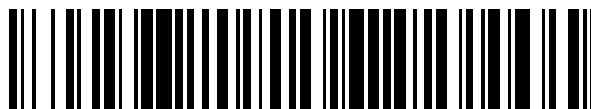


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 517 565**

51 Int. Cl.:

C08L 63/00 (2006.01)

B32B 3/12 (2006.01)

B32B 27/04 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2007 E 07742311 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2014721**

54 Título: **Composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras**

30 Prioridad:

25.04.2006 JP 2006120698

28.09.2006 JP 2006264577

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.11.2014

73 Titular/es:

**THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD. (100.0%)
36-11 Shimbashi 5-chome Minato-ku
Tokyo 105-8685, JP**

72 Inventor/es:

**KOUSAHA, TAKASHI;
ITO, TOMOHIRO;
IWATA, MITSUHIRO y
MIYOSHI, KOICHIRO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 517 565 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

Composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras, y más específicamente, se refiere a una composición de resina de epoxi para uso en un prepreg, también conocido como material preimpregnado, autoadhesivo para una lámina de la cara de un panel de nido de abeja.

Antecedentes de la técnica

- 10 Materiales compuestos reforzados con fibras que contienen una composición de resina de epoxi que sirve como resina de matriz se han usado ampliamente en aeronaves, automóviles y aplicaciones industriales debido a sus propiedades mecánicas superiores y similares. Especialmente, para materiales estructurales y materiales de interiores para aeronaves, desde la perspectiva de la consecución de un peso más ligero, hay más casos donde se utilizan materiales compuestos reforzados con fibras como láminas de la cara de los paneles de nido de abeja.

- 15 Convencionalmente, un panel de nido de abeja se produce en el llamado moldeo por co-curado en el que un agente adhesivo de tipo película se coloca a ambos lados de un núcleo de nido de abeja, un material prepreg (material compuesto reforzado con fibras sin curar) que sirve como una lámina de la cara se lamina a ambos lados del núcleo de nido de abeja, y el curado de la resina que constituye el prepreg y la adherencia entre la lámina de la cara y el núcleo de nido de abeja se realizan simultáneamente. En los últimos años, con el objetivo de obtener un panel de nido de abeja más ligero y para reducir el costo del moldeo, se ha demandado una técnica denominada de autoadhesión para unir directamente un núcleo de nido de abeja y un material prepreg.

- 20 Para conseguir que un prepreg muestre auto-adhesividad, es importante formar un filete humedeciendo una superficie de unión entre el núcleo de nido de abeja y el material prepreg con una resina del prepreg en el curado por calor, la denominada formación de filete, y mejorar la forma y fuerza del filete. El filete está formado por la resina en un estado de colgado o de saltado desde el prepreg en la dirección del espesor del núcleo de nido de abeja a lo largo de la pared del nido de abeja, y tiene una forma profundamente asociada con la viscosidad de la resina.
- 25 Además, la fuerza del filete se ve afectada por la fortaleza de la resina de matriz que constituye el material prepreg.

- El documento de patente 1 describe, en relación con una resina de composición termoestable que comprende una resina termoestable y una resina termoplástica, que la fortaleza de la resina termoestable se mejora mediante la consecución de una morfología de fase co-continua de la misma después de haber sido curada. Sin embargo, esta composición de resina termoestable, aunque con la fortaleza de la resina termoestable mejorada en cierta medida,
- 30 no ha sido suficiente necesariamente para mejorarla hasta la fortaleza necesaria para mejorar la fuerza del filete formado cuando un nido de abeja y un material prepreg se unen directamente.

Documento de patente 1: Solicitud de Patente Japonesa Kokai Publicación No. Hei. 2-305860

- El documento de patente europea EP 0 927 737 describe prepregs para laminados estructurados de nido de abeja que comprenden una resina epoxi, una sulfona de poliéter terminada en un grupo hidroxilo, partículas de nilón finas
- 35 (5 micrómetros) y diaminodifenilsulfona que se originan después del curado en una estructura separada de microfase con dominios de tamaño de partícula de 3 micrómetros.

El documento de patente europea EP 1 452 566 se refiere a mezclas de prepregs que comprenden una resina de epoxi, un agente de curado y un acelerador y un polímero monoolefínico reactivo. En el producto curado se ve una estructura de mar-isla donde las partículas dispersas tienen un diámetro de varios micrómetros.

40 **Descripción de la invención**

Problemas a resolver por la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras mejorada con la fortaleza necesaria para mejorar la fuerza de auto-adherencia de una resina de matriz para su uso en un prepreg como una lámina de la cara de un panel de nido de abeja.

45 **Medios para resolver los problemas**

- Una composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención que consigue el objetivo anterior comprende: una resina de epoxi (A); una resina termoplástica (B); partículas de resina sólidas finas (C); y un agente de curado (D). La composición de resina de epoxi se caracteriza porque la composición de resina de epoxi después de haber sido curada tiene una morfología en la que la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) forman fases co-continuas, y las partículas de resina sólidas finas (C) se dispersan en al
- 50 menos la fase continua de la resina de epoxi (A) en las fases co-continuas.

