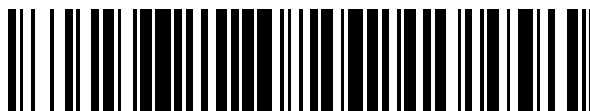


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 133**

51 Int. Cl.:
C08J 5/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07804053 .2**

96 Fecha de presentación: **23.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2066738**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2009**

54 Título: **Material compuesto**

30 Prioridad:
26.08.2006 GB 0616934

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.09.2012

73 Titular/es:
**HEXCEL COMPOSITES LIMITED
DUXFORD
CAMBRIDGE CB2 4QD, GB**

72 Inventor/es:
CAWSE, John Leslie

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 387 133 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

Material compuesto

5 La presente invención se refiere a materiales compuestos y, particularmente, pero no exclusivamente, a materiales compuestos reforzados con fibra.

10 Generalmente, las películas adhesivas, las películas de revestimiento y los materiales preimpregnados (o, simplemente, los preimpregnados) basados en refuerzos de fibra muestran una conductividad eléctrica baja. La conductividad eléctrica mostrada es inferior a lo que es deseable para muchas aplicaciones de interés, tales como blindaje electromagnético o protección contra rayos en aeronaves. Los materiales que incorporan fibras de carbono sí que poseen una conductividad eléctrica substancial. Sin embargo, la trayectoria de conducción sólo es en la dirección de las fibras, y para la mayoría de las matrices poliméricas termoestables sólo hay una capacidad limitada para que la corriente eléctrica sea disipada en direcciones ortogonales.

15 Se han propuesto numerosas soluciones para superar el problema de conductividad eléctrica limitada. Tales intentos han incluido la aplicación de mallas, láminas y cables de metal "parasitarios" en los conjuntos reforzados con fibra. Una malla de metal, o lámina expandida, puede ser colocada en una superficie preimpregnada con preparación adecuada, y el conjunto resultante curado para formar un componente conductor. Sin embargo, los materiales
20 usados para las mallas o láminas para incrementar la conductividad tienden a ser pesados, y degradan significativamente los aspectos mecánicos y estéticos del material compuesto. Por ejemplo, la malla de cobre tiene una superficie desigual, lo que a su vez requiere el uso de resina adicional antes de que la superficie pueda ser pintada satisfactoriamente. El uso consecuente de pintura adicional, que normalmente no es eléctricamente conductora, reduce por lo tanto la efectividad de la malla conductora.

25 Otra solución propuesta es el uso de materiales alternativos en el preimpregnado. La resina en un preimpregnado se puede hacer más conductiva eléctricamente mediante la adición de rellenos intrínsecamente conductores. Sin embargo, esto no tiene como resultado normalmente una conductividad mejorada en una dirección perpendicular a la dirección de las fibras de carbono, y meramente incrementa la conductividad en la dirección de fibra.

30 La presente invención busca proporcionar un material compuesto que tiene propiedades de conductividad eléctrica mejoradas en comparación con intentos previos como aquí se describe. La presente invención busca además proporcionar un método para hacer que el material compuesto tenga propiedades de conductividad eléctrica mejoradas.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un material compuesto que comprende:

40 al menos un preimpregnado no curado que comprende al menos una resina polimérica y al menos un refuerzo fibroso; y

una tinta conductora aplicada a al menos una superficie de dicho preimpregnado;

45 en el que la tinta conductora tiene una tensión superficial inferior a la energía superficial de al menos una superficie de dicho preimpregnado al que se aplica la tinta.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para preparar un material compuesto que comprende los pasos de:

50 proporcionar al menos un preimpregnado no curado que comprende al menos una resina polimérica y al menos un refuerzo fibroso; y

aplicar una tinta conductora a al menos una superficie de dicho preimpregnado;

55 en el que la tinta conductora tiene una tensión superficial inferior a la energía superficial de al menos una superficie de dicho preimpregnado al que se aplica la tinta conductora.

60 Sorprendentemente, se ha descubierto que aplicar una tinta con base de disolvente a un preimpregnado no curado no da como resultado la disolución de la resina del preimpregnado, causando por ello excesivo flujo del preimpregnado. Además, la tinta imprimida como líneas continuas en la superficie de preimpregnado da como resultado sorprendentemente la formación de líneas continuas de material eléctricamente conductor en el material curado final. La invención tiene aplicación particular, pero no exclusiva, en blindajes electromagnéticos y la fabricación de partes de aeronave.

