

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 599**

51 Int. Cl.:

C08J 5/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2015 E 15826622 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3176205**

54 Título: **Preimpregnado y material compuesto reforzado por fibras**

30 Prioridad:

28.07.2014 JP 2014152997

06.04.2015 JP 2015077740

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

18.02.2019

73 Titular/es:

TOHO TENAX CO., LTD. (100.0%)

2-1 Kasumigaseki 3-chome, Chiyoda-ku

Tokyo 100-0013, JP

72 Inventor/es:

KUROKAWA, KAZUMA;

KAWAMOTO, HIRONORI;

UMEMOTO, YOSHITAKA y

NAKAISHI, AKIO

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 700 599 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

Preimpregnado y material compuesto reforzado por fibras

5 CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente invención se refiere a un preimpregnado capaz de producir un material compuesto reforzado con fibra que tiene excelentes características mecánicas y conductividad y a un material compuesto que utiliza el mismo.

10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

[0002] Un material compuesto reforzado con fibra compuesto de fibras de refuerzo y una resina de matriz tiene ventajas, como peso ligero, alta resistencia, alto módulo, y se aplica ampliamente en aeronaves, deportes y ocio, e industrias en general. Este material de composición reforzado con fibra se produce frecuentemente a través de un preimpregnado en el que las fibras de refuerzo y la resina de matriz se integran entre sí de antemano.

[0003] El material compuesto reforzado con fibra que se produce laminando y formando un preimpregnado que tiene fibras de refuerzo impregnadas con una resina de matriz generalmente incluye una capa de resina compuesta de la resina de matriz entre las capas de fibra respectivas laminadas. En general, la resina de matriz utilizada para el material compuesto reforzado con fibra es baja en conductividad, y por lo tanto, incluso si se usa una fibra que tenga conductividad para las fibras de refuerzo, existe un problema tal que la conductividad en la dirección del grosor del material compuesto reforzado con fibra se ve afectado en gran medida por la capa de resina entre las capas de fibra.

[0004] Como método para mejorar la conductividad de la capa intermedia, se propone un método para mezclar una partícula de metal en una composición de resina que constituye un preimpregnado (véase PTL 1) y un método para mezclar una partícula de carbono en una composición de resina que constituye un preimpregnado (véase PTL 2). En estos métodos, se agrega una gran cantidad de una partícula de material conductor para mejorar la conductividad. Pero, dado que tal partícula de material conductor es baja en propiedades adhesivas a la resina, es probable que se convierta en un punto de partida de fractura en el material compuesto reforzado con fibra obtenido, por lo que se empeoran las características mecánicas del material compuesto. Además, en la producción de preimpregnados, una partícula de material conductor de este tipo espesa en gran medida una composición de resina que se impregna en fibras de refuerzo. Por esa razón, la productividad del preimpregnado o la conformabilidad del material compuesto se ve afectada en gran medida. Dado que el material compuesto que se va a producir utilizando un preimpregnado de este tipo implica varias fallas, como un vacío, se encuentra un problema tal que las características mecánicas, como la resistencia al impacto, se empeoran notablemente.

[0005] Como método para hacer que la resistencia al impacto y la conductividad sean compatibles entre sí, por ejemplo, PTL 3 propone un método para mezclar parcialmente una capa de resina de un material compuesto reforzado con fibra con una partícula conductora que tiene un diámetro igual a un espesor de la capa de resina. Sin embargo, en este método, una cantidad de mezcla de la partícula conductora es pequeña, de modo que existe una restricción para mejorar la conductividad. Además, dado que las partículas conductoras se dispersan de manera no uniforme, se encuentra un problema tal que la dispersión se produce en la resistividad volumétrica como un indicador de la conductividad.

[0006] Los documentos WO2014017339, WO2014050896, JP2013155330, JP2009062473, US8394491 e IS2011174522 divulgan el preimpregnado con buenas propiedades mecánicas y conductividad eléctrica que comprende una capa de fibra conductora impregnada con una resina termoendurecible y una capa que forma la capa intermedia que comprende una capa de material termoplástico y una gran cantidad de partículas y una gran cantidad de elementos.

50 LISTA DE CITAS

LITERATURA DE PATENTES

55 **[0007]**

- PTL 1: JP-A-6-344519
- PTL 2: JP-A-8-34864
- PTL 3: JP-A-2008-231395

60 SUMARIO DE LA INVENCION

PROBLEMA TÉCNICO

[0008] Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un preimpregnado capaz de resolver los problemas descritos anteriormente de las tecnologías convencionales y proporcionar un material compuesto

reforzado con fibra que tenga tanto excelentes características mecánicas como conductividad y un material compuesto reforzado con fibra, teniendo a la vez excelentes características mecánicas y conductividad.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

5
 10
 15
[0009] El material preimpregnado de la presente invención que resuelve los problemas descritos anteriormente es un material preimpregnado que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, en donde una capa de resina compuesta de al menos la resina de matriz está presente en una o ambas superficies de una capa de fibra conductora compuesta por al menos las fibras conductoras, siendo el material preimpregnado una preimpregnación que tiene una región conductora en la que se dispersa un material conductor en la resina de tal manera que la tasa de ocupación del volumen es de 20 a 95% en volumen, y la región conductora está presente en al menos en la capa de resina, el área de la región conductora es de 0,001% a 5% de un área de sección transversal en la dirección plana, y en donde la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina de matriz en otras regiones. Además, se prefiere que la región conductora descrita anteriormente esté presente continuamente en la dirección del espesor. En la presente invención, se prefiere que una resistividad volumétrica de la región conductora sea 1/1.000 o menos que la de otras regiones de la resina de matriz.

20
 25
[0010] El material compuesto reforzado con fibra que es otra realización de la presente invención es un material compuesto reforzado con fibra que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, en donde una capa de resina compuesta de al menos una resina de matriz está presente entre las capas resultantes de laminar capas de fibra conductora compuestas de al menos fibras conductoras y una resina de matriz, el material compuesto reforzado con fibra que tiene una región conductora en la que un material conductor se dispersa en la resina de tal manera que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen, y la región conductora está presente al menos en la capa de resina, el área de la región conductora es de 0,001 a 5% de un área de la sección transversal en la dirección plana, y en donde la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina de matriz en otras regiones.

30
 35
 40
[0011] Un método de producción de un preimpregnado de la presente invención es un método para producir un preimpregnado que comprende laminar una película de resina compuesta de una composición de resina de matriz sobre un material de base de fibra conductora e integrar la composición de resina de matriz con el material de base de fibra conductora, la película de resina es una película de resina localizada en el material conductor en la que un material conductor se localiza en una parte de la película compuesta por la composición de resina de matriz para formar una región conductora de modo que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen, y el área de la región conductora es de 0,001% a 5% de un área de la sección transversal del preimpregnado en la dirección plana. La película de resina localizada en el material conductor es preferiblemente una película de resina localizada en el material conductor obtenida mediante la disposición del material conductor sobre una superficie de la película compuesta por la resina de matriz, y también preferiblemente una película de resina localizada en el material conductor obtenida por la disposición del material conductor sobre un soporte y luego transfiriendo el material conductor a la película compuesta de la resina de matriz.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

45
[0012] De acuerdo con el preimpregnado de la presente invención, es posible obtener un material compuesto reforzado con fibra de carbono que tenga tanto una conductividad excelente como características mecánicas.

50
[0013] Dado que el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención tiene excelentes características mecánicas y de conductividad, es aplicable a muchas aplicaciones que requieren mejoras en el blindaje electromagnético, protección electrostática, retorno de corriente y conductividad. En particular, el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención puede usarse con el fin de resolver diversos problemas electromagnéticos en piezas aeroespaciales, turbinas eólicas, recipientes a presión, edificios, barcos, trenes, automóviles, tanques de combustible y otros campos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS.

55
[0014]
 FIG. 1 es una vista conceptual que muestra una realización del preimpregnado de la presente invención.
 FIG. 2 es una vista conceptual que muestra una realización de una región conductora del preimpregnado de la presente invención con más detalle.
 60 FIG. 3 es una vista conceptual que muestra una realización del material compuesto reforzado con fibra de la presente invención.

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

65 **[0015]**

- 1: Prepreg
- 2: Capa de fibra conductora
- 3: Capa de resina
- 4: Región conductora
- 5: Material conductor
- 6: Material compuesto reforzado con fibra

DESCRIPCION DE LAS REALIZACIONES

10 **[0016]** El material preimpregnado de la presente invención es un material preimpregnado que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, siendo el material preimpregnado un material preimpregnado que tiene una región conductora en la que se dispersa un material conductor en la resina. En el preimpregnado de la presente invención, la región conductora en la que se dispersa el material conductor forma una trayectoria conductora, y por lo tanto, presenta una conductividad excelente en la dirección del grosor de la misma. En la presente invención, muchos materiales conductores están localizados en una alta densidad en la región conductora y se acercan entre sí. Por lo tanto, el material preimpregnado de la presente invención tiene una alta eficiencia energética, e incluso si una cantidad adicional del material conductor que ocupa todo el conjunto preimpregnado es poca, exhibe una alta conductividad. En la presente invención, una capa de resina compuesta de al menos la resina de matriz está presente en una o ambas superficies de una capa de fibra conductora compuesta de al menos las fibras conductoras, y la región conductora está presente al menos en la capa de resina. En el material preimpregnado que tiene una construcción de este tipo, la región conductora en la que se dispersa el material conductor forma efectivamente un camino conductor entre la superficie del material preimpregnado y la capa de fibra conductora, y por lo tanto, el material preimpregnado de la presente invención exhibe una conductividad más excelente en la dirección del espesor.

25 **[0017]** Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación en detalle con referencia a los dibujos que se acompañan. FIG. 1 es una vista conceptual que muestra una realización preferida del preimpregnado de la presente invención. En la Fig. 1, [1] denota un preimpregnado, y el preimpregnado está construido de una capa de fibra conductora [2] en la que una resina de matriz está impregnada en fibras conductoras y una capa de resina [3] compuesta de la resina de matriz dispuesta sobre una superficie de la capa de fibra conductora. En la Fig. 1, las fibras conductoras se forman en forma de lámina en la que varias fibras individuales se disponen en paralelo en una dirección.