Efectos de la invención

En los materiales compuestos reforzados con fibras de la composición de resina de epoxi de la presente invención, la fortaleza se puede mejorar mediante la formación de fases co-continuas estructurales de red de tres dimensiones que tienen la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) finamente mezcladas una con otra. La fortaleza se puede mejorar aún más por medio de las partículas sólidas finas de resina (C), que han sido disueltas y hechas más pequeñas, finamente dispersas en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A). Por lo tanto, mediante el uso de esta composición de resina de epoxi como una resina de matriz, la fuerza auto-adhesiva del material prepreg se puede mejorar aún más.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

En la composición de resina de epoxi de la presente invención, la resina de epoxi (A) no está particularmente limitada. Sin embargo, los ejemplos preferidos de las mismas son: resinas de epoxi de bisfenol tipo A; resinas epoxi de bisfenol tipo F; resinas de epoxi tipo naftaleno; resinas de epoxi tipo difenilfluoreno; resinas de triglicidilaminofenol; resinas de triglicidilaminocresol; resinas de triglicidildiaminodifenilmetano; resinas de amina de tetraglicidil m-xilileno; resinas de N, N-diaminocresol; resinas de epoxi de tipo novolac de fenol; resinas de epoxi de tipo novolac de cresol; resinas de epoxi de tipo bifenilo; y resinas de epoxi de tipo dicitopentadieno; y varias resinas de epoxi modificadas de las resinas anteriores; junto con las resinas de epoxi cristalinas y las resinas de epoxi cristalinas monomoleculares. En cuanto a la resina de epoxi (A), con el fin de aumentar la compatibilidad con la resina termoplástica (B) con el fin de disolverla completamente en la resina termoplástica (B) en la mezcla por calefacción, se prefiere emplear una resina de epoxi líquida. De las resinas mencionadas anteriormente, una resina de epoxi de tipo de bajo peso molecular puede seleccionarse en consecuencia. En cuanto a la resina de epoxi (A), según las características de demanda del material prepreg, puede utilizarse una resina sola o más de dos tipos de resina en combinación seleccionadas de las resinas de epoxi mencionadas anteriormente preferiblemente de manera que la morfología que se ha descrito anteriormente se pueda expresar en la composición de resina de epoxi después de haber sido curada.

La forma de la resina de epoxi (A) es preferiblemente como líquida a temperatura ambiente, y la viscosidad de la misma, a una temperatura de 25° C es preferiblemente de 1 a 100 poises, y más preferiblemente de 5 a 50 poises. Mediante el ajuste de la viscosidad en este intervalo, es posible ajustar fácilmente la viscosidad de la composición de la resina de epoxi en un intervalo apropiado cuando se añade la resina termoplástica (B), y adicionalmente formar fases co-continuas en la composición de la resina de epoxi después del curado. Cabe señalar que la viscosidad a una temperatura de 25° C es un valor medido usando un viscosímetro rotatorio de tipo BH. Para ser más específico, una lata que contiene una resina epoxi se coloca en un baño termostático mantenido a una temperatura de 25° C, y el valor se lee en la escala del viscosímetro rotatorio de tipo BH cuando se estabiliza la carga del mismo.

Mientras tanto, puede añadirse a la resina de epoxi (A), una resina de epoxi que esté en un estado semisólido o sólido dentro de un intervalo que no perjudique los efectos de la presente invención. Por ejemplo, con respecto a 100 partes en peso de la resina de epoxi (A), se puede añadir una resina de epoxi en un estado semisólido o sólido en una proporción de 20 partes en peso o menos.

La resina termoplástica (B) se disuelve en la resina de epoxi (A) en la mezcla por calefacción, y forma una fase separada en el curado para formar fases co-continuas que están finamente mezcladas entre sí. Por consiguiente, se requiere que la resina termoplástica (B) tenga una buena compatibilidad con la resina de epoxi (A). Por esta razón, la resina termoplástica (B) tiene preferiblemente un grupo funcional reactivo en su extremo molecular. Tal grupo funcional reactivo no está particularmente limitado. Sin embargo, los ejemplos preferidos son: un grupo hidroxilo; un grupo carboxilo; y un grupo amino, y especialmente preferido es un grupo hidroxilo.

Aunque los tipos de resina termoplástica (B) no están particularmente limitados, son preferiblemente al menos un tipo seleccionado del grupo que consiste en: resinas de poliétersulfona; resinas de poliéterimida; resinas de poliimida; resinas de poliamida; resinas de poliéter; resinas de poliéster; resinas de polisulfona; resinas de poliamidaimida; resinas de poliacrilato; resinas de poliariléter; resinas de polifeniléter; y resinas de poliéterétercetona. Entre estas resinas, se prefieren las resinas de poliétersulfona y resinas de poliéterimida, y las resinas de poliétersulfona son especialmente preferidas debido a que son excelentes en cuanto a la compatibilidad con las resinas de epoxi, susceptibles de formar fases co-continuas, y capaces de mejorar la fortaleza.

Se prefiere utilizar la resina termoplástica (B) en un estado de partículas, y más preferible utilizar aquellas que tienen un diámetro de partícula de 200 micrómetros o menos, aún más preferido de 5 a 100 micrómetros. Mediante el uso de partículas finas que tienen este diámetro de partícula como resina termoplástica (B), las partículas se disuelven rápidamente y de manera uniforme, evitando tener grandes partículas que queden sin disolver cuando se añaden a la resina de epoxi. Por lo tanto, las fases co-continuas se pueden formar fácilmente después del curado. En otras palabras, mediante el uso de partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 200 micrómetros o menos como resina termoplástica (B), la resina termoplástica (B) se disuelve en la resina de epoxi (A) de manera uniforme; Por lo tanto, se pueden formar fácilmente fases co-continuas, y por lo tanto la fortaleza se puede mejorar suficientemente. Un método para la preparación de partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 200 micrómetros o menos,

no está particularmente limitado; sin embargo, las partículas finas se preparan preferiblemente mediante un método de molienda por impacto o un método de secado por pulverización.

La composición de la resina de epoxi de la presente invención se caracteriza porque se forman fases co-continuas de la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) mezcladas entre sí después del curado, y las partículas sólidas finas de resina (C) se dispersan en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A) en las fases co-continuas. Dado que las partículas sólidas finas de resina (C) forman una fase de dispersión más fina en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A), la concentración de la tensión dentro de la fase de resina de epoxi (A) puede ser dispersada a toda la parte, y por lo tanto la fortaleza puede ser mejorada. Debido a esta mejora en la fortaleza de la composición de resina de epoxi, la fuerza del filete se incrementa, y por lo tanto la fuerza de auto-adherencia del material prepreg puede ser mejorada. Cabe señalar que sólo se requiere que las partículas finas sólidas de resina (C) estén dispersas en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A), aunque pueden estar también dispersas en la fase continua de la resina termoplástica (B).

