneas de cuadrícula de resina caladas 3.

El material inferior 6 comprende la película de resina 2, en el caso de los ejemplos 2 y 3, o el preimpregnado 2, en el caso de los ejemplos 4 y 5.

Las capas combinadas 1 a 3 son impulsadas a través de las líneas de contacto entre rodillos 4, que ejercen presión al mismo tiempo que se calienta el material.

El grado de impregnación de los cabos de fibra 1 se controla mediante las condiciones de proceso de velocidad, temperatura y presión. La superficie expuesta de los cabos de fibra 1 puede estar prácticamente exenta de resina. Se puede producir algo de flujo frío de resina en los límites de la capa de cabos, aunque esto se puede limitar seleccionando los materiales y las condiciones del proceso.

Se utiliza un aparato debidamente perfeccionado y/o modificado para los ejemplos 6 y 7, que implica el paso de materiales a través de las líneas de contacto entre rodillos con aplicación de calor y presión. Las fibras de refuerzo secas se pueden introducir como se muestra en la figura 2 o por otro lado, se pueden introducir en diferentes etapas de la ruta de proceso. Normalmente, al menos el 20% de las fibras tienen que introducirse al comienzo del proceso.

Las técnicas para formar la capa de preimpregnado también son bien conocidas e incluyen un procesamiento sin disolventes (fusión en caliente) mediante la impregnación de una película de resina de una sola cara o doble cara o un procesamiento de solución mediante inmersión en un baño de resina, midiendo la cantidad de resina deseada y después retirando el disolvente en un módulo de horno.

Con respecto a las líneas de cuadrícula caladas aplicadas en la superficie de cabos de fibra secos, se muestran patrones posibles en las figuras 3 a 9.

La figura 3 muestra líneas diagonales de 8 mm de ancho (en la dirección de movimiento de banda) con 47 mm de separación entre ellas.

La figura 4 muestra líneas diagonales entrecortadas de secciones con una longitud de 40 mm (27 mm en la dirección de banda) y con 10 mm entre extremos de secciones.

ES 2 336 902 T3

La figura 5 muestra una disposición de red de tipo diamante, teniendo las líneas una anchura de 4 mm y midiendo cada diamante de la red 78,5 mm por 40 mm, respectivamente, en el sentido longitudinal y transversal de la dirección de banda con un ángulo de diamante de 60°.

5 La figura 6 muestra líneas transversales de 2 mm de ancho y 20 mm de separación.

La figura 7 muestra líneas transversales de 2 mm de ancho y 10 mm de separación.

10 La figura 8 muestra líneas diagonales transversales de 4 mm de ancho y 59 mm de separación.

La figura 9 muestra líneas diagonales longitudinales de 4 mm de ancho y 64 mm de separación.

15 En el siguiente cuadro se muestran más detalles:

Figura	Resina gsm	Fibra seca gsm	Superficie de fibra seca %
20 3	0,148	0,852	85,2
25 4	0,114	0,886	88,6
5 5	0,24	0,76	76
6 6	0,104	0,896	89,6
30 7	0,2	0,8	80
8 8	0,074	0,926	92,6
35 9	0,04	0,96	96

40 Se puede observar que el material resinoso sólido de la estructura de resina calada representa una proporción menor de la superficie, y de hecho es sustancialmente intrascendente en relación a la superficie global. La estructura de resina calada es también menor, o incluso intrascendente, en relación al peso total de resina en el material de moldeo. La opción de seleccionar el uso de líneas de cuadrícula continuas o discontinuas y el grado de impregnación de la fibra depende de factores de procesamiento tales como el equipo usado y la reología del sistema de resina. Se ha descubierto, sin embargo, que las líneas de cuadrícula discontinuas parecen ser particularmente adecuadas para resinas con mayor viscosidad mientras que las resinas de baja viscosidad funcionan satisfactoriamente en productos que contienen un 60% de fibra seca.