35 **[0018]** Además, el preimpregnado de la presente invención es un preimpregnado que incluye una región conductora [4]. Como se muestra en la FIG. 2, dicha región conductora [4] es una región en la que un material conductor [5] se dispersa en la resina. En la presente invención, el material conductor se localiza en una alta densidad en la región conductora y, por lo tanto, el preimpregnado de la presente invención tiene un alto rendimiento energético, e incluso si una cantidad adicional del material conductor ocupa todo el conjunto del preimpregnado es un poco, exhibe alta conductividad.

40 **[0019]** En el preimpregnado de la presente invención, se prefiere que la región conductora en la que se dispersa el material conductor esté presente continuamente en la dirección del grosor. Cuando la región conductora está presente continuamente en la dirección del espesor, la región conductora forma más efectivamente una trayectoria conductora entre la superficie preimpregnada y la capa de fibra conductora o una superficie preimpregnada opuesta, y por lo tanto, la preimpregnación de la presente invención exhibe una conductividad especialmente excelente en la dirección del espesor. En la presente invención, se prefiere que la región conductora ocupe el 80% o más del espesor de la capa de resina en la dirección del grosor, y es más preferido que la región conductora esté presente perforando a través de la capa de resina. Además, en la presente invención, se prefiere que la región conductora entre en contacto con la capa de fibra conductora, y también se prefiere que la región conductora esté presente en la capa de fibra conductora.

50 **[0020]** El material compuesto reforzado con fibra que es otra realización de la presente invención es un material compuesto reforzado con fibra que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, teniendo el material compuesto reforzado con fibra una región conductora en la que se dispersa un material conductor en la resina. El material compuesto reforzado con fibra de la presente invención es un material compuesto reforzado con fibra en el que está presente una capa de resina compuesta de al menos una resina de matriz entre las capas resultantes de la laminación de capas de fibra conductora compuesta de al menos fibras conductoras y una resina de matriz, y la región conductora descrita anteriormente está presente al menos en la capa de resina. FIG. 3 es una vista conceptual que muestra una realización preferida del material compuesto de la presente invención. El material compuesto reforzado con fibra que es otra realización de la presente invención es un material compuesto reforzado con fibra [6] que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, en la cual se dispersa la región conductora [4] donde se dispersa el material conductor [5] en la resina está presente. En la presente invención, el material compuesto reforzado con fibra es un material compuesto reforzado con fibra en el que la capa de resina [3] compuesta de una resina de matriz está presente entre las capas resultantes de la laminación de las capas de fibra conductora [2] compuesta de fibras conductoras y una resina de matriz y la región conductora [4] están presentes en la capa de resina descrita anteriormente.

[0021] El material compuesto reforzado con fibra de la presente invención exhibe una excelente conductividad en la dirección del espesor porque la región conductora en la que se dispersa el material conductor forma una trayectoria conductora. En la presente invención, el material conductor se localiza en una alta densidad en la región conductora y, por lo tanto, el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención tiene una alta eficiencia energética, e incluso si una cantidad adicional del material conductor que ocupa la totalidad del material compuesto es poca, exhibe una alta conductividad.

[0022] En la presente invención, la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina de matriz de la capa de resina. En vista del hecho de que la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina matriz de la capa de resina, se inhibe la fractura en una región límite entre la región conductora y la capa de resina, y, por lo tanto, se mejoran las características mecánicas del material de composición reforzado con fibra. Además, la resina en la región conductora es más preferiblemente una resina de matriz.

[0023] En la presente invención, una resistividad volumétrica de la región conductora es preferiblemente 1/1.000 o menor que la de otras regiones de la resina de matriz. Además, la resistividad de volumen de la región conductora es preferiblemente de $10^3 \Omega\text{cm}$ a $10^{-9} \Omega\text{cm}$, más preferiblemente de $1 \Omega\text{cm}$ a $10^9 \Omega\text{cm}$, y aún más preferiblemente de $10 \Omega\text{cm}$ a $10^9 \Omega\text{cm}$. La resistividad volumétrica de la región conductora se determina midiendo la resistividad volumétrica de las piezas de resina resultantes de la dispersión del material conductor que forma la región conductora en la resina que forma la región conductora para tener una tasa de ocupación de volumen igual a la de la región conductora. La resistividad de volumen de otra región de la resina de matriz se determina midiendo la resistividad de volumen de la resina resultante del curado de la composición de resina de matriz.

[0024] Además, en cuanto a la región conductora, el material conductor se dispersa en la resina de tal manera que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen. La cantidad de material conductor añadido a la totalidad del preimpregnado es preferiblemente 20% en masa o menos, más preferiblemente 10% en masa o menos, todavía más preferiblemente 5% en masa o menos, y especialmente preferiblemente 1% en masa o menos. Aunque un límite inferior de la cantidad de material conductor agregado a la totalidad del preimpregnado no está particularmente limitado, desde el punto de vista de la conductividad del material compuesto obtenido, es preferiblemente de 0,0005% en masa o más, y más preferiblemente de 0,001% en masa o más.

[0025] En la presente invención, en el caso de que la región conductora esté presente en la capa de resina, un grosor de la región conductora única es preferiblemente del 80% o más del grosor de la capa de resina, y en el caso de que la región conductora está presente en la perforación a través de la capa de fibra conductora, un espesor de la región conductora única es preferiblemente del 90% o más del espesor de la preimpregnación. Además, el grosor de la región conductora única es preferiblemente de 1 a 3.000 μm , y más preferiblemente de 10 a 300 μm .

[0026] En la presente invención, la región conductora puede estar presente de forma continua, por ejemplo, en un estado lineal o estado de celosía en una sección transversal de la dirección plana del preimpregnado, o también puede estar presente de forma discontinua, por ejemplo, en un estado punteado o estado insular. Desde el punto de vista de las características mecánicas del material compuesto, se prefiere que la región conductora esté presente de forma discontinua. En el caso de que la región conductora esté presente de forma discontinua, aunque la forma de la región conductora única no está particularmente limitada, la forma de la sección transversal del preimpregnado en la dirección plana es preferiblemente circular o elíptica. El área de la región conductora es del 5% o menos, y preferiblemente del 1% o menos del área de la sección transversal de la preimpregnación en la dirección plana. Un límite inferior del área de la región conductora en el área de la sección transversal de la preimpregnación en la dirección plana es de 0,001% o más, más preferiblemente de 0,005% o más, y aún más preferiblemente de 0,01% o más de un área de la sección transversal del preimpregnado en dirección planar. Además, para que tanto la conductividad como la resistencia mecánica del material compuesto puedan hacerse fácilmente compatibles entre sí, el área de la sección transversal de una sola región conductora en la dirección plana es preferiblemente de 0,01 a 500.000 μm^2 , más preferiblemente de 0,1 a 100.000 μm^2 , y aún más preferiblemente de 1 a 10.000 μm^2 .

[0027] En la presente invención, desde el punto de vista de las características mecánicas del material compuesto reforzado con fibra, la tasa de ocupación de volumen por la región conductora en la resina de matriz es preferiblemente 50% en volumen o menos, más preferiblemente 10% en volumen o menos, y aún más preferiblemente 5% en volumen o menos. Aunque un límite inferior de la tasa de ocupación del volumen no está particularmente limitado, desde el punto de vista de la conductividad del material compuesto obtenido, es preferiblemente de 0,0001% en volumen o más, más preferiblemente de 0,0005% en volumen o más, aún más preferiblemente de 0,001% en volumen o más, y especialmente de preferencia 0,01% en volumen o más. En la presente invención, en cuanto a la región conductora, el material conductor se localiza en una alta densidad y su eficiencia energética es alta. Por lo tanto, incluso si la tasa de ocupación del volumen es baja, se puede revelar una buena conductividad en la dirección del grosor. Además, cuando un volumen de la región conductora única es de 0,1 μm^3 a 1 μm^3 , tanto la conductividad como la resistencia mecánica del material compuesto se hacen fácilmente compatibles entre sí, y por lo tanto, se prefiere. El volumen de la región conductora única es más preferiblemente de 0,5 μm^3 a 0,5 μm^3 , y aún más preferiblemente de 1 μm^3 a 0,1 μm^3 .

[0028] A continuación se describe cada uno de los componentes que construyen el preimpregnado y el material

compuesto reforzado con fibra de la presente invención.

(1) Fibra conductora:

5 **[0029]** La fibra que se usa como fibra conductora no está particularmente limitada siempre que sea una fibra que
 tenga conductividad, y los ejemplos de la misma incluyen una fibra de carbono, una fibra de carburo de silicio y una
 fibra metálica. Además, las fibras de refuerzo que resultan de cubrir una superficie de una fibra, como una fibra de
 carbono, una fibra de vidrio, una fibra de aramida, una fibra de poliéster, una fibra cerámica, una fibra de alúmina,
 10 una fibra de boro, una fibra de carburo de silicio. También se puede usar fibra mineral, una fibra de roca, etc., con
 una sustancia conductora por un método, por ejemplo, tratamiento de metalizado, etc.

[0030] De esas fibras conductoras, una fibra de carbono es más preferida desde el punto de vista de obtener un
 material compuesto reforzado con fibra que sea bueno en resistencia específica y módulo específico, luz en peso y
 alta resistencia. Una fibra de carbono basada en poliacrilonitrilo (PAN) es especialmente preferida desde el punto de
 15 vista de una excelente resistencia a la tracción.

[0031] En el caso de usar una fibra de carbono basada en PAN, su módulo de tracción es preferiblemente de 100 a
 600 GPa, más preferiblemente de 200 a 500 GPa, y especialmente de 230 a 450 GPa. Además, la resistencia a la
 tracción es de 2.000 MPa a 10.000 MPa, y preferiblemente 3.000 a 8.000 MPa. Un diámetro de la fibra de carbono
 20 es preferiblemente de 4 a 20 μm , y más preferiblemente de 5 a 10 μm . Usando dicha fibra de carbono, se pueden
 mejorar las propiedades mecánicas del material compuesto obtenido.