Se requiere que la resina que constituye las partículas sólidas finas de resina (C) sea al menos una resina que tenga una alta afinidad con la resina de epoxi (A), y puede ser o bien una resina termoestable o una resina termoplástica, o ambas usadas en combinación. En particular, en el caso de una resina termoestable, comprende preferiblemente una resina de epoxi, una resina de maleimida, una resina de cianato, o similares. Entre estas resinas, una resina de epoxi es más preferida. Tal resina de epoxi no está particularmente limitada; sin embargo, ejemplos preferidos incluyen: resinas de epoxi de bisfenol tipo A; resinas de epoxi de bisfenol tipo F; resinas de epoxi de fenol tipo novolac; resinas de epoxi de cresol tipo novolac; resinas de epoxi basadas en el esqueleto de biciclopentadieno; y resinas de epoxi basadas en el esqueleto de naftaleno. Resinas de epoxi de bisfenol tipo A son especialmente preferidas.

En cuanto a la resina de epoxi que constituye las partículas finas sólidas de resina (C), las resinas de tipo esqueleto de fenoxi son más preferibles, las cuales están cada una preparadas mediante la purificación de una resina de epoxi de bisfenol para aumentar la pureza mientras que aumenta el peso molecular de la misma, y por lo tanto son cada una creadas con un grupo epoxi en su extremo molecular. Con un grupo epoxi en su extremo molecular, la afinidad con la resina de epoxi (A) puede ser aumentada. La resina de tipo esqueleto de fenoxi es preferiblemente una resina de tipo fenoxi que incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en esqueletos de bisfenol A y esqueletos de bisfenol F. En la resina de tipo esqueleto de fenoxi, se logra un punto de reblandecimiento más alto mientras que la fortaleza se mejora.

En cuanto a la resina termoplástica que constituye las partículas finas sólidas de resina (C), aunque no particularmente limitada, se prefiere una que tenga un grupo funcional reactivo en su extremo molecular debido a que es altamente eficaz en la mejora de la fortaleza.

El peso molecular de la resina que constituye las partículas finas sólidas de resina (C) es preferiblemente de 10.000 a 100.000. Cuando el peso molecular está en un rango de 10.000 a 100.000, es posible prevenir que partículas de resina sólidas queden sin disolver y disolverlas uniformemente durante el curado de la composición de la resina de epoxi, y, como resultado de la dispersión uniforme de las partículas de resina sólidas, la fortaleza de la composición de la resina de epoxi pueden mejorarse. Cabe señalar que, en la presente invención, un peso molecular es un peso molecular promedio en peso medido por análisis de cromatografía de permeación en gel GPC.

En cuanto a la resina de epoxi que constituye las partículas sólidas finas de resina (C), se prefiere un tipo de resina de alto peso molecular, y más preferido es una resina de epoxi que tiene un peso molecular promedio en peso de entre 10.000 a 35.000. Se prefiere un peso molecular promedio en peso en un intervalo de 10.000 a 35.000 porque las partículas finas pueden ser fácilmente preparadas por un método de trituración por impacto o similares, y las partículas se pueden dispersar mejor en un proceso de curado térmico de la composición de resina de epoxi.

En cuanto a la resina de esqueleto de tipo fenoxi, usada como partículas sólidas finas de resina (C), que tiene un grupo epoxi en su extremo molecular, el peso molecular promedio en peso puede ser preferiblemente de 50.000 a 60.000. Esto es porque, cuando el peso molecular promedio en peso de la resina tipo esqueleto de fenoxi está en un intervalo de 50.000 a 60.000, las partículas finas pueden ser fácilmente preparadas por un método de trituración por impacto o similares, y estas partículas se pueden dispersar mejor en un proceso de curado térmico de la composición de resina de epoxi.

En cuanto a la resina de tipo esqueleto de fenoxi que tiene un grupo epoxi en su extremo molecular, el equivalente de epoxi puede ser preferentemente de 8.000 a 20.000 g/eq. Cuando el equivalente de epoxi es de 8.000 g/eq o mayor, la resina de tipo esqueleto de fenoxi no se disuelve completamente en la resina de epoxi (A) antes del curado térmico; por lo tanto, es posible formar una fase de dispersión separada en las fases continuas de la resina de epoxi (A) después del curado. Cuando el equivalente de epoxi es de 20.000 g/eq o menor, la resina de tipo esqueleto de fenoxi puede disolverse fácilmente en la resina de epoxi (A) en el curado por calefacción.

La resina de epoxi que constituye las partículas sólidas finas de resina (C) se hace preferiblemente de una resina de epoxi de bisfenol tipo A que está en un estado sólido a temperatura ambiente. Tal resina de epoxi de bisfenol tipo A se puede preparar mediante la purificación de una resina de epoxi tipo bisfenol para aumentar la pureza mientras

que aumenta el peso molecular de la misma. Esta resina de epoxi de bisfenol tipo A se prefiere porque tiene un punto de reblandecimiento alto, y por lo tanto mejora la manejabilidad del material prepreg, y mejora efectivamente la fortaleza.

5 La resina de epoxi de bisfenol tipo A tiene un equivalente de epoxi de preferiblemente 1000 a 8000 g/eq, y más preferiblemente de 2000 a 6000 g/eq. Cuando el equivalente de epoxi es de 1000 g/eq o mayor, la resina de epoxi de bisfenol tipo A no se disuelve completamente en la resina de epoxi (A) antes del curado térmico; por lo tanto, es posible formar una fase de dispersión separada en la fase continua de la resina de epoxi (A) después del curado. Cuando el equivalente de epóxido es de 8.000 g/eq o menor, la resina de epoxi de bisfenol tipo A puede disolverse fácilmente en la resina de epoxi (A) en el curado térmico.