La tinta conductora puede ser una tinta conductora con base de metal. En una realización de la invención, la tinta se proporciona como recubrimiento superficial (en las direcciones horizontales y y/o x) en cualquier patrón adecuado, por ejemplo al menos una línea y/o rejilla. Un patrón interconectado puede ser deseable. No es deseable proporcionar barras de material conductor que se extienden (en la dirección z vertical) a través del preimpregnado de una superficie a otra ya que esto podría afectar negativamente a las propiedades mecánicas del material curado final.

La tensión superficial de la tinta conductora está preferiblemente en el intervalo de 20 mN/m a 150 mN/m. Más preferiblemente, la tensión superficial está en el intervalo de 20 mN/m a 130 mN/m. Lo más preferiblemente, la tensión superficial de la tinta conductora está en el intervalo de 20 mN/m a 100 mN/m.

La tensión superficial se mide típicamente mediante el método de la placa de Wilhelmy en el que un rectángulo de vidrio (24 mm de anchura por 0,15 mm de grosor) unido a una microbalanza es introducido en el líquido (siendo la velocidad de inmersión de la placa en el fluido de 80 micrones por segundo), y la fuerza resultante en la placa se usa para calcular la tensión superficial: una alternativa es el método del anillo de du Nouy que sustituye un bucle de platino por la placa de vidrio.

La tinta conductora tiene una tensión superficial menor que la energía superficial de dicho preimpregnado al que se aplica la tinta conductora.

El análisis previo en el campo ha mostrado que las unidades de tensión superficial ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$) son equivalentes a julios por metro cuadrado ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$). Esto significa que la tensión superficial también puede ser considerada como energía superficial. Si una superficie con tensión superficial σ se expande por unidad de área, entonces el incremento en la energía superficial almacenada es también igual a σ . De esta forma, la tensión superficial de la tinta conductora y la energía superficial del preimpregnado son comparables.

La tensión superficial de la tinta conductora puede ser cambiada por adición de cualquier agente adecuado de alteración de tensión superficial. Preferiblemente, el agente de alteración de tensión superficial es seleccionado entre surfactantes, agentes humectantes, o una combinación de estos.

La tinta conductora con base de metal puede comprender cualquier metal adecuado para proporcionar una trayectoria de conducción eléctrica. El metal se selecciona más preferiblemente entre el cobre, oro, plata, o cualquier combinación de estos. El carbono, aunque no es un metal, puede también proporcionar un nivel adecuado de conductividad eléctrica en mezcla con un metal. Así, en una realización, la tinta conductora con base de metal es una tinta de carbono combinada con una tinta de plata.

La tinta conductora con base de metal puede comprender partículas de metal. Las partículas de metal pueden estar en forma de copos, esferas, dendritas, o cualquier otra forma adecuada.

El tamaño de las partículas de metal puede estar en el intervalo de 10 nm a 100 μm , más preferiblemente en el intervalo de 100 nm a 50 μm y lo más preferiblemente en el intervalo de 500 nm a 50 μm .

La tinta conductora puede comprender un sistema de aglutinante de resina.

El sistema de aglutinante de resina puede comprender una resina termoestable o termoplástica. El sistema de aglutinante de resina comprende más preferiblemente una resina termoestable.

El término "termoestable" incluye cualquier material adecuado que es plástico y normalmente líquido, polvo, o maleable antes del curado y está diseñado para ser moldeado en una forma final. Una vez curado, un termoestable no es adecuado para fundir y remodelar. Los materiales termoestables adecuados para la presente invención incluyen, pero no están limitados a, resinas basadas en fenol-formaldehído, urea-formaldehído, 1,3,5-triazin-2,4,6-triamina (melamina), poliésteres, polímeros epoxi, o cualquier combinación de estos.

El término "termoplástico" incluye cualquier material adecuado que es plástico o deformable, y que se funde en un estado líquido al calentarlo. Los materiales termoplásticos adecuados para la presente invención incluyen, pero no están limitados a, acrílicos, celuloideos, polímeros epoxi, poliácridatos, poliácridonitrilos, poliamidas, polibutilenos, policarbonatos, poliésteres, polietilenos, poliuretanos, polipropilenos, poliestirenos, óxidos de polifenileno, o cualquier combinación de estos.

Más preferiblemente, el sistema de aglutinante de resina puede ser seleccionado entre resinas de epoxi, resinas acrílicas, resinas de viniléster, resinas fenólicas, o cualquier combinación de estas. El material de termoestable es más preferiblemente una resina epoxi.

El sistema de aglutinante de resina puede ser un sistema de una o dos partes. El sistema de aglutinante de resina puede preferiblemente ser un sistema de una parte. Se prefiere que los sistemas de una parte permitan un funcionamiento continuo y posibiliten que se consiga una vida expuesta larga.