[0032] Se prefiere que la fibra conductora se forme en un material de base similar a una lámina y luego se use. Los
 ejemplos de la hoja de material de base de fibra conductora pueden incluir una lámina resultante de la disposición de
 25 muchas fibras en paralelo en una dirección, una tela tejida bidireccional, como una tela tejida lisa, una tela diagonal,
 etc., una tela tejida multiaxial, una tela no tejida, una esterilla, una tela tricotada, una trenza, un localizador que
 resulta de la fabricación de papel de una fibra conductora, y así sucesivamente.

[0033] Un grosor del material de base de fibra conductora similar a una lámina es preferiblemente de 0,01 a 3 mm, y
 30 más preferiblemente de 0,1 a 1,5 mm. Dicha hoja de material de base de fibra conductora puede contener un agente
 de encolado conocido en un contenido conocido.

[0034] Además, se prefiere la sustancia conductora a la que se une la superficie de la fibra conductora con el fin de
 mejorar la conductividad de la capa de fibra del material compuesto obtenido. No está particularmente limitado un
 35 método para unir la sustancia conductora a la superficie de la fibra conductora, y sus ejemplos incluyen un método
 para unir un agente de encolado que contiene una sustancia conductora, un método para realizar un tratamiento de
 recubrimiento en la superficie de la fibra, un método para permitir que una nano estructura, como un metal, carbono,
 etc., crezca en la superficie de la fibra. Sobre todo, se prefiere un método para unir un agente de encolado que
 40 contenga una sustancia conductora. Una cantidad de la sustancia conductora que se une a la fibra conductora es
 preferiblemente de 0,01 a 10% en masa, y más preferiblemente de 0,1 a 5% en masa con respecto al peso de la
 fibra. Como sustancia conductora que se une a la fibra conductora, se puede usar un material conductor que forma
 la región conductora, como se describe más adelante.

(2) Resina de matriz:

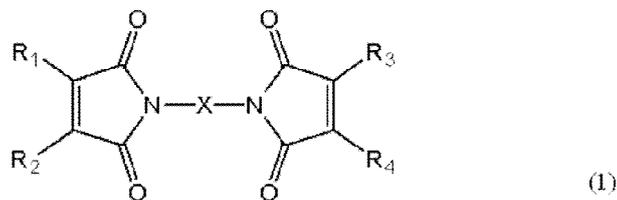
45 **[0035]** La resina de matriz que se usa en la presente invención no está particularmente limitada, y por ejemplo, se
 puede usar una resina de endurecimiento o una resina termoplástica.

[0036] En el caso de usar una resina de endurecimiento como la resina de matriz, se prefiere una resina
 50 termoestable porque es capaz de producir un material compuesto reforzado con fibra que tiene una alta resistencia
 al calor. Desde los puntos de vista de la resistencia al calor y las características mecánicas, la resina termoestable
 es preferiblemente una resina termoestable que permite que una reacción de reticulación proceda por calor,
 formando así al menos parcialmente una estructura de reticulación tridimensional.

[0037] Los ejemplos de la resina de endurecimiento que se usa como la resina de matriz incluyen una resina de
 55 poliéster insaturado, una resina de éster vinílico, una resina epoxi, una resina de bismaleimida, una resina de
 benzoxazina, una resina de triazina, una resina de fenol, una resina de urea, una resina de melamina, una resina de
 poliimida, y similares. Además, también se pueden usar productos modificados o resinas de mezcla de dos o más
 tipos de los mismos, etc. Dicha resina de endurecimiento puede ser una resina que se somete a autocurado al
 60 calentarla, o también puede ser una resina que se somete a curado al mezclarse con un agente de curado, un
 promotor de curado o similares.

[0038] De estas resinas endurecedoras, se prefieren una resina epoxi y una resina de bismaleimida que tienen un
 65 excelente equilibrio entre resistencia al calor, características mecánicas y propiedades adhesivas a una fibra de
 carbono. Desde el punto de vista de las características mecánicas, una resina epoxi es más preferida, mientras que
 desde el punto de vista de la resistencia al calor, una resina de bismaleimida es más preferida.

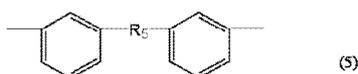
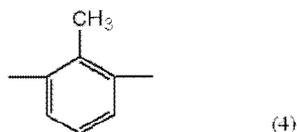
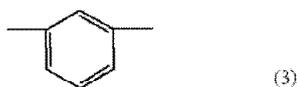
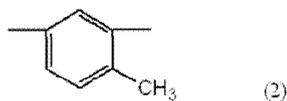
- 5 **[0039]** Aunque la resina epoxi no está particularmente limitada, los ejemplos de la misma incluyen resinas epoxi bifuncionales, tales como una resina epoxi de tipo bisfenol, una resina epoxi de tipo alcohol, una resina epoxi de tipo bifenilo, una resina epoxi de tipo ácido hidroftálico, una resina epoxi de tipo ácido dimérico, una resina epoxi de tipo alicíclico, etc.; resinas epoxídicas de tipo glicidilo, tales como tetrakis(glicidiloxifenilo)etano y tris(glicidiloxifenilo)metano; resinas epoxídicas de tipo glicidilamina, tales como diaminodifenilmetano de tetraglicidilo; resinas epoxi de tipo naftaleno; resinas epoxi de tipo novolak, tales como una resina epoxi de tipo fenol novolak y una resina epoxi de tipo cresol novolak; y similares.
- 10 **[0040]** Además, hay ejemplos de resinas epoxídicas polifuncionales, tales como una resina epoxídica de tipo fenol, etc., y similares. Además, también pueden usarse diversas resinas epoxi modificadas, tales como una resina epoxi modificada con uretano, una resina epoxi modificada con caucho, etc.
- 15 **[0041]** Por encima de todo, se usa preferiblemente una resina epoxi que tiene un grupo aromático en una molécula de la misma, y es más preferida una resina epoxi que tiene cualquiera de una estructura de glicidilamina y una estructura de éter de glicidilo. Además, también se puede usar adecuadamente una resina epoxi de tipo alicíclico.
- 20 **[0042]** Los ejemplos de la resina epoxi que tiene una estructura de glicidilo amina incluyen varios isómeros de diaminodifenilmetano de N,N,N',N'-tetraglicidilo, N,N,O-triglicidilo-p-aminofenol, N,N,O-triglicidilo-m-aminofenol, N,N,O-triglicidilo-3-metilo-4-aminofenol, y aminocresol de triglicidilo, y similares.
- 25 **[0043]** Los ejemplos de la resina epoxi que tiene una estructura de éter de glicidilo incluyen una resina epoxi tipo bisfenol A, una resina tipo bisfenol F, una resina epoxi tipo bisfenol S, una resina epoxi tipo fenol novolak y una resina epoxi de tipo cresol novolak.
- 30 **[0044]** Una resina epoxi de este tipo puede tener un sustituyente no reactivo, tal como una estructura de anillo aromático, según sea necesario. Los ejemplos del sustituyente no reactivo incluyen un grupo alquilo, tal como metilo, etilo, isopropilo, etc., un grupo aromático, tal como fenilo, etc., un grupo alcoxilo, un grupo aralquilo, un grupo halógeno, tal como cloro, bromo, etc., y similares.
- 35 **[0045]** Los ejemplos de la resina epoxi de tipo bisfenol incluyen una resina de tipo bisfenol A, una resina de tipo bisfenol F, una resina de tipo bisfenol AD, una resina de tipo bisfenol S, y similares. Específicamente, sus ejemplos incluyen jER815 (nombre comercial), jER828 (nombre comercial), jER834 (nombre comercial), jER1001 (nombre comercial) y jER807 (nombre comercial), todos los cuales son fabricados por Japan Epoxy Resin Co., Ltd., Epomix R-710 (nombre comercial), fabricado por Mitsui Petrochemical Industries, Ltd., EXA1514 (nombre comercial), fabricado por Dainippon Ink and Chemicals, Inc., y similares.
- 40 **[0046]** Los ejemplos de la resina epoxi de tipo alicíclico incluyen Araldite CY-179 (nombre comercial), CY-178 (nombre comercial), CY-182 (nombre comercial) y CY-183 (nombre comercial), todos los cuales son fabricados por Huntsman, y similares.
- 45 **[0047]** Los ejemplos de la resina epoxi tipo fenol novolak incluyen jER152 (nombre comercial) y jER154 (nombre comercial), todos los cuales son fabricados por Japan Epoxy Resin Co., Ltd., DEN431 (nombre comercial), DEN485 (nombre comercial) y DEN438 (nombre comercial), todos los cuales son fabricados por la compañía The Dow Chemical, Epiclon N₂40 (nombre comercial), fabricado por DIC Corporation y similares; y ejemplos de la resina epoxi de tipo cresol novolak incluyen Araldite ECN1235 (nombre comercial), ECN1273 (nombre comercial) y ECN1280 (nombre comercial), todos los cuales están fabricados por Huntsman, EOCN102 (nombre comercial), EOCN103 (nombre comercial), y EOCN104 (nombre comercial), todos los cuales son fabricados por Nippon Kayaku Co., Ltd. y similares.
- 50 **[0048]** Los ejemplos de las diversas resinas epoxi modificadas incluyen resinas epoxi de bisfenol A modificadas con uretano, como Adeka Resin EPU-6 (nombre comercial) y EPU-4 (nombre comercial), todas fabricadas por Asahi Denka Kogyo KK, y similares.
- 55 **[0049]** Estas resinas epoxídicas pueden seleccionarse apropiadamente y usarse solo o en mezcla de dos o más de las mismas. De ellos, la resina epoxi bifuncional representada por un tipo de bisfenol incluye resinas de varios grados de una forma líquida a una forma sólida que depende de una diferencia de peso molecular. En consecuencia, es favorable mezclar una resina de este tipo con el fin de ajustar la viscosidad de la resina de matriz para preimpregnado.
- 60 **[0050]** Como un compuesto de bismaleimida (en lo sucesivo, también denominado "IMC") que se usa como resina de bismaleimida, se puede usar un compuesto de bismaleimida conocido convencionalmente. Sus ejemplos incluyen un compuesto de bismaleimida representado por la siguiente fórmula (1).