10 Con el fin de disolver completamente las partículas sólidas finas de resina (C) en la resina de epoxi (A) en el curado térmico, pueden ser utilizadas partículas sólidas finas de resina (C) que tienen un diámetro de partícula de preferencia de 100 μm o menor, más preferiblemente de 5 μm a 100 μm . Al establecer el diámetro de las partículas sólidas finas de resina (C) en este intervalo, las partículas sólidas finas de resina (C) se disuelven fácilmente en la resina de epoxi (A) cuando se alcanza una temperatura predeterminada en el proceso de curado térmico. Por lo
15 tanto, mientras que la viscosidad de la composición de la resina se puede ajustar correctamente, la fortaleza del producto curado puede ser mejorada debido a la dispersión en la fase de resina de epoxi.

Después del curado de la composición de resina de epoxi, el diámetro de partícula de las partículas sólidas finas de resina (C) es preferiblemente de 0,1 a 2 μm , más preferiblemente de 0,1 a 0,5 μm . Es preferible dispersar las partículas sólidas finas de resina (C) que tienen un diámetro de partícula en un intervalo de 0,1 a 2 μm en la fase
20 continua de la resina de epoxi (A), porque así la fortaleza del producto de resina curado se puede mejorarse de manera eficiente.

Los tipos de agente de curado (D) no están particularmente limitados, siempre y cuando un compuesto tenga un grupo activo que pueda reaccionar con el grupo epoxi. Sin embargo, los ejemplos preferidos son: poliaminas aromáticas; poliaminas alifáticas; compuestos de imidazol; tetrametilguanidina; aminas añadidas a tiourea; anhidridos de ácidos carboxílicos; hidrazidas de ácidos carboxílicos; amidas de ácidos carboxílicos; compuestos de polifenol; resinas de novolac; y polimercaptanos. Especialmente, en la perspectiva de mejorar las propiedades mecánicas de un producto de resina curado, se prefiere el uso de poliaminas aromáticas. En particular, se prefiere especialmente usar diaminodifenilsulfonas, tales como 3,3'-diaminodifenilsulfona (3,3'-DDS) y 4,4'-diaminodifenilsulfona (4,4'-DDS).

30 Además, es preferible que el agente de curado (D) utilice además un agente de curado latente. El agente de curado latente es preferiblemente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en: dihidrazidas de ácidos orgánicos; diciandiamidas; aminimidas; sales de aminas terciarias; sales de imidazol; ácidos de Lewis; y ácidos de Bronsted; y especialmente preferidas son las dihidrazidas de ácidos orgánicos y diciandiamidas. Mediante el uso de un agente de curado latente, la fortaleza de un producto de resina curado se puede mejorar, en otras palabras, la auto-adhesividad del material prepreg se puede aumentar mediante la mejora de la fuerza del filete. Entre otros, como
35 agente de curado (D), es especialmente preferible usar al menos un agente de curado seleccionado del grupo que consiste de diaminodifenilsulfonas y agentes de curado latentes.

La composición de la resina de epoxi de la presente invención pueden contener preferiblemente, con respecto a 100 partes en peso de la resina de epoxi (A), la resina termoplástica (B) en una cantidad de 20 a 60 partes en peso, más preferiblemente 30 a 50 partes en peso, y las partículas sólidas finas de resina (C) en una cantidad de 2 a 20 partes en peso, más preferiblemente de 5 a 15 partes en peso.

Al establecer una cantidad de resina termoplástica (B) añadida en un intervalo de 20 a 60 partes en peso, la viscosidad de la composición de la resina de epoxi se puede ajustar correctamente, y por lo tanto se puede conseguir una forma favorable del filete. Al establecer la cantidad de 60 partes en peso o menos, la manejabilidad del material prepreg, tal como la pegajosidad y drapeado, se puede mejorar. Al establecer la cantidad de partículas sólidas finas de resina (C) añadida a 2 partes en peso o más, la fortaleza de un producto curado puede ser mejorada. Al establecer la cantidad de 20 partes en peso o menos, es posible mejorar la pegajosidad y drapeado mediante la consecución de una dureza apropiada del material prepreg.

El agente de curado (D) se puede añadir preferiblemente en una cantidad de 25 a 50 partes en peso, más preferiblemente de 30 a 45 partes en peso, con respecto a 100 partes en peso de la resina de epoxi (A). Al establecer una cantidad de agente de curado (D) añadida a de 25 a 50 partes en peso, las propiedades físicas, tales como fuerza, fortaleza y resistencia térmica, requeridas para un producto de resina curado que sirve como una lámina de la cara pueden ser mejoradas.

55 En la composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención, los componentes anteriores (A) a (D) son esenciales. Sin embargo, dentro de un rango que no perjudique los efectos de la presente invención, pueden añadirse diversos agentes aditivos, tales como agentes de curado, rellenos, estabilizadores, retardantes de llama, y pigmentos públicamente conocidos, distintos de los componentes anteriores (A) a (D), según sea necesario.

En cuanto a la composición de la resina de epoxi de la presente invención, el producto curado de la misma tiene un valor de resistencia a la fractura, que se mide según la norma ASTM D5045-91, preferiblemente de $1,8 \text{ MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$ o mayor preferiblemente $1,8$ a $2,5 \text{ MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$. Y más preferiblemente de $2,0$ a $2,5 \text{ MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$. Cuando el valor de resistencia a la fractura de la composición de la resina de epoxi curada es de $1,8 \text{ MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$ o mayor, la fortaleza de la parte del filete es alta, y la resistencia a la exfoliación puede estar tan mejorada que en el ensayo de exfoliación después de la unión de una lámina de la cara (pregreg) y el núcleo de nido de abeja se produce fractura del material en el núcleo de nido de abeja.