5 El sistema de aglutinante de resina puede comprender al menos un disolvente. El al menos un disolvente puede ser cualquier disolvente adecuado para formular o adelgazar tintas conductoras. Más preferiblemente, el al menos un disolvente es seleccionado entre alcoholes, cetonas, hidrocarburos aromáticos, ésteres y diésteres alifáticos, glicol-ésteres incluyendo acetato de butilcellosolve (o acetato de 2-butoxietanol), éteres incluyendo 1-metoxi-2-propanol y 2-(2-butoxi)etanol, cualquier otro disolvente adecuado, o cualquier combinación de estos.

10 El al menos un disolvente puede proporcionar control de viscosidad.

15 El sistema de aglutinante de resina puede comprender líquidos monómeros. Los líquidos monómeros pueden ser seleccionados entre acrílicos, metacrílicos, estirenos, vinilésteres, otros monómeros adecuados para sistemas curados por radiación, o cualquier combinación de estos.

20 La tinta conductora puede también incluir ingredientes adicionales tales como agentes potenciadores o modificadores del rendimiento. Los agentes potenciadores o modificadores del rendimiento, por ejemplo, pueden ser seleccionados entre flexibilizadores, agentes endurecedores, aceleradores, cauchos de núcleo-corteza y termoplásticos, retardadores de llama, agentes humectantes, pigmentos/tintes, absorbedores de UV, compuestos antifúngicos, rellenos, partículas endurecedoras y modificadores de viscosidad.

25 La tinta conductora puede ser seleccionada entre cualquier tinta conductora adecuada. Las tintas conductoras adecuadas pueden ser seleccionadas entre tintas comercialmente disponibles, y, a modo solamente de ejemplo, incluyen las de:

tintas de plata XZ253, XZ251, XV800, XZ302 y XZ302-1 de Coates Circuit Products de Bath, Reino Unido;

30 tintas de plata 102-05F, 105-43, 117-48, 120-07, 118-41 de Creative Materials de Tyngsboro, Massachusetts, EE.UU.; y

tintas de plata altamente conductoras PI- 2000, PI-2200, PI-2310, PI-2320, PI-2500 y PI-2600 de Dow Corning de Midland, Michigan, EE.UU..

35 La energía superficial del preimpregnado está preferiblemente en el intervalo de 10 mN/m a 80 mN/m. Más preferiblemente, la energía superficial está en el intervalo de 20 mN/m a 70 mN/m. Lo más preferiblemente, la energía superficial del preimpregnado está en el intervalo de 30 mN/m a 70 mN/m.

40 La energía superficial puede ser medida para un preimpregnado mediante una modificación del método de la placa de Wilhelmy, descrito previamente aquí, en el que el preimpregnado forma la placa suspendida y se usan al menos dos fluidos de inmersión para definir los ángulos de contacto desde los que puede ser determinada la energía superficial del preimpregnado.

45 El refuerzo fibroso del preimpregnado puede ser seleccionado entre sistemas de fibra híbridos o mixtos que comprenden fibras sintéticas o naturales, o una combinación de estas. El refuerzo fibroso puede ser seleccionado preferiblemente entre cualquier material adecuado tal como fibra de vidrio, fibras de carbono o aramida (poliamida aromática). El refuerzo fibroso es lo más preferiblemente fibras de carbono.

50 El refuerzo fibroso puede comprender fibras fisuradas (es decir, rotas por estiramiento) o selectivamente discontinuas, o fibras continuas. Está previsto que el uso de fibras fisuradas o selectivamente discontinuas puede facilitar la superposición del material compuesto curado antes de ser totalmente curado de acuerdo con la invención, y mejorar su capacidad de ser conformado.

55 El refuerzo fibroso puede estar en forma de estructura textil tejida, no rizada, no tejida, unidireccional, o multiaxial.

La forma tejida puede ser seleccionada entre un estilo de tejedura liso, raso o asargado. Las formas no rizada y multiaxial pueden tener un cierto número de hojas y orientaciones de fibra.

60 Tales estilos y formas son bien conocidos en el campo del refuerzo de material compuesto, y están comercialmente disponibles de un cierto número de empresas incluyendo Hexcel Reinforcements de Villeurbanne, Francia.

La resina polimérica del preimpregnado comprende preferiblemente al menos una resina de termoestable.