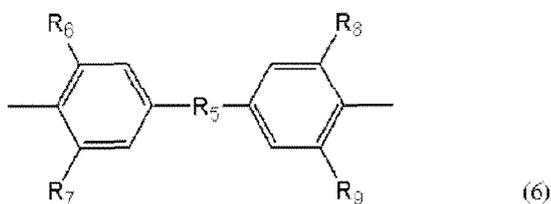
10 **[0051]** En la fórmula (1), R₁ a R₄ representan cada uno independientemente un grupo seleccionado del grupo que consiste en -H, -CH₃, -C₂H₅, -C₃H₇, -F, -Cl, -Br e -I. X se describe más adelante.

15 **[0052]** Como composición de resina de bismaleimida, se prefiere usar conjuntamente un compuesto de bismaleimida que contiene una estructura de anillo aromático y un compuesto de bismaleimida que no contiene una estructura de anillo aromático. Mediante el uso conjunto de estos compuestos, se pueden mejorar las propiedades de manejo del preimpregnado obtenido.

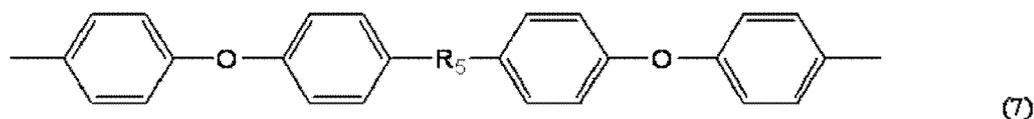
20 **[0053]** Los ejemplos del compuesto de bismaleimida que contiene una estructura de anillo aromático (en lo sucesivo denominado "compuesto de bismaleimida aromática") incluyen compuestos que tienen una estructura en la que X en la fórmula (1) es uno descrito en cada una de las siguientes fórmulas (2) a (8).



45 **[0054]** En la fórmula (5), R₅ representa -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O- o -SO₂-.



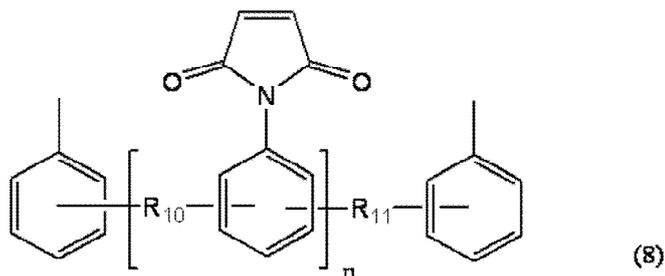
55 **[0055]** En la fórmula (6), R₅ representa -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O- o -SO₂-; y R₆ a R₉ representan cada uno independientemente un grupo seleccionado del grupo que consiste en -H, -CH₃, -C₂H₅, -C₃H₇, -F, -Cl, -Br e -I.



65 **[0056]** En la fórmula (7), R₅ representa -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O- o -SO₂-.

5

10



15

[0057] En la fórmula (8), R₁₀ a R₁₁ representan cada uno independientemente -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O- o -SO₂. En la fórmula (8), n es 0 a 0,5.

20

[0058] Los ejemplos de dicho compuesto de bismaleimida aromática pueden incluir N,N'-4,4'-difenilmetano bismaleimida, N,N'-4,4'-difenilo éter bismaleimida, N,N'-m-fenileno bismaleimida, N,N'-p-fenileno bismaleimida, N,N'-m-toluorimida bismaleimida, N,N'-4,4'-bifenileno bismaleimida, N,N'-4,4'-(3,3'-dimetilbifenileno) bismaleimida, 2,2-bis[4-(4-maleimidefenoxi)fenilo]propano, 3,3'-dimetilo-5,5'-dietilo-4,4'-difenilmetano bismaleimida, 4-metilo-1,3-fenileno bismaleimida, N,N'-4,4'-difenilsulfona bismaleimida, N,N'-4,4'-benzofenona bismaleimida, y similares.

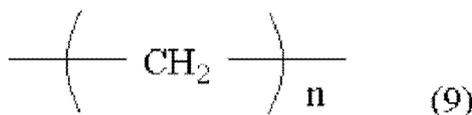
25

[0059] Desde el punto de vista de la resistencia al calor del material compuesto reforzado con fibra después del curado por calor, se prefieren bismaleimida de N,N'-4,4'-difenilmetano, N,N'-4,4'-difenilo éter de bismaleimida, N,N'-m-toluileno bismaleimida, 2,2-bis[4-(4-maleimidafenoxi)fenilo]propano, 4-metilo-1,3-fenileno bismaleimida, N,N'-4,4'-difenilsulfona bismaleimida, y N,N'-4,4'-benzofenona bismaleimida; y se prefieren especialmente N,N'-4,4'-difenilmetano bismaleimida, N,N'-4,4'-difenilo éter bismaleimida, N,N'-m-toluileno bismaleimida, 2,2-bis[4-(4-maleimidafenoxi)fenilo]propano y 4-metilo-1,3-fenileno-bismaleimida. Estos compuestos de bismaleimida aromáticos se pueden usar solos o se pueden usar en combinación de dos o más de los mismos.

30

[0060] Los ejemplos del compuesto de bismaleimida que no contiene una estructura de anillo aromático (en lo sucesivo denominado "compuesto de bismaleimida alifática") incluyen compuestos que tienen una estructura en la que X en la fórmula (1) es uno descrito en cada una de las siguientes fórmulas (9) a (11).

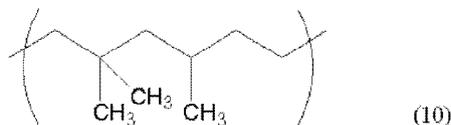
35



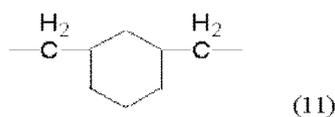
40

[0061] En la fórmula (9), n es un número entero de 10 o menos, y preferiblemente 1, 2, 3, 4 o 6.

45



50



55

60

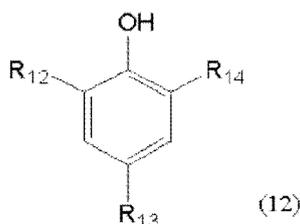
[0062] Los ejemplos de dicho compuesto de bismaleimida alifática pueden incluir 1,6'-bismaleimida-(2,2,4-trimetilo)hexano, hexametilendiamina bismaleimida, N,N'-1,2-etileno bismaleimida, N,N'-1,3-propileno bismaleimida y N,N'-1,4-tetrametileno bismaleimida. De ellos, se prefieren especialmente 1,6'-bismaleimida-(2,2,4-trimetilo)hexano y hexametilendiamina bismaleimida. Estos compuestos de bismaleimida alifáticos se pueden usar únicamente o se pueden usar en combinación de dos o más de los mismos.

65

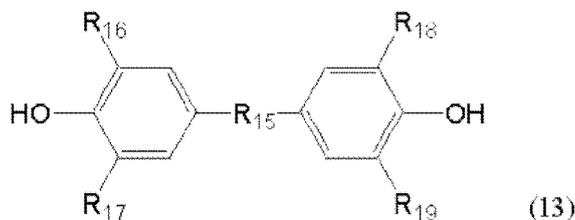
[0063] Se prefiere que un agente de curado del compuesto de bismaleimida esté contenido en la composición de resina de bismaleimida, además del compuesto de bismaleimida descrito anteriormente. Los ejemplos del agente de curado del compuesto de bismaleimida incluyen compuestos de alqueniilfenol y/o alqueniilfenol éter.

[0064] El alquenilfenol éter se obtiene a través de una reacción entre un compuesto a base de fenol y un haluro de alquenilo, y el alquenilfenol se obtiene a través del reordenamiento Claisen del alquenilfenol éter (véase JP-A-52-994). El compuesto de alquenilfenol y/o alquenilfenilo éter que está contenido en la composición de resina de bismaleimida puede incluir un producto reorganizado del mismo.

[0065] El alquenilfenol y/o alquenilfenilo éter es preferiblemente alilfenol, metalilfenol, o un éter de los mismos. Los compuestos de las siguientes fórmulas (12) a (16) son más preferidos como alquenilfenol o alquenilfenoléter.

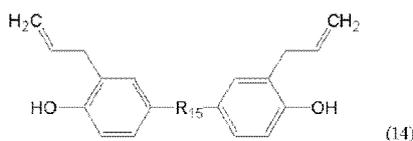


[0066] En la fórmula (12), R₁₂, R₁₃ y R₁₄ son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono, y preferiblemente un grupo alilo o un grupo propenilo, siempre que al menos uno de R₁₂, R₁₃ y R₁₄ es un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono.

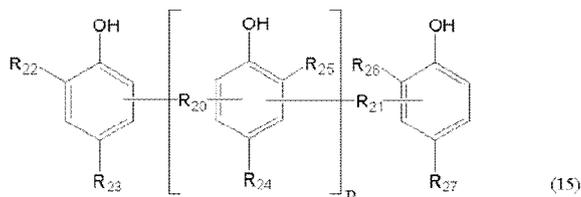


[0067] En la fórmula (13), R₁₅ es un enlace directo, -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O-, -S-, -SO- o -SO₂-; y R₁₆, R₁₇, R₁₈ y R₁₉ son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono, y preferiblemente un grupo alilo o un grupo propenilo, siempre que al menos uno de R₁₆, R₁₇, R₁₈ y R₁₉ sea un grupo alquenilo que tenga de 2 a 10 átomos de carbono.

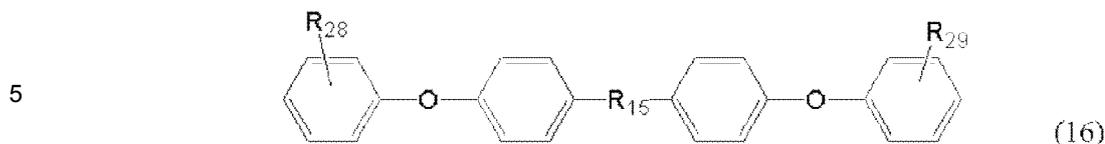
[0068] Entre los compuestos de la fórmula (13), se prefieren especialmente los compuestos de la siguiente fórmula (14).



[0069] En la fórmula (14), R₁₅ representa un enlace directo, -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O-, -S-, -SO- o -SO₂-.