En la composición de resina de epoxi de la presente invención, la viscosidad mínima, que se mide en la medición de la viscoelasticidad dinámica a una tasa de incremento de temperatura de 2° C/minuto , es preferiblemente de 10 a $150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, y más preferiblemente de 20 a $150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$. El establecer una viscosidad mínima de la viscoelasticidad dinámica medida en un proceso de aumento de la temperatura en el intervalo anterior es necesario para la expresión de la productividad y la auto-adhesividad del material prepeg. Cuando se establece en $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, o por encima, puede formarse un buen filete, y por lo tanto la auto-adherencia se mejora. Cuando se ajusta a $150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ o por debajo, una fibra de refuerzo puede ser fácilmente impregnada con la composición de la resina en la producción del prepeg mientras se mantiene la capacidad de conformación del filete. Cabe señalar que, en la presente invención, una viscosidad mínima en la medición de la viscoelasticidad dinámica se refiere a un valor mínimo de la viscosidad del complejo que se mide en una composición de resina de epoxi como una muestra de la medición de la viscoelasticidad dinámica en un intervalo de temperatura de 25° C a 200° C con una tasa de elevación de temperatura de 2° C/minuto a una frecuencia de 10 rad/segundo a una tensión del 1% .

En cuanto a la composición de la resina de epoxi para los materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención, el producto de curado de la misma tiene una morfología en la que se forman fases continuas de red tridimensional estructural que tienen la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) mezcladas entre sí, y las partículas sólidas finas de resina (C) forman una fase de dispersión fina en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A). Por lo tanto, la composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención puede exhibir una fortaleza significativamente superior en comparación con el caso donde la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) simplemente forman fases co-continuas. En otras palabras, puesto que la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) forman fases co-continuas que tienen una estructura de red tridimensional, la interfaz de estas resinas en las que la tensión tiende a concentrarse forma una estructura tridimensional continua, y con ello la tensión puede dispersarse fácilmente a la parte entera, la adherencia en la interfaz de la resina se mejora por una buena compatibilidad entre estas resinas, y la resina termoplástica (B) que tiene una resistencia superior se forma como una fase continua. Como un resultado, la fortaleza del producto de resina curado puede ser mejorada. Además, ya que las partículas sólidas finas de resina (C) se dispersan para formar una fina fase de dispersión en la fase continua de la resina de epoxi (A), se supone que la tensión cargada dentro de la fase de la resina de epoxi (A) se dispersa, la fortaleza de la fase de la resina de epoxi (A) mejora, y por lo tanto la resistencia de todo el producto de resina curada se mejora aún más.

Aunque no está particularmente limitada, una materia prima utilizada para la resina epoxi de la composición de los materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención incluye preferentemente: una resina de epoxi (A) que está en un estado líquido; la resina termoplástica (B) que tiene un grupo funcional reactivo en su extremo molecular; las partículas finas sólidas de resina (C), que tienen un diámetro de partícula de $100 \mu\text{m}$ o menos; y el agente de curado (D). Mediante el empleo de una resina de epoxi líquida como la resina (A), es posible mejorar la compatibilidad de la misma con la resina termoplástica (B), y de este modo disolver la resina termoplástica (B) a fondo en la mezcla con calor.

Mediante el empleo de una resina termoplástica que tiene un grupo funcional reactivo en su extremo molecular tal como la resina termoplástica (B), la compatibilidad de la misma con la resina de epoxi (A) mejora, y de ese modo fases co-continuas de estas resinas mezcladas entre sí en el curado se pueden formar fácilmente. Además, es preferible que la resina termoplástica (B) sea una partícula, y más preferiblemente que el diámetro de partícula de la misma sea de $200 \mu\text{m}$ o menos. Mediante el uso de tales partículas finas de resina termoplástica, no hay partículas que permanezcan sin disolver y las partículas pueden disolverse rápidamente y de manera uniforme cuando se mezclan con una resina de epoxi. Como resultado, una fase co-continua se puede formar fácilmente después del curado.

Además, como las partículas finas sólidas de resina (C) tienen un diámetro de partícula de $100 \mu\text{m}$ o menos, una vez que la temperatura predeterminada se alcanza en el proceso de curado térmico, las partículas finas sólidas de resina (C) se disuelven completamente y de manera uniforme. Por lo tanto, mientras que se ajusta la viscosidad de la resina de epoxi de la composición, las partículas finas sólidas de resina (C) se pueden dispersar en la fase de resina de epoxi después del curado. Como resultado, la fortaleza se puede mejorar aún más.

El método para producir la composición de resina de epoxi de materiales compuestos reforzados con fibras de la presente invención no está particularmente limitado. Sin embargo, es preferible que la resina termoplástica (B) se mezcle y se disuelva en la resina de epoxi (A) con aplicación de calor, la temperatura de la mezcla de resinas se baje, y después se añadan las partículas finas de resina termoplástica (C) a la misma de manera que se dispersen en la misma. Tal método es preferible porque, con este método, la viscosidad de la composición de resina de epoxi

se mantiene apropiadamente, y por lo tanto una fibra de refuerzo puede ser fácilmente impregnada con la composición de resina de epoxi en el moldeo de material prepreg. Después de esto, cuando el material prepreg así obtenido se somete a curado térmico, las partículas finas sólidas de resina (C) se disuelven en la resina de epoxi (A) durante el calentamiento, y se convierten en islas (fase de dispersión) dispersadas finamente y uniformemente en el mar, que es al menos la fase continua de la resina de epoxi (A), después del curado.