50 A modo de ejemplo, si se utilizan patrones como los que se muestran en las figuras 3 a 9, las líneas de cuadrícula pueden ascender hasta el 2,1% de la resina total en la estructura del ejemplo 2, y hasta el 6,7% en las estructuras de los ejemplos 4 a 7.

55 La figura 10 muestra un equipo de procesamiento que puede utilizarse para formar material de moldeo según la invención, que es una estructura sándwich con una capa de resina calada aplicada en las superficies superior e inferior del sándwich. Cada una de las capas de resina calada puede ser como las que se muestran en las figuras 3 a 9, y las dos capas de resina pueden ser iguales o diferentes.

Según se muestra en la figura 10, dos capas de refuerzo fibrosas 10, 11, que pueden ser cabos de fibra de carbono y tener un gramaje de fibra de 250gms, se introducen verticalmente separadas (por ejemplo aproximadamente 1 metro).

60 Una película de resina 12 de 280 gsm que se mantiene en un papel desprendible, coloca en la cara superior de la capa inferior 10.

La película 12 se aplica en la capa 10 usando calor moderado (aproximadamente 60°C) y presión baja sobre una mesa de soporte para obtener una transferencia de adhesión de la resina a la superficie fibrosa.

65 El papel de soporte 13 se retira a una temperatura ambiente o ligeramente elevada, es decir entre 15 y 20°C.

ES 2 336 902 T3

La capa superior 11 se aplica después sobre la superficie resinosa expuesta en una línea de contacto entre rodillos, a una temperatura de aproximadamente 40°C. En la misma línea de contacto entre rodillos, unas capas de cuadrícula de resina 14, 15, que se mantienen sobre papeles desprendibles, se aplican en las superficies expuestas superior e inferior de las capas combinadas 10 y 11.

5

El sándwich resultante de las capas de fibra 10, 11, la capa de resina y las capas de cuadrícula de resina 14, 15 se procesa después a baja presión, por ejemplo 0,5 bares y a una temperatura elevada, entre 40 y 50°C.

10

El sándwich se enfría después a una temperatura de entre 15 y 20°C, el papel desprendible 16 de la capa de cuadrícula de resina superior 15 se retira, y una película intercalada de polietileno 17 se aplica en la capa de cuadrícula de resina 15, y el sándwich se enrolla después en un núcleo 18 para su almacenamiento.

15

Con este proceso, una parte de la capa de resina 12 impregna las capas de fibra superior e inferior 10, 11 dejando el resto de la capa de resina 12 como una capa discreta en el centro del sándwich. Aproximadamente entre el 10 y el 50%, normalmente el 15%, de la capa de resina impregna cada capa de fibra 10, 11, dejando normalmente más o menos un 70% de la capa de resina en el centro, y aproximadamente un 70% de las capas de fibra 10, 11 se dejan "secas". Las capas de cuadrícula de resina 14, 15 proporcionan una cantidad insignificativa de material de impregnación. La superficie de fibra seca puede ser como se menciona con referencia a las figuras 3 a 9.