5 El término “resina de termoestable” incluye cualquier material adecuado que es plástico y normalmente líquido, polvo, o maleable antes del curado y está diseñado para ser moldeado en una forma final. Una vez curada, una resina de termoestable no es adecuada para fundir y remodelar. Los materiales de resina de termoestable adecuados para la presente invención incluyen, pero no están limitados a, resinas de fenol-formaldehído, urea-formaldehído, 1,3,5-triazin-2,4,6-triamina (melamina), bismaleimida, resinas de viniléster, resinas de benzoxazina, resinas fenólicas, poliésteres, resinas de éstercianato, polímeros epoxi, o cualquier combinación de estos.

10 La resina de termoestable es seleccionada preferiblemente entre resinas epoxi, resinas de éstercianato, resinas fenólicas, de benzoxazina, viniléster y bismaleimida.

La resina de termoestable puede ser cualquier resina de termoestable adecuada. Las resinas de termoestable adecuadas pueden ser seleccionadas entre resinas disponibles comercialmente, y, a modo solamente de ejemplo, incluyen las (vendidas en forma de preimpregnados) de:

15 HexPly® intervalo entre M 9.1 y M 9.6 disponible de Hexcel Composites, Duxford, Inglaterra;

WE 90 y WE 91 de SP Systems, Isla de Wight, Inglaterra; y

20 Materiales de LTM y MTM del grupo Advanced Composites, Heanor, Inglaterra.

La resina de termoestable comprende preferiblemente al menos uno de bisfenol-A (BPA) diglicidil éter y bisfenol-F diglicidil éter y sus derivados; derivado de tetraglicidilo de 4,4'-diaminodifenilmetano (TGDDM); derivado de triglicidilo de aminofenoles y otros glicidil éteres y glicidil aminas bien conocidos en la técnica; y al menos un agente de curado, incluyendo los ejemplos particularmente preferidos de agente de curado dicianidamida; 4,4'-diaminodifenilsulfona; 25 3,3'-diaminodifenilsulfona; 4,4'-diaminodifenilmetano; y otros agentes de curado bien conocidos en la técnica.

La resina de termoestable puede comprender también un acelerador que es típicamente una urona. Los aceleradores adecuados, que pueden ser usados solos o en combinación, incluyen N,N-dimetil-N'-3,4-diclorofenil urea (Diuron), N'-3-clorofenil urea (Monuron) y preferiblemente N,N-(4-metil-m-fenilen bis[N',N'-dimetilurea]) (UR500).

30 La resina de termoestable se aplica al refuerzo fibroso. El refuerzo fibroso puede estar total o parcialmente impregnado por la resina de termoestable. En una realización alternativa, la resina de termoestable puede ser una capa separada que está próxima a, y en contacto con, el refuerzo fibroso, pero no impregna substancialmente dicho refuerzo fibroso.

35 El preimpregnado puede también incluir ingredientes adicionales tales como agentes potenciadores o modificadores del rendimiento. Los agentes potenciadores o modificadores del rendimiento, por ejemplo, pueden ser seleccionados entre flexibilizadores, agentes endurecedores, aceleradores, cauchos de núcleo-corteza y termoplásticos, retardadores de llama, agentes humectantes, pigmentos/tintes, absorbentes de UV, compuestos antifúngicos, rellenos, partículas endurecedoras y modificadores de viscosidad.

40 El preimpregnado puede estar en forma de cintas continuas, estopas impregnadas, bandas, o tramos seccionados (se pueden llevar a cabo operaciones de seccionado y rajado en cualquier punto después de la impresión). El preimpregnado puede ser un adhesivo o película de revestimiento y puede adicionalmente haber incorporado vehículos en varias formas tanto tejidas, como tricotadas, como no tejidas.

45 La tinta conductora se aplica en la superficie de dicho preimpregnado. Preferiblemente, la tinta conductora se imprime en la superficie de dicho preimpregnado. Otras técnicas adecuadas para aplicación de la tinta conductora en la superficie de dicho material preimpregnado incluyen, a modo de ejemplo, pintar, gofrar, o gravar.

50 Las técnicas de impresión que pueden ser usadas incluyen cualquier método adecuado. Las técnicas de impresión preferibles pueden ser seleccionadas entre grabado, litografía o estarcido. El estarcido es la técnica más preferida. El estarcido es la más preferida ya que proporciona huellas claras bien definidas con buena cobertura del preimpregnado. El estarcido puede ser llevado a cabo con plantillas estáticas o giratorias, pero se prefieren estas 55 últimas para fabricar longitudes continuas de preimpregnado impreso.