[0070] En la fórmula (15), R₂₀ y R₂₁ son cada uno un enlace directo, -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O-, -S-, -SO-, o -SO₂-; R₂₂, R₂₃, R₂₄, R₂₅, R₂₆ y R₂₇ son cada uno independientemente hidrógeno, un grupo alquilo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono, y preferiblemente un grupo alilo o un grupo propenilo, siempre que al menos uno de R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ y R₁₅ es un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono; y p es un número entero de 0 a 10,



10 **[0071]** En la fórmula (16), R₁₅ representa un enlace directo, -CH₂-, -C(CH₃)₂-, -O-, -S-, -SO- o -SO₂-; y R₂₈ y R₂₉ son cada uno independientemente hidrógeno, un grupo alquilo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono, y preferiblemente un grupo alilo o un grupo propenilo, siempre que al menos uno de R₂₈ y R₂₉ sea un grupo alquenilo que tiene de 2 a 10 átomos de carbono.

15 **[0072]** Los ejemplos de dicho compuesto de alquenilfenol o alquenilfenol éter pueden incluir O,O'-dialilbisfenol A, 4,4'-dihidroxi-3,3'-dialildifenilo, bis(4-hidroxi-3-alilfenilo)metano, 2,2'-bis(4-hidroxi-3,5-dialilfenilo)propano, 2,2'-dialilbisfenol F, 4,4'-dihidroxi-3,3'-dialildifenilo éter, 4,4'-bis-O-propenilfenoxi-benzofenona, y similares. De esos, O,O'-dialilbisfenol A, 2,2'-bis(4-hidroxi-3,5-dialilfenilo)propano, 2,2'-dialilbisfenol F, y similares son los preferidos debido a que un punto de transición vítrea de la resina es alto después del curado por calor. O,O'-Dialilbisfenol A es especialmente preferido porque disminuye la viscosidad de la composición de resina. El alquenilfenol y/o el alquenilfenol éter se pueden usar únicamente o se pueden usar en una mezcla de dos o más de los mismos.

20 **[0073]** Cuando la composición de resina de bismaleimida contiene adecuadamente el alquenilfenol y/o el compuesto de alquenilfenol éter en un rango arbitrario, se ajusta la viscosidad y se puede obtener una buena capacidad de procesamiento de la formación. Además, impregnando a fondo la composición de resina dentro del material base de fibra conductora, la composición de resina puede adherirse completamente al material base de fibra conductora.

25 **[0074]** En la composición de resina de bismaleimida, una parte o la totalidad del compuesto de bismaleimida aromática y/o el compuesto de bismaleimida alifática se pueden disolver en el compuesto de alquenilfenol y/o alquenilfenol éter.

30 **[0075]** Los ejemplos de la resina termoplástica que se usa como la resina de matriz pueden incluir resinas basadas en poliolefinas, tales como una resina de polietileno, una resina de polipropileno y un copolímero o una mezcla de los mismos; resinas basadas en poliamidas alifáticas, tales como poliamida 66, poliamida 6, poliamida 12, etc.; resinas a base de poliamidas semiaromáticas que tienen un componente aromático como componente ácido; resinas aromáticas a base de poliéster, como la resina de polietileno tereftalato (PET), una resina de polibutileno tereftalato (PBT), etc.; resinas a base de policarbonato; resinas basadas en poliestireno (por ejemplo, una resina de poliestireno, una resina AS, una resina ABS, etc.); resinas alifáticas a base de poliéster, tales como una resina a base de ácido poliláctico, etc.; y similares.

35 (3) Material conductor:

40 **[0076]** La preimpregnación de la presente invención tiene una región conductora en la que el material conductor se dispersa en la resina. Aunque la resina que dispersa el material conductor en ella no está particularmente limitada, es preferiblemente una resina que tiene compatibilidad con la resina matriz, y más preferiblemente una resina del mismo tipo que la resina base contenida en la resina matriz.

45 **[0077]** El material conductor que se usa en la presente invención tiene que ser solo una sustancia conductora que funciona como un buen conductor eléctrico y no está limitado solamente al conductor. El material conductor es una sustancia conductora que tiene una resistividad volumétrica de preferiblemente 100 a 10⁻⁹ Ωcm, más preferiblemente de 10⁻¹ a 10⁻⁹ Ωcm, aún más preferiblemente de 10⁻¹ a 10⁻⁹ Ωcm, y especialmente preferiblemente de 10⁻¹ a 10⁻⁹ Ωcm. Cuando la resistividad volumétrica es menor, la conductividad del material compuesto reforzado con fibra de carbono obtenido puede mejorarse de manera más eficiente.

50 **[0078]** El material conductor que se usa en la presente invención es preferiblemente un material conductor, cuyo diámetro mínimo es menor que el diámetro de una fibra de la fibra conductora que se va a usar. Cuando el diámetro mínimo del material conductor es más pequeño que el diámetro de la fibra de la fibra conductora que se va a utilizar, el material conductor entra fácilmente en espacios entre las fibras individuales de la fibra conductora, lo que permite que la región conductora entre en contacto directo con la capa de fibra conductora. Por lo tanto, la conductividad del material compuesto obtenido puede mejorarse más. El diámetro mínimo del material conductor que se usa en la presente invención es preferiblemente de 1 nm a 3 μm, más preferiblemente de 5 nm a 1 μm, y aún más preferiblemente de 10 nm a 0,5 μm.

55 **[0079]** Como material conductor, por ejemplo, se puede usar un material metálico, un material de carbono, un polímero conductor o sustancias resultantes de cubrir un material de núcleo de un material inorgánico o un material orgánico con una sustancia conductora, etc. Además, en la presente invención, el material conductor que se usa para el preimpregnado solo tiene que ser una sustancia conductora que funciona como un buen conductor eléctrico

65

después de formarse en el material compuesto. También puede ser una sustancia que se convierte en un conductor a una temperatura de formación del material compuesto. La temperatura de formación del material compuesto es generalmente de 80 a 300 °C, y los ejemplos de la sustancia que se convierte en un conductor a dicha temperatura incluyen compuestos metálicos orgánicos, complejos metálicos orgánicos y similares.

5 **[0080]** De los materiales conductores descritos anteriormente, se prefieren un material metálico y un material de carbono porque exhiben una alta conductividad y estabilidad.

10 **[0081]** Como material metálico, se prefiere el material metálico, platino, oro, plata, cobre, estaño, níquel, titanio, cobalto, hierro, cromo, aluminio, o una aleación que contenga un metal como componente principal, o similar porque se prefiere es capaz de evitar la corrosión debida a una posible diferencia entre el material metálico y la fibra de carbono. Además, también se prefieren óxido de estaño, óxido de indio, óxido de indio-estaño (ITO), y similares. De ellos, se prefiere especialmente el platino, el oro, la plata, el cobre, el estaño, el níquel, el titanio o una aleación que contenga dicho metal como componente principal porque exhibe una alta conductividad y estabilidad química.

15 **[0082]** Una forma del material conductor que se usa en la presente invención no está particularmente limitada, y se puede usar un material conductor en una carga o estado de cuerpo continuo, o similar. En la presente invención, la forma del material conductor está preferiblemente en un estado de relleno desde el punto de vista de que la región conductora se forma fácilmente.

20 **[0083]** La carga a la que se hace referencia en la presente invención se refiere a una forma en un estado corporal discontinuo y es preferiblemente un material conductor que tiene una relación de aspecto de 1 a 1.000. Como material conductor en un estado de relleno, por ejemplo, se puede usar un material conductor en un estado granular, en estado fibroso o en forma de estrella. En el caso de usar una carga en un estado granular, su diámetro de partícula promedio no está particularmente limitado siempre que sea un tamaño tal que la carga se pueda rellenar dentro de la resina de la matriz del preimpregnado. Es preferiblemente de 0,001 a 10 µm, más preferiblemente de 0,005 a 3 µm, todavía más preferiblemente de 0,01 a 1 µm, y especialmente de preferencia de 0,05 a 0,5 µm.

25 **[0084]** En el caso de usar una carga en un estado fibroso, su longitud es preferiblemente de 0,1 a 500 µm, y más preferiblemente de 1 a 20 µm. Un diámetro del mismo es preferiblemente de 0,001 a 100 µm, más preferiblemente de 0,005 a 5 µm, aún más preferiblemente de 0,01 a 1 µm, y de manera especialmente preferible de 0,05 a 0,5 µm.

30 **[0085]** En cuanto a la carga conductora, los ejemplos del material metálico incluyen una partícula de metal, una fibra de metal, una partícula de metal orgánico, una partícula de complejo de metal orgánico, una nanopartícula de metal, una nanofibra de metal, una nanopartícula de metal orgánico y similares. Como material de carbono, por ejemplo, al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en una partícula de grafito, una partícula de carbono, una fibra molida de carbono, un negro de humo, un nanotubo de carbono y una nanofibra de carbono que contiene un carbono producido por vapor. Se prefiere fibra (VGCF).

35 **[0086]** Como negro de humo, por ejemplo, se pueden usar negro de horno, negro de acetileno, negro térmico, negro de ketjen y similares, y también se usa adecuadamente un negro de humo que resulta de la mezcla de dos o más tipos de los mismos.

40 **[0087]** Como material conductor como un cuerpo continuo, por ejemplo, se puede usar un material conductor en un estado de fibra o película larga. Los ejemplos del material conductor como un cuerpo continuo incluyen una fibra larga de carbono, una fibra larga de metal, una película de grafito, una lámina metálica, un nanomarcillo de carbono, un nanocalar metálico y similares.

45 **[0088]** Además, en cuanto a una cantidad de mezcla del material conductor, se prefiere mezclar el material conductor de modo que una tasa de ocupación de volumen en la región conductora es de 20 a 95% en volumen. Una cantidad adicional del material conductor que ocupa todo el preimpregnado es preferiblemente 20% en masa o menos, más preferiblemente 10% en masa o menos, todavía más preferiblemente 5% en masa o menos, y especialmente preferiblemente 1% en masa o menos. Aunque un límite inferior de la cantidad de adición del material conductor que ocupa la totalidad del preimpregnado no está particularmente limitado, desde el punto de vista de la conductividad del material compuesto obtenido, es preferiblemente de 0,0005% en masa o más, y más preferiblemente de 0,001% en masa o más.