20

Naturalmente se entiende que la invención no se limita a los detalles de los ejemplos anteriores.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 336 902 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Material de moldeo que comprende una capa de material de refuerzo fibroso (1) que tiene en sus superficies opuestas, respectivamente, una primera capa (2) de una resina que impregna parcialmente el material fibroso, y una
10 2. Material de moldeo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la capa de resina complementaria (3) es de menor peso que la primera capa y se forma como una estructura calada que comprende estructuras que rodean espacios o elementos lineales o líneas con espacios entremedias a través de los cuales queda expuesto el material fibroso, en donde la proporción de contenido de resina total de la capa complementaria es de hasta el 5% en peso, y la resina de la capa complementaria es sustentadora y en donde dicha primera capa de resina (2) es una cantidad suficiente para poder impregnar como mínimo la mayor parte del material de refuerzo fibroso (1) cuando se somete a calor y presión durante el procesamiento del material de moldeo.
- 15 2. Material de moldeo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el material de refuerzo fibroso (1) es unidireccional.
3. Material de moldeo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el material de refuerzo fibroso comprende múltiples cabos de fibra lado a lado.
- 20 4. Material de moldeo según la reivindicación 2 ó 3, que es una estructura alargada **caracterizada** porque la mencionada dirección de fibra común se extiende longitudinalmente con respecto a dicha estructura.
5. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el material de refuerzo fibroso comprende material de fibra de carbono.
- 25 6. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el material de refuerzo fibroso comprende fibras discontinuas.
7. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque dicha primera capa de resina (2) comprende una película sustancialmente continua sólida, película sustancialmente continua que no tiene sustancialmente ni espacios ni aberturas.
- 30 8. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque dicha primera capa de resina (2) comprende una capa preimpregnada.
- 35 9. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque dicha primera capa de resina (2) comprende una matriz de resina termoestable curable con calor.
- 40 10. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la cantidad de dicha primera capa de resina (2) es suficiente para impregnar completamente dicho material de refuerzo fibroso (1).
- 45 11. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 **caracterizado** porque dicha capa de resina complementaria (3) y dicha primera capa de resina (2) tienen propiedades compatibles de tal manera que las capas correspondientes (2, 3) pueden mezclarse al aplicarles calor y presión para formar capas curadas con propiedades estructurales integrales de parte a parte.
12. Material de moldeo según la reivindicación 11, **caracterizado** porque dichas capas de resina primera y complementaria (2, 3) se forman de la misma resina.
- 50 13. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque las partes sólidas de dicha capa de resina complementaria (3) ocupan una proporción menor de la superficie de la capa fibrosa (1), constituyendo dichos espacios del interior de esta última colectivamente la mayor parte.
14. Material de moldeo según la reivindicación 13, **caracterizado** porque las partes sólidas ocupan menos del 25% de la superficie.
- 55 15. Material de moldeo según la reivindicación 14, **caracterizado** porque las partes sólidas ocupan entre el 4% y el 24% de la superficie.
- 60 16. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque dicha capa de resina complementaria (3) comprende un patrón de cuadrícula de elementos lineales sólidos que rodean dichos espacios.
17. Material de moldeo según la reivindicación 16, **caracterizado** porque dicho patrón de cuadrícula es un patrón regular por lo cual dichos espacios tienen una forma geométrica común.
- 65 18. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque dicha capa de resina complementaria (3) comprende una banda perforada, formando las perforaciones de la banda dichos espacios.