Los pesos de recubrimiento de tintas conductoras varían dependiendo del patrón y los medios de impresión. Preferiblemente el peso de recubrimiento de la tinta conductora para un patrón típico está en el intervalo de 1 a 100 gm^{-2} . Más preferiblemente, el peso de recubrimiento está en el intervalo de 2 a 50 gm^{-2} . Lo más preferiblemente, el 60 peso de recubrimiento está en el intervalo de 2 a 20 gm^{-2} .

Las líneas conductoras, formadas por la tinta conductora, pueden ser imprimidas en patrones que son de otro modo difíciles o imposibles de hacer usar cables de metal. Por ejemplo, se pueden imprimir huellas y canales que

posibilitarían que escapase aire durante la consolidación y el curado del material compuesto, y servirían por ello para un doble propósito.

5 El material compuesto de la invención puede ser totalmente curado usando cualesquiera condiciones adecuadas de presión, temperatura y tiempo conocidas en la técnica.

Así, de acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para hacer un material compuesto curado que comprende los pasos del segundo aspecto, y curar el material compuesto usando cualquier método de curado conocido.

10 El material compuesto puede ser curado más preferiblemente usando un método seleccionado entre radiación de UV visible, radiación de microondas, haz de electrones, radiación gamma, u otra radiación no térmica adecuada después de la aplicación de la tinta conductora en la al menos una superficie de dicho preimpregnado.

15 Preferiblemente, las condiciones de curado de la tinta conductora son substancialmente similares a las condiciones de curado de el al menos un preimpregnado.

Se ha descubierto sorprendentemente que, después del curado, hay poca o ninguna difusión de las partículas de metal de la tinta conductora, y las líneas conductoras curadas imprimidas mantienen alta conductividad.

20 Se pueden imprimir fácilmente estructuras de malla u otros patrones. Como las líneas imprimidas son más superficiales que los cables de metal, hay un ahorro de peso típicamente del 80-90% con relación al peso de la malla de cobre. Adicionalmente, el proceso de impresión puede ser integrado en el proceso de fabricación de preimpregnado de una forma que es difícil o imposible con la adición de mallas de cable.

25 La pegajosidad es un factor importante en determinar las características de manejo de los materiales compuestos. Los materiales, tales como las tintas conductoras usadas en la presente invención, se basan en la química de resinas termoestables curables por calor y por lo tanto las líneas conductoras impresas permanecen pegajosas después de la impresión. Por lo tanto, el uso de tintas conductoras de la presente invención no da como resultado ninguna pérdida global de pegajosidad como se observaría de otro modo si se aplicase un cable de malla de metal en una superficie preimpregnada. La pegajosidad de las líneas conductoras impresas formadas por las tintas conductoras de la presente invención desaparece totalmente durante el curado.

35 El material compuesto curado resultante tiene una conductividad superficial, y/o aparente, en todas direcciones.

Se pueden depositar metales en preimpregnados usando métodos de deposición sin corriente eléctrica o pulverización catódica, pero estos métodos incluyen procesos complejos y también la inmersión del preimpregnado en baños químicos acuosos (para deposición sin corriente eléctrica), o transportar el preimpregnado a través de cámaras de alto vacío (para métodos de pulverización catódica), nada de lo cual puede ser conseguido fácilmente con procesos rápidos continuos.

45 Se pueden usar múltiples capas de materiales compuestos impresos de manera conductiva. Así, a modo de ejemplo, se puede preparar un conjunto usando 12 hojas de materiales compuestos no impresos estándar, y 4 hojas de materiales compuestos impresos de manera conductiva de esta invención, aumentando así la conductividad superficial del conjunto final. Como ejemplo adicional, se podría preparar un conjunto de estratificado con 12 hojas de materiales compuestos estándar y un material compuesto impreso de manera conductiva sin refuerzo de fibra de carbono. Opcionalmente, cuando se usa un material compuesto de superficie impresa de manera conductiva, se puede colocar una capa eléctricamente aislante entre las hojas de fibra de carbono y la superficie de resina impresa. Por ejemplo, una capa fibrosa reforzada de vidrio puede ser usada como capa aislante. Se entiende que hay muchos posibles conjuntos que podrían ser usados, y estos son a modo de ejemplo sólo.

55 Un beneficio adicional es que el material compuesto de la presente invención antes de ser plenamente curado es totalmente flexible, y es adecuado para procesos automatizados de superposición de cinta que se usan cada vez más en la fabricación de estructuras compuestas grandes en la industria aeroespacial.

Todas las características descritas aquí pueden ser combinadas con cualquiera de los aspectos anteriores, en cualquier combinación.