(4) Otros aditivos de composición de resina de matriz:

60 [Agente de curado]

[0089] En el caso de usar una resina de endurecimiento como la resina de matriz, un agente de curado que cura la resina se puede mezclar en la composición de resina de matriz, según sea necesario. Como agente de curado, se usa un agente de curado conocido que cura la resina de matriz.

65 **[0090]** Los ejemplos del agente de curado que se usa en el caso de usar una resina epoxi como resina de

endurecimiento incluyen diciandiamida, diversos isómeros de agentes de curado a base de aminas aromáticas y ésteres de ácido aminobenzoico. Se prefiere la diciandiamida porque es excelente en la estabilidad de almacenamiento del preimpregnado. Además, los compuestos de diamina aromática, tales como 4,4'-diaminodifenilsulfona, 3,3'-diaminodifenilsulfona, 4,4'-diaminodifenilmetano, etc., y sus derivados que tienen un sustituyente no reactivo son especialmente preferidos desde el punto de vista de proporcionar un producto curado con buena resistencia al calor. Aquí, el sustituyente no reactivo es el mismo que el sustituyente no reactivo mencionado en la explicación de la resina epoxi.

[0091] Como éster del ácido aminobenzoico, se usan preferiblemente di-p-aminobenzoato de trimetilenglicol y diop-aminobenzoato de neopentilglicol. Si bien el material compuesto resultante del curado con un material de este tipo es inferior en resistencia térmica a varios isómeros de la diaminodifenilsulfona, es excelente en el alargamiento por tracción. Por esa razón, el tipo de agente de curado que se utilizará se selecciona adecuadamente de acuerdo con una aplicación del material compuesto.

[0092] En cuanto a una cantidad del agente de curado que está contenido en la composición de resina de matriz, una cantidad adecuada para curar al menos la resina de matriz mezclada en la composición de resina solo tiene que ajustarse adecuadamente de acuerdo con los tipos de resina de matriz y el agente de curado a utilizar. En cuanto a la cantidad de mezcla, el agente de curado se puede usar adecuadamente en una cantidad de mezcla deseada teniendo en cuenta la presencia o ausencia y la cantidad de adición de un agente de curado-promotor de curado, una cantidad de reacción química con la resina de endurecimiento, una tasa de curado de la composición, y así sucesivamente. Desde el punto de vista de la estabilidad de almacenamiento, el agente de curado se mezcla en una cantidad de 30 a 100 partes en masa, y más preferiblemente de 30 a 70 partes en masa, basado en 100 partes en masa de la resina de matriz contenida en la composición de resina.

[0093] Como agente de curado, también es posible usar DDS microencapsulado con un agente de recubrimiento (por ejemplo, DDS COAT10 (fabricado por Matsumoto Yushi-Seiyaku Co., Ltd.)). Para evitar una reacción con una resina epoxi no curada en un estado a temperatura ambiente se produce, el DDS microencapsulado es uno resultante del recubrimiento de una capa superficial de una partícula de DDS con una sustancia que es menos reactiva con la resina epoxi, específicamente un agente de recubrimiento, tal como una poliamida, una resina de urea modificada, una resina de melamina modificada, una poliolefina, una poliparafina (incluidos los productos modificados de la misma), etc., a través de un enlace físico o químico. Estos agentes de recubrimiento se pueden usar solo o en combinación. Además, DDS microencapsulado con un agente de recubrimiento también pueden usarse de cualquier tipo que no sean los descritos anteriormente.

[Resina termoplástica]

[0094] En el caso de usar una resina que tiene una baja viscosidad como la resina de matriz, para dar una viscosidad apropiada a la composición de resina, también se puede mezclar una resina termoplástica. La resina termoplástica que se mezcla en esta composición de resina con el fin de ajustar la viscosidad también tiene un efecto para mejorar las características mecánicas del material compuesto reforzado con fibra finalmente obtenido, como la resistencia al impacto, etc.

[0095] Una cantidad de la resina termoplástica descrita anteriormente que se mezcla en la composición de resina de matriz varía con el tipo de resina de matriz utilizada en la composición de resina y puede ajustarse adecuadamente de modo que la viscosidad de la composición de resina tenga un valor apropiado como se describe más adelante. En general, se prefiere mezclar la resina termoplástica en una cantidad de 5 a 100 partes en masa en base a 100 partes en masa de la resina de matriz contenida en la composición de resina.

[0096] La viscosidad de la composición de resina de matriz es preferiblemente de 10 a 450 poises, y más preferiblemente de 50 a 400 poises en términos de una viscosidad mínima a 80 °C. En el caso de que la viscosidad mínima de la composición de resina sea de 10 poises o más, se hace alto un efecto para inhibir el flujo de salida del material conductor en la región conductora para localizar el material conductor en una posición deseada del preimpregnado. La viscosidad se refiere a una viscosidad obtenida a partir de una curva de temperatura-viscosidad medida con un reómetro. La viscosidad de la resina de matriz se puede ajustar mediante la cantidad de adición de la resina termoplástica, particularmente una resina termoplástica soluble en resina de matriz como se describe más adelante.

[0097] Los ejemplos de la resina termoplástica incluyen una resina termoplástica soluble en resina de matriz y una resina de matriz termoplástica insoluble. La resina termoplástica soluble en resina de matriz se refiere a una resina termoplástica, una parte o la totalidad de las cuales puede disolverse en la resina de matriz por calentamiento o similar. Mientras tanto, la resina termoplástica insoluble en resina de matriz se refiere a una resina termoplástica que no se disuelve sustancialmente en la resina de matriz a una temperatura de formación de FRP o una temperatura más baja. Es decir, la resina termoplástica insoluble en resina de matriz se refiere a una resina termoplástica en la que al cargar una partícula de resina en la resina de matriz y luego agitarse, el tamaño de la partícula no cambia a la temperatura de formación de FRP. En general, la temperatura de formación de FRP es de 100 a 190 °C.

[0098] En el caso de que la resina termoplástica soluble en resina de matriz no se disuelva completamente, calentando en un proceso de curado de la composición de resina de matriz, la resina termoplástica soluble en resina de matriz se disuelve en la resina de matriz, permitiendo así que aumente la viscosidad de la composición de la resina de la matriz. Según esto, se puede evitar que se produzca un flujo de la composición de resina de matriz debido a una disminución de la viscosidad en el proceso de curado (fenómeno en el que la composición de resina fluye desde el interior del preimpregnado).

[Resina termoplástica soluble en resina de matriz]

[0099] La resina termoplástica soluble en resina de matriz es preferiblemente una resina que se disuelve en la resina de matriz en una extensión del 80% en masa o más a la temperatura de curado de la resina de matriz.

[0100] Por ejemplo, en el caso de usar una resina epoxi como la resina de matriz, los ejemplos específicos de la resina termoplástica soluble en resina de matriz incluyen una polietersulfona, una polisulfona, una polieterimida, un policarbonato y similares. Estos se pueden usar únicamente o se pueden usar en combinación de dos o más de los mismos. Como la resina termoplástica soluble en resina de matriz que está contenida en la composición de resina de matriz, se prefieren especialmente una polietersulfona y una polisulfona que tienen un peso molecular promedio en peso (Mw) de 8.000 a 40.000. Se prefiere que una distribución de peso molecular de la resina termoplástica soluble en resina de matriz sea uniforme. En particular, una polidispersidad (Mw/Mn) que es una relación de un peso molecular promedio en peso (Mw) a un peso molecular promedio en número (Mn) está preferiblemente en el rango de 1 a 10, y más preferiblemente en el rango de 1,1 a 5.

[0101] Se prefiere que la resina termoplástica soluble en resina de matriz tenga un grupo reactivo que tenga reactividad con la resina de matriz o un grupo funcional que forme un enlace de hidrógeno. Dicha resina termoplástica soluble en resina de matriz puede mejorar la estabilidad de disolución durante el proceso de curado de la resina de matriz. Además, es posible impartir dureza, resistencia química, resistencia al calor y resistencia al calor húmedo al FRP obtenido después del curado.

[0102] Por ejemplo, en el caso de usar una resina epoxi como la resina de matriz, se prefieren un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo imino, un grupo amino y similares como el grupo reactivo que tiene reactividad con la resina de matriz. Se prefiere el uso de una polietersulfona terminada en grupo hidroxilo porque la FRP obtenida es especialmente excelente en resistencia al impacto, tenacidad a la fractura y resistencia a los disolventes.

[0103] Un contenido de la resina termoplástica soluble en resina de matriz que está contenida en la composición de resina de matriz se ajusta apropiadamente de acuerdo con la viscosidad de la resina de matriz. Desde el punto de vista de la procesabilidad del preimpregnado, el contenido es preferiblemente de 5 a 100 partes en masa, más preferiblemente de 5 a 50 partes en masa, y aún más preferiblemente de 10 a 40 partes en masa en base a 100 partes en masa de la resina de matriz.

[0104] Aunque una forma de la resina termoplástica soluble en resina de matriz no está particularmente limitada, preferiblemente está en un estado granular. La resina termoplástica soluble en resina de matriz en estado granular se puede mezclar uniformemente en la composición de resina. Además, la formabilidad del preimpregnado obtenido es alta. Un diámetro medio de partícula de la resina termoplástica soluble en resina de matriz es preferiblemente de 1 a 50 μm , y especialmente preferiblemente de 3 a 30 μm .

[Resina termoplástica insoluble en resina matriz]

[0105] La composición de resina de matriz puede contener, además de la resina termoplástica soluble en resina de matriz, una resina termoplástica insoluble en resina de matriz. En la presente invención, se prefiere que la composición de resina de matriz contenga tanto la resina termoplástica soluble en resina de matriz como la resina termoplástica insoluble de resina de matriz.

[0106] La resina termoplástica insoluble en resina de matriz y una parte de la resina termoplástica soluble en resina de matriz (la resina termoplástica soluble en resina epoxi permaneció sin disolverse en la resina de matriz después del curado) en un estado en el que se dispersa una partícula de la misma. en la resina de la matriz de FRP (esta partícula dispersada se denominará en lo sucesivo "partícula interlaminar"). Esta partícula interlaminar inhibe la propagación del impacto que recibe la FRP. Como resultado, se mejora la resistencia al impacto del FRP obtenido.