ES 2 336 902 T3

19. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque dicha capa de resina complementaria (3) comprende partes sólidas separadas.
20. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado** porque dichas capas primera y complementaria (2, 3) se unen con partes resinosas que se extienden a través del material fibroso (1).
21. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado** porque la proporción de contenido de resina total de la capa complementaria (3) es de hasta 1% en peso.
22. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** porque la resina de la primera capa (2) equivale a entre el 30 y el 50% en peso del material de moldeo.
23. Material de moldeo según la reivindicación 22, **caracterizado** porque la resina de la primera capa (2) equivale a entre el 35 y el 40% en peso del material de moldeo.
24. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado** porque la resina de la capa complementaria (3) equivale a entre el 0,1 y el 20% en peso del material de moldeo.
25. Material de moldeo según la reivindicación 24, **caracterizado** porque la resina de la capa complementaria (3) equivale a entre el 0,1 y el 10% en peso del material de moldeo.
26. Material de moldeo según la reivindicación 24, **caracterizado** porque la resina de la capa complementaria (3) equivale a entre el 0,1 y el 1% en peso del material de moldeo.
27. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, **caracterizado** porque el peso del material de moldeo es de entre 200 y 800 gsm.
28. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, **caracterizado** por la incorporación de una capa adicional de material fibroso en el mismo.
29. Material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 28, **caracterizado** porque la proporción de la resina de dicha primera capa que impregna dicho material de refuerzo fibroso oscila entre el 5% y el 25%.
30. Sándwich de material de moldeo, **caracterizado** porque comprende como mínimo un primer cuerpo de material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29 con una estructura complementaria aplicada a dicha primera capa de resina de tal cuerpo, comprendiendo dicha estructura un material fibroso complementario.
31. Sándwich de material de moldeo según la reivindicación 30, en donde dicha estructura complementaria comprende un cuerpo complementario de material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29 según lo cual dichos cuerpos primero y complementario tienen dicha primera capa de resina común en superficies confrontadas de los mismos, y dichas capas de resina complementarias en superficies opuestas de los mismos.
32. Procedimiento de formación de material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, en donde una primera capa (2) de resina se aplica en una cara de una capa (1) de material de refuerzo fibroso a fin de impregnar parcialmente el material fibroso, y una capa complementaria (3) de material resinoso se aplica en la cara opuesta del material de refuerzo fibroso con el fin de mantener en posición las fibras superficiales del material fibroso, **caracterizado** porque la capa de resina complementaria (3) es de menor peso que la primera capa y se forma como una estructura calada que comprende estructuras que rodean espacios o elementos lineales o líneas con espacios entremedias a través de los cuales queda expuesto el material fibroso, en donde la proporción de contenido de resina total de la capa complementaria es de hasta el 5% en peso, y la resina de la capa complementaria es sustentadora y en donde dicha primera capa de resina (2) es una cantidad suficiente para poder impregnar como mínimo la mayor parte del material de refuerzo fibroso (1) cuando se somete a calor y presión durante el procesamiento del material de moldeo.
33. Procedimiento de formación de material de moldeo según la reivindicación 32, en donde se aplica material de refuerzo fibroso adicional en una estructura compuesta que comprende material de refuerzo fibroso impregnado con una resina para formar una capa de dicho material de refuerzo fibroso.
34. Procedimiento de formación de un sandwich de material de moldeo según la reivindicación 30 ó 31, en donde al menos un primer cuerpo de material de moldeo se realiza según el procedimiento de la reivindicación 32 y una estructura complementaria que comprende material fibroso complementario se aplica en dicha primera capa de resina de tal cuerpo.
35. Procedimiento de formación de un sandwich de material de moldeo según la reivindicación 31, en donde se aplica material de refuerzo fibroso adicional en caras opuestas de la estructura compuesta hecha según el procedimiento de la reivindicación 32, que comprende material de refuerzo fibroso impregnado con una resina para formar así dos capas de dicho material de refuerzo fibroso con una primera capa común de dicha resina que se aplica en una cara, parcialmente impregna, de cada una de dichas capas de material de refuerzo fibroso, y una capa complementaria correspondiente de material resinoso se aplica en caras opuestas de las capas de material de refuerzo fibroso.

ES 2 336 902 T3

36. Procedimiento de fabricación de un componente moldeado configurado, en donde múltiples capas de material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, o un sándwich de material de moldeo según la reivindicación 30 ó 31, se aplican en una superficie de moldeo configurada y después se curan mediante la aplicación de calor y presión.

5

37. Producto moldeado configurado con material de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, o un sándwich de material de moldeo según la reivindicación 30 ó 31.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