60 Con el fin de que la presente invención se pueda comprender más fácilmente, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a la siguiente descripción y dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es un material compuesto antes de ser totalmente curado de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es un material compuesto curado;

la figura 3 es un material compuesto curado adicional; y

5 la figura 4 es un material compuesto curado adicional.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un material compuesto 1 antes de ser totalmente curado. El material 1
mostrado se imprime usando una plantilla de impresión de PET de malla A4 90 obtenida de Mascoprint, Hemel
Hempead, Hertfordshire, Inglaterra. El material compuesto 1 ha imprimido en la capa superficial 3 de preimpregnado
10 un patrón 2 de tinta conductora. El patrón 2 de tinta conductora está en forma de malla cuadrada, con un paso de
1,7 mm y un grosor de línea de 0,4 mm. La tinta conductora 2 usada es tinta de plata termoestable tipo Coates Z253,
83% de sólidos, comercialmente obtenida de Coates Circuit Products, Norton Hill, Midsomer Norton, Bath, Reino
Unido.

15 El preimpregnado 3 usado es Hexcel Hexply M21, 35% de resina, 268 gm^{-2} de fibra de carbono IM7. El disolvente
del patrón de tinta conductora 2 se retiró con una corriente de aire a temperatura ambiente a lo largo de un periodo
de 30 minutos. El material compuesto 1 puede ser calentado ligeramente durante el secado para ayudar a nivelar la
superficie.

20 El material compuesto 1 de la figura 1 puede tener aplicado un papel siliconizado de liberación, y el material 1
almacenado en un congelador hasta que se requiera. El material 1 fue superpuesto como hoja superior de un
material estratificado unidireccional de 16 hojas, y subsiguientemente curado totalmente a 180°C durante 2 horas. El
peso de recubrimiento del resultante patrón de tinta conductora seca se descubrió que era 18 gm^{-2} .

25 Haciendo referencia a la figura 2, se muestra un ejemplo de un material compuesto 10 totalmente curado. El patrón
11 de tinta conductora comprende huellas de tinta de plata, que no son afectadas esencialmente por el proceso de
curado y permanecen eléctricamente conductivas.

30 Un espécimen rectangular del material 10 con dimensiones 116 x 38 mm fue cortado con la dirección de fibra
discurriendo perpendicular al lado largo del espécimen. Los extremos del espécimen fueron recubiertos con cobre
mediante recubrimiento por cepillo, y la resistencia eléctrica del espécimen medida. La resistencia del conjunto fue
14 ohmios, en comparación con los 90 ohmios para un conjunto idéntico sin tinta de plata. Esto demuestra que se
puede lograr una resistencia eléctrica significativamente reducida para un material compuesto por medio de esta
invención.

35 Haciendo referencia a la figura 3 y a la figura 4, se muestran ejemplos adicionales de materiales compuestos 20 y 30
totalmente curados. Los materiales 20 y 30 fueron formados a partir de materiales compuestos que comprenden
preimpregnados Hexply 8552 y M21.

40 La tinta conductora 22 y 32 se imprimió en la superficie de los materiales compuestos antes de ser totalmente
curados con el fin de formar líneas y patrones conductores. El disolvente en las tintas conductoras 22 y 32 se retiró
mediante una corriente de aire, y los materiales compuestos se calentaron ligeramente durante el secado para
ayudar a nivelar la superficie. También se aplicó un papel siliconizado de liberación. La tinta conductora 22 y 32
45 usada es una tinta 22 y 32 que contiene plata comercialmente obtenible de Coates Circuit Products, Norton Hill,
Midsomer Norton, Bath, Reino Unido (tipo Z253).

El peso aéreo resultante de las tintas conductoras 22 y 32 después de la aplicación era de unos 9,4 gm^{-2} para el
40% de cobertura. Los materiales compuestos fueron totalmente curados usando ciclos de curado conocidos
convencionales para formar los materiales curados 20 y 30. Después del curado, la resistencia eléctrica de un tramo
50 típico de 1 cm (0,5 mm de anchura) se descubrió que era 1 ohmio.

Los materiales compuestos 20 y 30 totalmente curados de la figura 3 y la figura 4 muestran dos patrones diferentes
de tinta conductora 22 y 32 impresos en las superficies. La figura 3 muestra un patrón que comprende una pluralidad
de líneas paralelas de tinta conductora 22. La figura 4 muestra un patrón de líneas cruzadas con líneas 32 de tinta
55 conductora de intersección.

Se puede apreciar que cualquier patrón adecuado de tinta conductora puede ser impreso en la superficie de
preimpregnado antes de ser curado.