[0107] Por ejemplo, en el caso de usar una resina epoxi como resina de matriz, los ejemplos de la resina termoplástica insoluble en resina de matriz incluyen una poliamida, un poliactal, un óxido de polifenileno, un sulfuro de polifenileno, un poliéster, una poliamida imida, una poliimida, una polietercetona, una polieteretercetona, un naftalato de polietileno, un poliéter nitrilo y un polibencimidazol. De ellos, se prefieren una poliamida, una poliamida-imida y una poliimida debido a su alta tenacidad y resistencia al calor. Una poliamida y una poliimida son especialmente excelentes en un efecto de mejora de la tenacidad frente a FRP. Estos se pueden usar únicamente o se pueden usar en combinación de dos o más de los mismos. Además, también se puede usar un copolímero del mismo.

5 **[0108]** En particular, al usar una poliimida amorfa o una poliamida, como Nylon 6 (marca registrada) (poliamida obtenida a través de una reacción de policondensación de anillo abierto de caprolactama), nylon 12 (poliamida obtenida a través de una reacción de policondensación de anillo abierto de laurilo-lactama) y nylon amorfo (un nylon también llamado nylon transparente, en el que no se produce la cristalización del polímero, o la velocidad de cristalización del polímero es extremadamente lenta), la resistencia al calor del FRP obtenido se puede mejorar especialmente.

10 **[0109]** El contenido de la resina termoplástica insoluble en resina de matriz en la composición de resina de matriz se ajusta apropiadamente de acuerdo con la viscosidad de la composición de resina de matriz. Desde el punto de vista de la procesabilidad del preimpregnado, el contenido es preferiblemente de 5 a 60 partes en masa, y más preferiblemente de 15 a 40 partes en masa, basado en 100 partes en masa de la resina de matriz. El diámetro de partícula promedio preferido y la forma de la resina termoplástica insoluble en resina de matriz son los mismos que los de la resina termoplástica soluble en resina de matriz.

15 [Otros materiales conductores]

20 **[0110]** La composición de resina de matriz puede contener un material conductor distinto del material conductor existente en la región conductora, según sea necesario. Como material conductor, se puede usar el mismo material conductor descrito anteriormente. El material conductor se mezcla de tal manera que una cantidad de mezcla del mismo es preferiblemente de 0,0001 a 20 partes en masa, más preferiblemente de 0,0005 a 10 partes en masa, y especialmente de 0,01 a 5 partes en masa, en base a 100 partes en masa de la resina base contenida en la composición de la resina de la matriz.

25 [Otros aditivos]

30 **[0111]** La composición de resina de matriz puede contener adecuadamente, además de los componentes descritos anteriormente, varios aditivos, como un anhídrido de ácido, un ácido de Lewis, un agente de curado básico, por ejemplo, diciandiamida (DICY) o un imidazol, un compuesto de urea, una sal de metal orgánico, un diluyente de reacción, una carga, un antioxidante, un retardador de llama, un pigmento, etc.

35 **[0112]** Específicamente, los ejemplos del anhídrido de ácido incluyen anhídrido ftálico, anhídrido trimelítico, anhídrido piromelítico y similares. Los ejemplos del ácido de Lewis incluyen sales de trifluoroborato, y con más detalle, los ejemplos del mismo incluyen monoetilamina BF_3 , bencilamina BF_3 y similares. Los ejemplos del imidazol incluyen 2-etilo-4-metilimidazol, 2-etilimidazol, 2,4-dimetilimidazol y 2-fenilimidazol. Además, puede ejemplificarse 3-[3,4-diclorofenilo]-1,1-dimetilurea (DCMU), etc. como el compuesto de urea, y Co[III] acetilacetato, etc. como la sal metálica orgánica. Como diluyente de la reacción, hay ejemplos de diluyentes reactivos, por ejemplo, polipropilenglicol diglicidilo éter, fenilglicidilo éter, etc.

40 (5) Método de producción de la composición de resina de matriz:

45 **[0113]** Un método de producción de la composición de resina de matriz no está particularmente limitado, y se puede adoptar cualquiera de los métodos convencionalmente conocidos. Por ejemplo, en el caso de usar una resina epoxi como la resina de matriz, una temperatura que varía de 10 a 160 °C puede ejemplificarse como una temperatura de amasado que se aplica en el momento de producir la composición de resina. Cuando la temperatura de amasado es superior a 160 °C, hay un caso en el que comienza la degradación térmica de la resina epoxi o una reacción de curado parcial, lo que empeora la estabilidad de almacenamiento de la composición de resina obtenida y el preimpregnado producido usando la misma. Cuando la temperatura de amasado es inferior a 10 °C, hay un caso en el que la viscosidad de la composición de resina epoxi es alta, por lo que el amasado se vuelve sustancialmente difícil. La temperatura de amasado está en el intervalo de preferiblemente 20 a 130 °C, y más preferiblemente de 30 a 110 °C.

55 **[0114]** Como un aparato de máquina amasadora, se pueden usar los convencionalmente conocidos. Los ejemplos específicos de los mismos incluyen un molino de rodillos, un mezclador planetario, un amasador, un extrusor, un mezclador Banbury, un recipiente de mezcla equipado con una hoja agitadora, un tanque de mezcla horizontal y similares. El amasado de los componentes respectivos se puede realizar en el aire o en una atmósfera de gas inerte. En el caso de realizar un amasado en el aire, se prefiere una atmósfera donde se controle la temperatura o la humedad. Aunque no hay limitación, por ejemplo, se prefiere realizar el amasado a una temperatura controlada a una temperatura fija de 30 °C o inferior, o en una atmósfera de baja humedad a una humedad relativa de 50% RH o menos.

60 (6) Preimpregnado:

65 **[0115]** La preimpregnación de la presente invención es una en la que la composición de resina de matriz está impregnada en huecos entre los respectivos materiales de base de fibra que constituyen el material de base de fibra conductora.

5 **[0116]** Un contenido de la composición de resina de matriz es preferiblemente de 15 a 60% en masa en base a la masa total del preimpregnado. Cuando el contenido es inferior al 15% en masa, hay un caso en el que se genera un espacio vacío o similar en el material compuesto obtenido, empeorando así las características mecánicas. Cuando el contenido es superior al 60% en masa, hay un caso en el que el efecto de refuerzo de la fibra de refuerzo resulta insuficiente, por lo que las características mecánicas relativas a la masa se vuelven sustancialmente bajas. El contenido es preferiblemente de 20 a 50% en masa, y más preferiblemente 25 a 50% en masa.

10 **[0117]** Aquí, en el caso en el que la resina de matriz es una resina epoxi, en cuanto al contenido de la composición, una proporción calculada a partir de la cantidad de variación de masa causada cuando el preimpregnado se sumerge en ácido sulfúrico y se calienta opcionalmente, por lo que el epoxi la resina se descompone para disminuir la masa se determina como el contenido de la composición de resina.

15 **[0118]** Específicamente, el preimpregnado se recorta en un tamaño de 100 mm X 100 mm para producir una muestra de ensayo, y se mide su peso. Posteriormente, esta muestra de prueba del preimpregnado se sumerge o se hierve en ácido sulfúrico para descomponer y eluir el componente de resina. A continuación, las fibras restantes se filtran, se lavan con ácido sulfúrico y se secan, y se mide la masa de las fibras secas. Finalmente, el contenido de la composición de resina epoxi se calcula a partir de la variación de masa antes y después de la operación de descomposición con ácido sulfúrico.

20 **[0119]** Una forma del preimpregnado de la presente invención no está particularmente limitada siempre que sea una forma en la que la composición de resina de matriz esté impregnada en el material de base de fibra conductora; sin embargo, se prefiere un preimpregnado que comprende una capa de fibra conductora compuesta por fibras conductoras y una composición de resina de matriz impregnada en espacios entre las fibras conductoras descritas anteriormente, y se prefiere una capa de resina cubierta sobre la superficie de la capa de fibra conductora descrita anteriormente. Un espesor de la capa de resina es preferiblemente de 2 a 100 μm . El espesor de la capa de resina es más preferiblemente de 5 a 50 μm , y especialmente preferiblemente de 10 a 40 μm .

(7) Método de producción de preimpregnado:

30 **[0120]** Un método de producción del preimpregnado no está particularmente limitado, y se puede adoptar cualquiera de los métodos convencionalmente conocidos. Específicamente, se puede adoptar adecuadamente un método de fusión en caliente y un método de disolvente.

35 **[0121]** El método de fusión en caliente es un método en el que la composición de resina de matriz descrita anteriormente se aplica en un estado de película delgada sobre un papel de liberación para formar una película de composición de resina, posteriormente, la película formada se libera del papel de liberación para obtener una película de composición de resina y, posteriormente, la película de composición de resina se lamina sobre un material de base de fibra conductora y se calienta a presión, impregnando así la composición de resina en el material de base de fibra conductora.

40 **[0122]** Un método para formar la composición de resina en una película de composición de resina no está particularmente limitado, y puede adoptarse cualquiera de los métodos convencionalmente conocidos. Específicamente, la película de la composición de resina se puede obtener al moldear la composición de resina sobre un soporte, como un papel de liberación, una película, etc., utilizando un extrusor de matriz, un aplicador, un recubridor de rodillo inverso, un revestidor de coma o similar. La temperatura de la resina al producir la película se determina adecuadamente de acuerdo con la composición o viscosidad de la resina a partir de la cual se produce la película. Específicamente, se adoptan adecuadamente las mismas condiciones de temperatura que en la temperatura de amasado en el método de producción descrito anteriormente de una composición de resina epoxi. El número de veces de la impregnación no se limita a una sola vez, sino que la impregnación también se puede realizar en múltiples etapas a presión y temperatura arbitrarias, mientras que se divide en tiempos múltiples.

50 **[0123]** El método del disolvente es un método en el que la composición de resina se forma en un estado de barniz utilizando un disolvente apropiado, y este barniz se impregna en el material de base de fibra conductora. De esos métodos convencionales, en particular, el preimpregnado de la presente invención puede producirse adecuadamente mediante el método de fusión en caliente que es el método de producción convencionalmente conocido.