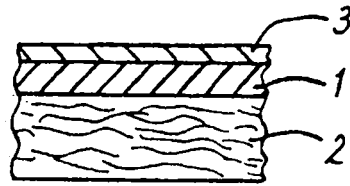


FIG. 1

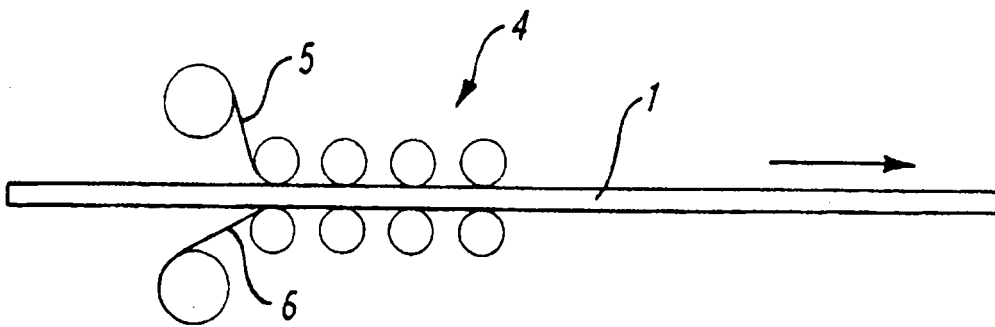


FIG. 2

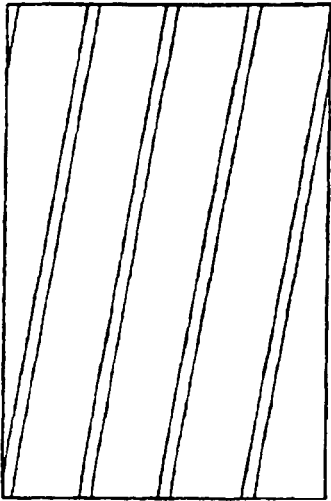


FIG 3

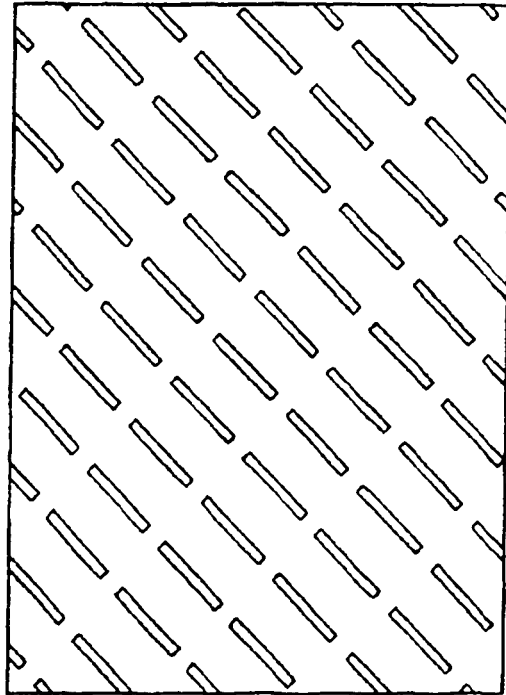


FIG 4

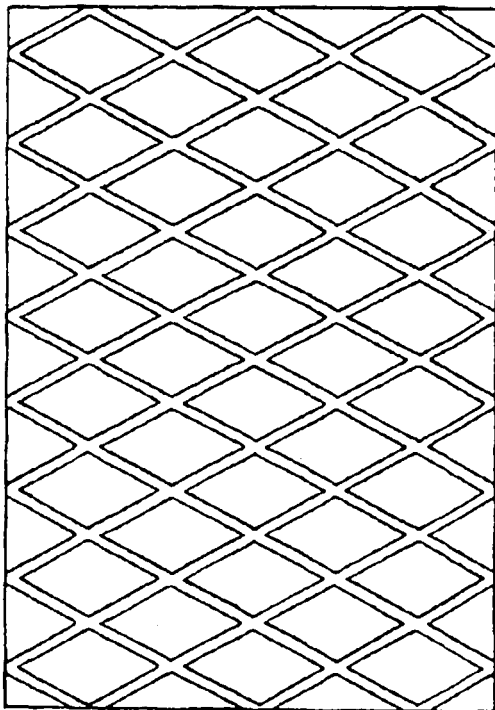