Para ser más específicos, la temperatura para la mezcla y disolución de la resina termoplástica (B) en la resina de epoxi (A) por aplicación de calor es preferentemente de 95 a 150° C, y más preferiblemente de 100 a 125° C. La resina termoplástica (B) y la resina de epoxi (A) preferiblemente se agitan y se mezclan utilizando un mezclador planetario durante aproximadamente de 0,5 a 3 horas hasta que están disueltas uniformemente. Esta resina mixta se enfría a una temperatura preferiblemente de 60 a 90° C, y más preferentemente de 70 a 80° C, y luego se añaden las partículas finas sólidas de resina (C) y el agente de curado (D) a la resina mixta, y se dispersan y se mezclan uniformemente para preparar preferiblemente la composición de resina de epoxi. En dicho método de producción, la resina termoplástica (B) se disuelve a fondo, mientras que las partículas finas sólidas de resina (C) se dispersan uniformemente. Por lo tanto, es posible que se forme una morfología específica después del curado, se mejore la fortaleza, y se mejore la fuerza de auto-adherencia del material prepreg.

El material prepreg reforzado con fibras de la presente invención incluye la composición de resina de epoxi descrita anteriormente para materiales compuestos reforzados con fibras como una resina de matriz en un complejo con una fibra de refuerzo. Los ejemplos preferidos de fibra de refuerzo incluyen fibras de carbono, fibras de grafito, fibras de aramida y fibras de vidrio. Entre estos, la fibra de carbono y un tejido de fibra de carbono fabricado con la misma se prefieren especialmente.

En el material prepreg reforzado con fibra, el contenido de la resina de matriz se puede fijar preferentemente a de 30 a 50% en peso, y más preferiblemente ajustarse a de 35 a 45% en peso. Con la proporción de la resina de matriz en el material prepreg reforzado con fibras en este rango, es posible aumentar la auto-adhesividad del material prepreg mientras se mejora su trabajabilidad y la calidad del aspecto del mismo, y además hacer que el material compuesto reforzado con fibra de carbono muestre totalmente propiedades mecánicas.

En cuanto a un método para producir el material prepreg reforzado con fibra, se prefiere el método de fusión en caliente en el que una llamada película de resina preparada por recubrimiento de un papel de exfoliado con la composición de resina de epoxi de la presente invención en forma de película fina está dispuesta por encima y por debajo de la fibra de refuerzo, y la fibra de refuerzo se impregna con la composición de resina de epoxi por la aplicación de calor y presión. Al usar una composición de resina de epoxi específica, el material prepreg obtenido de este modo es superior en pegajosidad y drapeado, y se mejora la trabajabilidad del prepreg. Por lo tanto, la eficiencia de producción del material prepreg puede ser mejorada.

Por medio de la laminación del material prepreg reforzado con fibra así obtenido en ambos lados de un núcleo de panal y la realización en el mismo del moldeo por curado térmico, tal como moldeo por autoclave regular y moldeo por prensado en caliente, puede producirse un material compuesto reforzado con fibras. El material compuesto reforzado con fibras así obtenido no sólo tiene un buen filete formado en el mismo y es superior en la adherencia del material prepreg al núcleo de nido de abeja, sino que también es excelente en la suavidad de la superficie del material prepreg y tiene excelentes características de apariencia y de superficie con menos porosidad (parte desigual en la superficie).

El núcleo de panal usado en la presente invención puede ser preferiblemente uno cualquiera seleccionado de panal de aramida, panal de aluminio, panal de papel y panal de vidrio. Entre estos, se prefieren los panales de aramida.

En el material prepreg reforzado con fibras, se dispersan las partículas finas sólidas de resina (C) que tiene un diámetro de partícula de 100 µm o menos. Por consiguiente, cuando se alcanza la temperatura predeterminada en el proceso de curado térmico, las partículas finas sólidas de resina (C) se pueden disolver completa y uniformemente. Como resultado, mientras que se ajusta adecuadamente la viscosidad de la composición de resina de epoxi, las partículas finas sólidas de resina (C) se dispersan en la fase de resina de epoxi a la finalización del curado. Por lo tanto, la fortaleza del producto de resina curado puede mejorarse aún más.

En la siguiente sección, la presente invención se describirá adicionalmente por referencia a los Ejemplos. Sin embargo, el alcance de la invención no está limitado por estos Ejemplos.

Ejemplos

[Ejemplos 1 a 5 y Ejemplos Comparativos 1 a 2]

Se prepararon composiciones de resina de epoxi mezclando la resina de epoxi (A), la resina termoplástica (B), las partículas finas sólidas de resina (C), y el agente de curado (D), que se selecciona de entre los enumerados a continuación en las proporciones de mezcla descritas respectivamente en los Ejemplos 1 a 5 y Ejemplos Comparativos 1 a 2 en la Tabla 1. Se evaluaron las características de las composiciones de resina de epoxi. En

primer lugar, se agitó una cantidad total de la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) y se mezclaron usando un mezclador planetario ajustado a una temperatura de 125° C durante 75 minutos hasta que se obtuvo una solución uniforme. A partir de entonces, la temperatura del mezclador planetario se fijó a 70° C. Cuando la resina se volvió uniforme de temperatura, se añadieron cantidades enteras de las partículas finas sólidas de resina (C), y el agente de curado (D) a la solución, y se agitaron y se mezclaron para preparar una composición de resina de epoxi.

Resinas de epoxi (A)

Resina A-1: resina de N,N,O-triglicidil-p-aminofenol (MY-0510 fabricado por Huntsman Advanced Materials LLC), en estado líquido a temperatura ambiente, la viscosidad a una temperatura de 25° C es de 7 poises.

Resina A-2: resina de triglicidil alquil aminofenol (ELM-100 fabricada por Sumitomo Chemical Co., Ltd.), en estado líquido a temperatura ambiente, la viscosidad a una temperatura de 25° C. es de 10 poises.

Resina A -3: resina de epoxi de bisfenol tipo F (YDF-170 fabricado por Tohto Kasei Co., Ltd.), en estado líquido a temperatura ambiente, la viscosidad a una temperatura de 25° C es de 35 poises.

Resinas termoplásticas (B)

Resina B-1: resina de poliéter sulfona (Sumikaexcel PES5003P fabricada por Sumitomo Chemical Co., Ltd.), preparada como partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 100 µm o menos por el impacto de la molienda.