60 Hay que entender que la invención no ha de limitarse a los detalles de las realizaciones anteriores, que se describen
sólo a modo de ejemplo. Son posibles muchas variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un material compuesto que comprende:
- 5 al menos un preimpregnado no curado, comprendiendo dicho preimpregnado al menos una resina polimérica y al menos un refuerzo fibroso, y
- una tinta conductora aplicada al menos a una superficie de dicho preimpregnado no curado;
- 10 en el que la tinta conductora tiene una tensión superficial inferior a la energía superficial de al menos una superficie de dicho preimpregnado al que se aplica la tinta.
2. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la aplicación de tinta conductora es únicamente en dicha superficie del preimpregnado.
- 15 3. Un material compuesto de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la tinta conductora es una tinta conductora con base de metal.
4. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la tinta conductora con base de metal comprende metal seleccionado entre cobre, oro, plata, carbono, o cualquier combinación de estos.
- 20 5. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que la tinta conductora con base de metal comprende partículas de metal.
- 25 6. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 5, en el que las partículas de metal tienen un tamaño en el intervalo de 10 nm a 100 µm.
7. Un material compuesto de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la tensión superficial de la tinta conductora se cambia mediante la adición de un agente de alteración de tensión superficial.
- 30 8. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el agente de alteración de tensión superficial está seleccionado entre surfactantes, agentes humectantes, o una combinación de estos.
9. Un material compuesto de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la tinta conductora comprende un sistema de aglutinante de resina.
- 35 10. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el sistema de aglutinante de resina comprende una resina termoestable o termoplástica.
- 40 11. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que el sistema de aglutinante de resina está seleccionado entre resinas epoxi, resinas acrílicas, resinas de viniléster, resinas fenólicas, o cualquier combinación de estas.
- 45 12. Un método de hacer material compuesto, que comprende los pasos de:
- proporcionar al menos un preimpregnado no curado que comprende al menos una resina polimérica y al menos un refuerzo fibroso, y
- 50 aplicar una tinta conductora al menos a una superficie de dicho preimpregnado no curado;
- en el que la tinta conductora tiene una tensión superficial inferior a la energía superficial de al menos una superficie de dicho preimpregnado al que se aplica la tinta conductora.
- 55 13. Un método de hacer un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la tinta conductora se imprime en la superficie de dicho preimpregnado.
14. Un método de hacer un material compuesto curado que comprende los pasos de la reivindicación 12, y subsiguientemente curar el material compuesto.
- 60 15. Un método de hacer un material compuesto curado de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la tinta conductora y el preimpregnado son ambos curados en el mismo paso de curado.