FIG 5

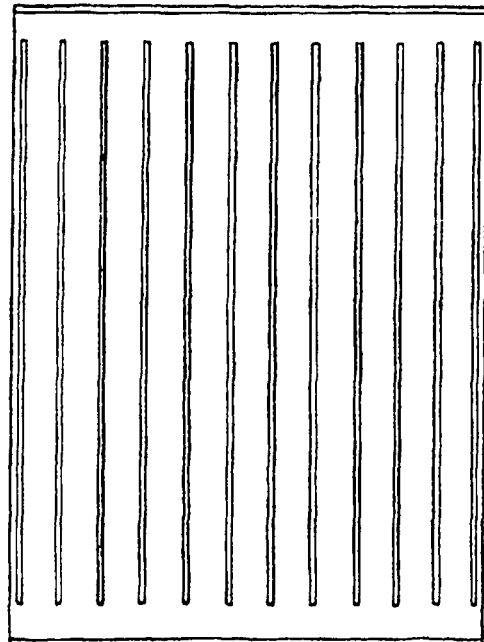


FIG 6

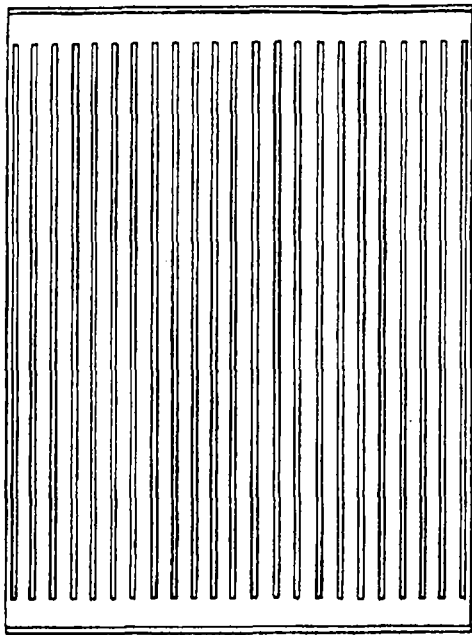


FIG. 7

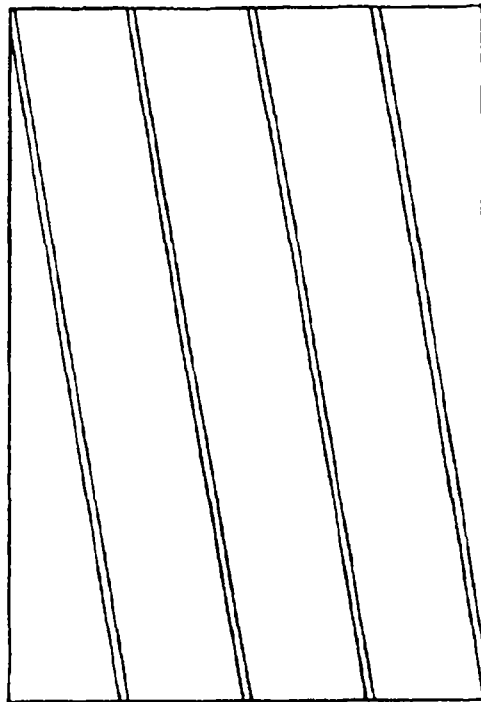


FIG. 8

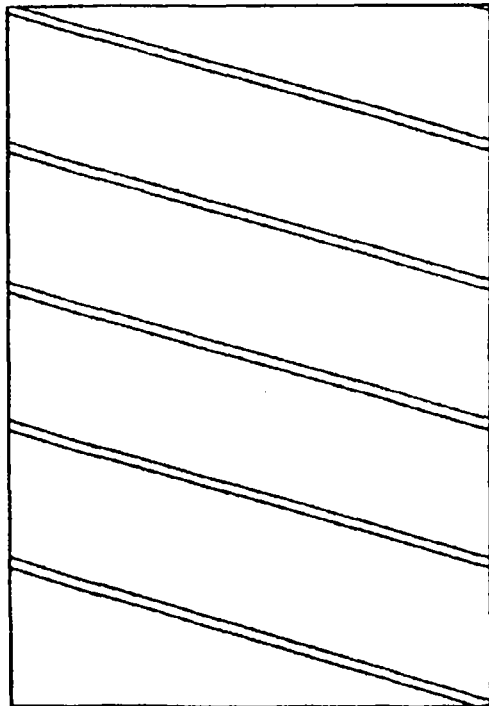


FIG. 9