Partículas finas sólidas de resina (C)

Partículas C-1: resina de epoxi de bisfenol tipo A (YD-019 fabricado por Tohto Kasei Co., Ltd.), preparada como partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 100 µm o menos, por molienda de impacto.

Partículas C-2: resina de epoxi de bisfenol tipo A (YD-020N fabricada por Tohto Kasei Co., Ltd.), preparada como partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 100 µm o menos, por molienda de impacto.

Partículas C-3: resina de epoxi de bisfenol tipo fenoxi (YP-70 fabricado por Tohto Kasei Co., Ltd.), preparada como partículas finas que tienen un diámetro de partícula de 100 µm o menos, por molienda de impacto.

Agentes de curado (D)

Agente de curado D-1: 3,3'-diaminodifenilsulfona (ARADUR9719-1 fabricado por Huntsman Advanced Materials LLC)

Agente de curado D-2: diciandiamida (Epicure DICY 15 fabricado por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), agente de curado latente

Se evaluaron siete tipos de composiciones de resina de epoxi (Ejemplos 1 a 5, Ejemplos Comparativos 1 a 2) obtenidos como se describe anteriormente con un método descrito a continuación en términos de la viscosidad mínima de la composición de resina de epoxi, pegajosidad y drapeado del material prepreg, observación morfológica y valor de resistencia a la fractura del producto curado, y resistencia a la exfoliación del panel de panel. Los resultados de medición se muestran en la Tabla 1.

[Viscosidad mínima de las composiciones de resina de epoxi]

Se midió un valor mínimo de la viscosidad del complejo para cada una de las composiciones de resina de epoxi obtenidas en un intervalo de temperatura de 25° C a 200° C en una medición de la viscoelasticidad dinámica con una tasa de aumento de temperatura de 2° C/minuto a una frecuencia de 10 rad/segundo a una deformación del 1%.

[Pegajosidad y drapeado de los materiales prepreps]

Se formó una película de resina sobre un papel de exfoliado utilizando cada una de las composiciones de resina de epoxi obtenidas, y la película fue transferida a una tela de fibra de carbono tejida plana (T-300-3K fabricada por Toray Industries Co., Ltd.) mediante la aplicación de calor y presión a fin de lograr un contenido de resina de 41% en peso. Como resultado, se obtuvieron materiales prepreps.

Los materiales prepreps obtenidos de este modo fueron evaluados tocando con la mano en cuanto a su pegajosidad y drapeado con una escala de tres puntos que se describe a continuación.

Evaluación de la pegajosidad de los prepregs

Excelente: se sintió suficiente adhesividad

Buena: se sintió algo de adhesividad

Mala: se sintió casi nada de adhesividad

5 Evaluación de la capacidad de drapeado de los prepregs

Excelente: se sintió suficiente flexibilidad

Buena: se sintió cierta flexibilidad

Mala: no se sintió casi ninguna flexibilidad

[Observación morfológica de los productos curados]

10 Las composiciones de resina de epoxi obtenidas se curaron de forma individual durante 2 horas a una temperatura de 180° C en un horno programado para preparar los productos de resina curados.

Los productos de resina curados obtenidos fueron cada uno fracturados con el uso de una cuchilla afilada, y se observó la morfología de la superficie de fractura con un microscopio electrónico de barrido a una magnificación de 5000 en términos de la morfologías de la resina de epoxi (A) y de la resina termoplástica (B) y el diámetro de dispersión de las partículas finas sólidas de resina (C).

15

[Resistencia a la fractura de los productos curados]

Productos de resina curados obtenidos como se describió anteriormente se utilizaron para preparar, respectivamente, las muestras de ensayo de acuerdo con la norma ASTM D5045-91, y se midió un valor de resistencia a la fractura (MPa·√m) a 23° C (en condiciones secas).

20 [Fuerza de exfoliación de los paneles de panal]

Dos láminas de prepregs compuestas por las composiciones de resina de epoxi individuales obtenidas fueron laminadas entre sí, fueron dispuestas a ambos lados de un núcleo de panal (núcleo de panal Nomex SAH-1/8-8,0, fabricado por Showa Aircraft Industry Co., Ltd.), fueron colocadas en una bolsa, y calentadas en una autoclave a una temperatura de 180° C durante 2 horas para el curado (tasa de aumento de temperatura de 2,8° C/minuto) a fin de preparar un panel de panal. Durante este proceso, el interior de la autoclave se presurizó a 0,32 MPa con aire comprimido.

25

Para los paneles de panal obtenidos, las láminas externas dispuestas a los lados superior e inferior del núcleo de panal se procesaron en el proceso de curado térmico hasta un tamaño predeterminado, y la resistencia a la exfoliación (libras-pulg/3 pulgadas) de las piezas de ensayo de las láminas externas superior e inferior se midió a una temperatura de 23° C (en condiciones secas) según la norma ASTM D1781.

30

[Tabla 1]

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Resina de epoxi	Resina A-1	60	60	--	60	60	60	60
	Resina A-2	--	--	50	--	--	--	--
	Resina A-3	40	40	50	40	40	40	40
Resina termoplástica	Resina B-1	40	40	40	40	40	40	--
	Resina C-1	18	--	--	--	--	--	--
	Resina C-2	--	18	12	10	--	--	20
	Resina C-3	--	--	--	--	10	--	--
	Agente de curado D-1	34	34	34	34	34	34	34
Agente de curado	Agente de curado D-2	2	2	2	2	2	2	2
	Viscosidad mínima Pa·s	23	26	24	18	21	15	3
	Pegajosidad de prepregs	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Propiedades de la composición de resina y sus productos curados	Drapeo de prepregs	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	Morfología de la resina de epoxi y de la resina termoplástica	Co-continua	Co-continua	Co-continua	Co-continua	Co-continua	Co-continua	--
	Diámetro de dispersión de las partículas finas sólidas de resina μm	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	--	0,2
	Valor de la resistencia a la fractura $\text{MPa}\cdot\sqrt{\text{m}}$	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	1,8	1,1
	Fuerza de exfoliación de la lámina de la cara superior libras-pulgada/3 pulgadas	25,2	24,9	25,3	24,2	25,4	19,0	10,1
	Fuerza de exfoliación de la lámina de la cara superior libras-pulgada/3 pulgadas	25,8	24,5	25,9	24,5	25,1	18,9	9,3