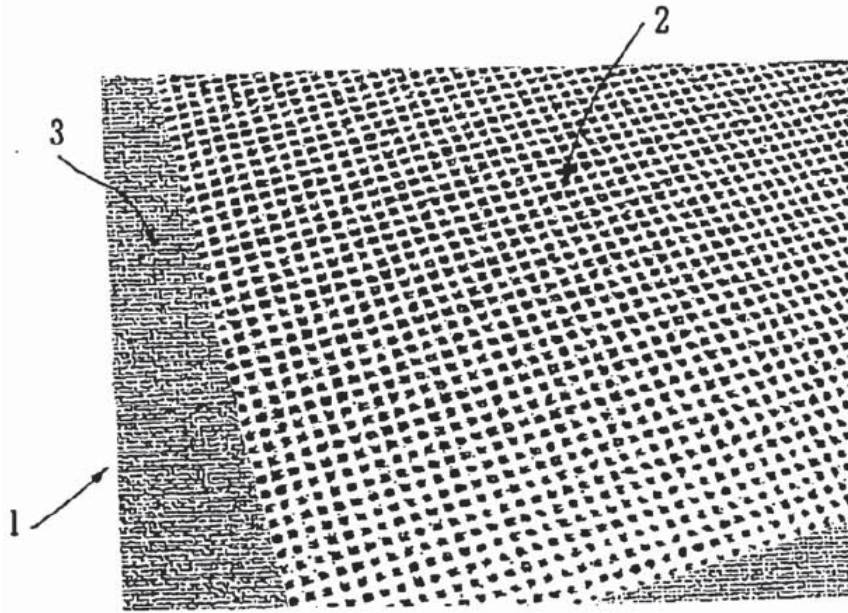


FIG. 1

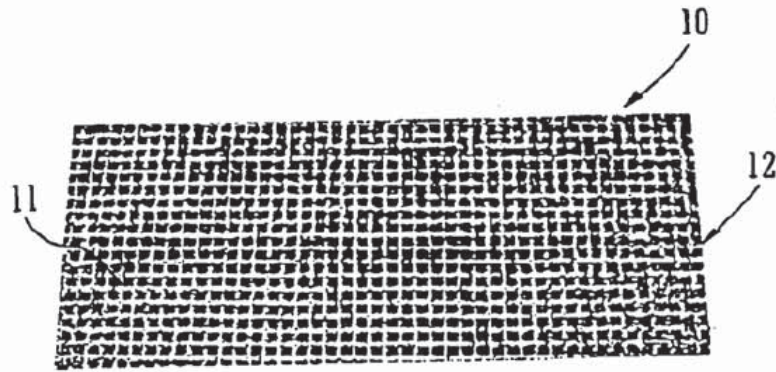


FIG. 2

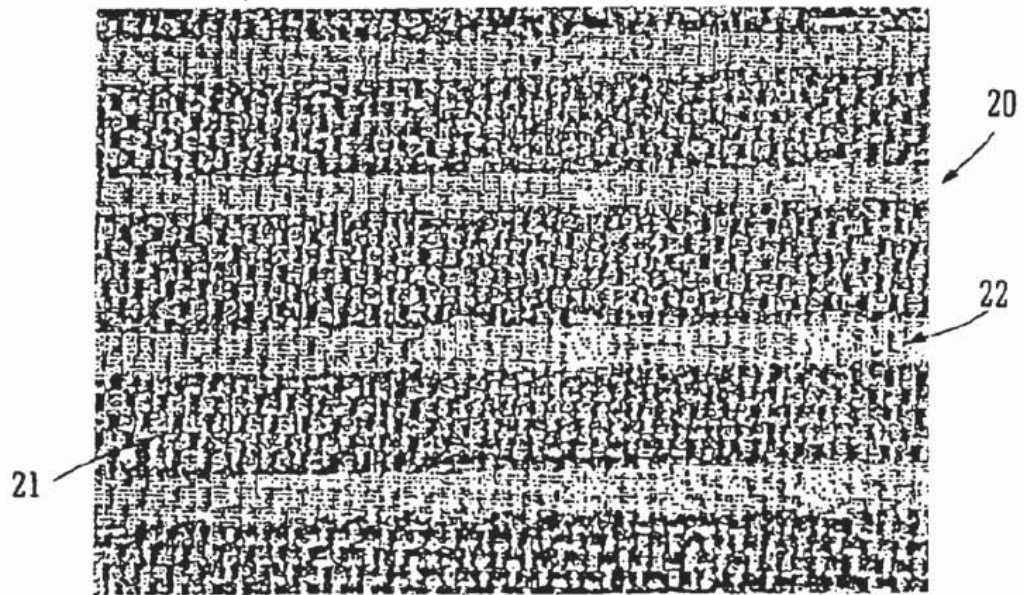


FIG. 3

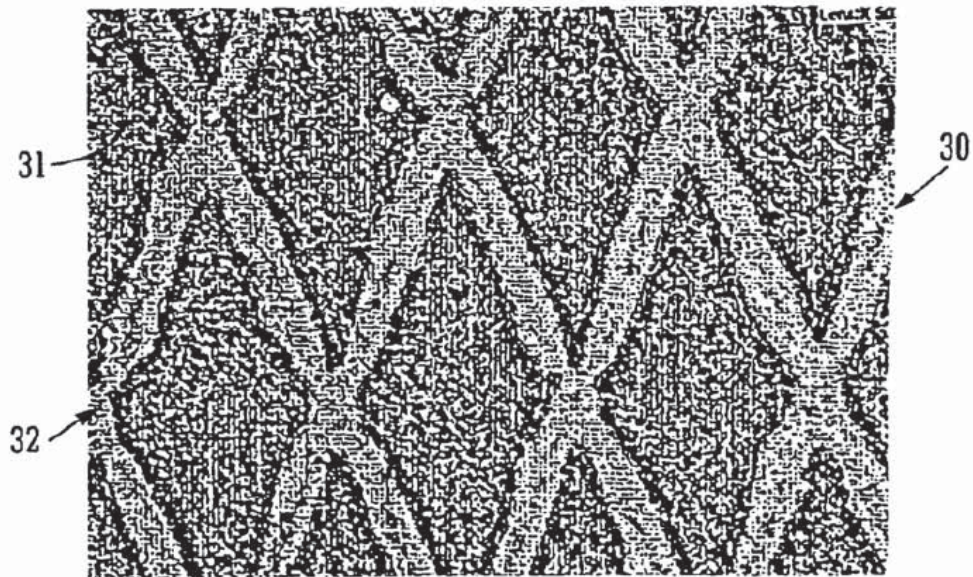


FIG. 4