Según los resultados mostrados en la Tabla 1, se observó que, en cada uno de los Ejemplos 1 a 5 de la presente invención, la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) forman fases finas co-continuas, y las partículas finas sólidas de resina (C) que tienen un diámetro de partícula de 0,2 μm se dispersan en la fase continua de la resina de epoxi (A). Mientras tanto, se observó que los valores de resistencia a la fragmentación de los respectivos ejemplos 1 a 5 fueron extremadamente altos yendo de 2,1 a 2,2 $\text{MPa}\cdot\sqrt{\text{m}}$.

Por otro lado, en el producto de resina curado del Ejemplo Comparativo 1, aunque la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) forman fases finas co-continuas, la resina de epoxi (A) no se vio reforzada porque no se añadieron las partículas finas sólidas de resina (C), resultando en un valor de resistencia a la fractura bajo de 1,8 $\text{MPa}\cdot\sqrt{\text{m}}$ {raíz cuadrada de} m. En cuanto al producto de resina curado del Ejemplo Comparativo 2, puesto que no se añadió la resina termoplástica (B), no se formaron las fases co-continuas, resultando en un valor de resistencia a la fractura inferior.

Además, los Ejemplos 1 a 5 de la presente invención exhiben excelentes propiedades tanto de pegajosidad, como de capacidad de drapeado del material prepreg, y resistencia a la exfoliación del panal de nido de abeja. Por otro lado, se observó que el Ejemplo Comparativo 1 que no contenía partículas finas sólidas de resina (C) y el Ejemplo Comparativo 2 que no contenía resina termoplástica (B) dieron lugar a una resistencia mala a la exfoliación del panel de panal.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras, que comprende:
una resina de epoxi (A);
una resina termoplástica (B);
5 partículas finas sólidas de resina (C); y
un agente de curado (D), en donde, en una morfología de la composición de resina de epoxi después de ser curada, la resina de epoxi (A) y la resina termoplástica (B) forman fases co-continuas, y las partículas finas sólidas de resina (C) se dispersan en al menos la fase continua de la resina de epoxi (A) en las fases co-continuas; y
10 en donde las partículas finas sólidas de resina (C) están hechas de una resina de epoxi que está en estado sólido a temperatura ambiente; y
en donde las partículas finas sólidas de resina (C) tienen un diámetro de partícula de 0,1 a 2 μm en la morfología de la composición de resina de epoxi después de ser curada.
2. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según la reivindicación 1, en donde la resina termoplástica (B) tiene un grupo funcional reactivo en su extremo molecular.
- 15 3. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde
la resina termoplástica (B) es ambas o una cualquiera de partículas de resina de poliéter sulfona y de partículas de resina de poliéter imida, y
el diámetro de partícula de las mismas es de 200 μm o menos.
- 20 4. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las partículas sólidas finas de resina (C) están hechas de una resina que tiene un peso molecular de 10.000 a 100.000.
5. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las partículas sólidas finas de resina (C) están hechas de una resina que
25 tiene un peso molecular de 10.000 a 35.000.
6. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, en donde las partículas sólidas finas de resina (C) están hechas de una resina de epoxi de bisfenol tipo A que tiene un equivalente de epoxi de 1.000 a 8.000 g/eq.
- 30 7. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, en donde las partículas sólidas finas de resina (C) están hechas de una resina tipo esqueleto de fenoxi que tiene un grupo epoxi en su extremo molecular.
8. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según la reivindicación 7, en donde la resina tipo esqueleto de fenoxi tiene un peso molecular de 50.000 a 60.000.
- 35 9. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, en donde la resina tipo esqueleto de fenoxi tiene un equivalente de epoxi de 8.000 a 20.000 g/eq.
10. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el agente de curado (D) está hecho de uno cualquiera o de ambos de diaminodifenilsulfona y un agente de curado latente.
- 40 11. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde un valor de resistencia a la fractura medido según la norma ASTM D5045-91 después del curado de la composición de resina de epoxi es de 1,8 $\text{MPa}\cdot\sqrt{\text{m}}$ o mayor.
12. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la composición de resina de epoxi contiene, con respecto a 100 partes en
45 peso de la resina de epoxi (A), de 20 a 60 partes en peso de la resina termoplástica (B) y de 2 a 20 partes en peso de las partículas sólidas finas de resina (C).

13. La composición de resina de epoxi para materiales compuestos reforzados con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la composición de resina de epoxi tiene una viscosidad mínima de 10 a 150 Pa·s medida en la medición de la viscoelasticidad dinámica con una tasa de aumento de temperatura de 2° C/minuto.
- 5 14. Un material prepreg reforzado con fibras, que comprende la composición de resina de epoxi según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, como una matriz de resina en complejo con una fibra de refuerzo.
15. El material prepreg reforzado con fibras según la reivindicación 14, en donde las partículas sólidas finas de resina (C) tienen un diámetro de partícula de 100 µm o menos.
- 10 16. Un material prepreg reforzado con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 14 y 15, en donde el contenido de la matriz de resina es de 30 a 50% en peso.
17. El material prepreg reforzado con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 14, 15 y 16, en donde la fibra de refuerzo es fibra de carbono.
18. Un panel de sándwich de panal, que comprende un material prepreg reforzado con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, y un núcleo de panal que se laminan entre sí.
- 15 19. El panel de sándwich de panal según la reivindicación 18, en donde el núcleo de panal es uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en panales de aramida, panales de aluminio, panales de papel y panales de vidrio.