60 **[0124]** Una presión de impregnación sobre la impregnación de la composición de resina de matriz en el material de base de fibra conductora que usa la película de composición de resina se determina apropiadamente teniendo en cuenta la viscosidad y el flujo de resina, etc. de la composición de resina.

65 **[0125]** En el caso de usar la resina epoxi como la resina de matriz e impregnar la película de composición de resina epoxi en el material base de fibra conductora por el método de fusión en caliente, una temperatura de impregnación está preferiblemente en el intervalo de 50 a 150°C. La temperatura de impregnación es más preferiblemente de 60 a 145 °C, y especialmente preferiblemente de 70 a 140 °C.

5 **[0126]** El material preimpregnado de la presente invención tiene una región conductora en la que el material conductor se dispersa en la resina. Tal preimpregnado de la presente invención se obtiene mediante un método de producción de un preimpregnado que incluye la integración de la composición de resina de matriz y el material conductor con el material base compuesto de fibras conductoras, siendo el método de producción un preimpregnado que incluye la localización del material conductor en una parte del preimpregnado para formar una región conductora donde el material conductor se dispersa en la resina.

10 **[0127]** Aunque el método de formación de dicha región conductora no está particularmente limitado, los ejemplos incluyen un método en el que la capa de resina de la preimpregnación producida anteriormente que no tiene una región conductora o la totalidad de la preimpregnación está perforada usando un láser o similares, y el material conductor se llena directamente o como una pasta de material conductor dispersa en un dispersante; un método en el que al producir un preimpregnado, la región conductora se forma en la película de resina y se transfiere; un método en el que las partículas resultantes de la dispersión del material conductor en la resina se agregan a la composición de resina de la matriz antes de la impregnación o sobre la superficie preimpregnada; y similares. Sobre todo, se prefiere un método en el que al producir un preimpregnado, se forme la región conductora en la película de resina y se transfiera.

20 **[0128]** Como un método de producción más específico del preimpregnado de la presente invención, por ejemplo, se ejemplifica un método de producción de un preimpregnado que incluye laminar la película de resina compuesta de la composición de resina de la matriz sobre el material base de fibra conductora e integrando la composición de resina de matriz con el material base de fibra conductora, siendo el método de producción un método de producción de un preimpregnado, en el que la película de resina descrita anteriormente es una película de resina localizada con material conductor en la que el material conductor se localiza en una parte de la película compuesta por la composición de resina de matriz.

25 **[0129]** La película de resina localizada en el material conductor es preferiblemente una película de resina localizada en el material conductor obtenida mediante la disposición del material conductor sobre una superficie de la película compuesta por la resina de matriz y también es preferiblemente una película de resina localizada en el material conductor obtenida por disposición del material conductor en el soporte y luego transferir el material conductor a la película compuesta de la resina de matriz.

30 **[0130]** Además, el preimpregnado de la presente invención también se puede producir mediante un método de producción de un preimpregnado que incluye la integración de la composición de resina de matriz con el material base de fibra conductora, siendo el método de producción un método de preimpregnado, en el que el material base de fibra conductora es un material base de fibra conductora en el cual el material conductor se localiza en una parte de la superficie de antemano.

35 **[0131]** En el caso de disponer el material conductor en un material laminar, como una película de rienda, un soporte, un material de base de fibra conductora, etc., solo el material conductor puede desecharse directamente, o el material conductor puede desecharse como una pasta de material conductor que tiene el material conductor disperso en un dispersante, como una resina, etc.

40 **[0132]** En el caso de formar la región conductora solo en la capa de resina, un método en el cual la película de resina conductora localizada en el material es utilizada como la película de capa de resina que forma la capa de resina para un preimpregnado primario resultante de impregnar una parte de la resina de matriz en el material base de fibra conductora por adelantado; o un método en el que el material conductor está dispuesto sobre una superficie de un preimpregnado primario, y la película de resina compuesta por la resina de matriz que forma la capa de resina se lamina e impregna con el preimpregnado primario.

45 **[0133]** Los ejemplos del método de formación de la región conductora en la película de resina (método de producción de la película de resina localizada en el material conductor) incluyen un método en el que el material conductor está dispuesto directamente sobre el soporte, como un papel de liberación, etc., o una pasta de material conductor que tiene el material conductor disperso en un dispersante, como una resina, etc., se dispone sobre el soporte, y la resina de matriz se moldea para formar la película de resina; un método en el que la resina de matriz se moldea sobre el soporte para producir la película de resina, y luego, el material conductor se dispone directamente, o la pasta de material conductor que tiene el material conductor disperso en la resina se coloca sobre dicha película; un método en el que la película que tiene el material conductor o la pasta del material conductor dispuesta en su superficie se pega a la película de resina; un método en el que la pasta de material conductor dispuesta sobre el soporte se transfiere a la película de resina; y similares.

50 **[0134]** En el caso de disponer el material conductor o la pasta del material conductor sobre la película de resina, el soporte, la película o la superficie del material base de fibra conductora, el material conductor o la pasta del material conductor puede disponerse sobre dicha película mediante un método, tal como serigrafía, impresión por chorro de tinta, aplicación por un dispensador, etc., o después de perforar dicha película, se puede rellenar el material conductor o la pasta del material conductor. Es preferible disponer el material conductor o la pasta de material conductor mediante un método, como serigrafía, impresión por inyección de tinta, aplicación por un dispensador, etc.

[0135] En el caso de disponer el material conductor o la pasta del material conductor sobre la película o soporte de resina, una forma del mismo puede determinarse adecuadamente de acuerdo con la forma o el tamaño de la región conductora deseada. Los ejemplos de un patrón de disposición del material conductor o la pasta del material conductor incluyen una disposición continua, como un estado lineal, un estado de celosía, etc., y una disposición discontinua, como un estado punteado, un estado de isla, etc. En el caso de una disposición discontinua, los puntos o islas individuales se pueden disponer de una manera regular, como un estado de celosía, un estado de zigzag, un estado circular, etc., o se pueden disponer al azar.

[0136] En el caso de que el material conductor o la pasta del material conductor se disponga de manera continua, su anchura es preferiblemente de 1 μm a 5 mm, y más preferiblemente de 10 μm a 1 mm en su parte inferior. En el caso de que el material conductor o la pasta del material conductor se disponga de forma discontinua, la forma de su fondo no está particularmente limitada, y una forma arbitraria, como un círculo, una elipse, un cuadrado, un polígono, una forma de estrella, se puede adoptar forma indeterminada, etc. Además, su tamaño es preferiblemente de 0,1 μm a 5 mm, más preferiblemente de 1 μm a 1 mm, y aún más preferiblemente de 10 a 500 μm en términos de un diámetro de un circuncírculo en la parte inferior. Además, un área del fondo es preferiblemente de 0,01 a 500.000 μm^2 , más preferiblemente de 0,1 a 100.000 μm^2 , y aún más preferiblemente de 1 a 10.000 μm^2 .

[0137] La altura del material conductor o la pasta del material conductor que se va a disponer se puede ajustar adecuadamente de acuerdo con el espesor de la capa de resina o preimpregnado y es preferiblemente un espesor del 80% o más del espesor de la capa de resina. En el caso en el que el material conductor o la pasta del material conductor se disponga de tal manera que la región conductora se desplace a través de la capa de fibra conductora, la altura es preferiblemente un grosor del 90% o más del grosor del preimpregnado. Además, la altura del material conductor o la pasta del material conductor dispuesta es preferiblemente de 1 a 3.000 μm , y más preferiblemente de 10 a 300 μm . La forma tridimensional del material conductor o la pasta del material conductor dispuesta no está particularmente limitada, y una forma arbitraria, como una forma columnar, una forma prismática, una forma cónica, una forma piramidal, una forma hemisférica, una forma de medio elipsoide, etc., puede ser adoptada. Al formar el material compuesto preimpregnado o reforzado con fibra, la diferencia en el área de contacto entre el fondo y la capa de fibra superior se hace pequeña, y por lo tanto, la forma es preferiblemente una forma columnar, una forma prismática, una forma hemisférica o una forma de medio elipsoide. En el caso de que el material conductor o pasta de material conductor se disponga continuamente, se prefiere disponer el material conductor o la pasta de material conductor de tal manera que una sección transversal en la dirección de la anchura sea una forma cuadrada, una forma trapezoidal, una forma circular, una forma semicircular o una forma semielíptica.

[0138] En el caso de usar el material conductor como una pasta de material conductor del mismo disperso en un dispersante, se puede usar un disolvente o una resina como el dispersante que dispersa el material conductor en el mismo. Se prefiere usar una resina que sea compatible con la resina de matriz, y se prefiere más usar la misma resina que la resina de matriz. En el caso de utilizar el disolvente como dispersante, se prefiere que después de eliminar la pasta de material conductor, se elimine el disolvente. Además, en el caso de usar la resina como dispersante, se prefiere usar una resina curable, tal como una resina termoestable, una resina de curado UV, etc.

[0139] Además, en un método para agregar partículas resultantes de la dispersión del material conductor en la resina a la composición de resina de la matriz antes de la impregnación o sobre la superficie preimpregnada, en el caso de usar una resina de endurecimiento como la resina que dispersa el material conductor en el mismo, o en el caso de usar una resina de endurecimiento como dispersante de la pasta de material conductor, se prefiere disponer la resina de endurecimiento en un estado semicurado (etapa B) en el preimpregnado. Al formar la región conductora en el material preimpregnado en un estado en el que el material conductor se dispersa en la resina de la etapa B, es posible evitar que se produzca la difusión del material conductor en el interior de la capa de resina en los alrededores de la región conductora, y por lo tanto, la región conductora puede diseñarse de manera más precisa. Además, al producir el material compuesto reforzado con fibra, se puede permitir que la composición de resina de la etapa B reaccione con la resina de matriz circundante y, por lo tanto, es posible formar una fase continua donde la resina en la región conductora se integra con la resina resina de matriz de la capa de resina. En el caso de pegar una película que tiene el material conductor dispuesto allí en la película de resina, aunque la película en la que se dispone el material conductor no está particularmente limitada, es preferiblemente una película que tiene un espesor de 1 a 50 μm , y más preferiblemente una película que tiene un espesor de 5 a 20 μm .

[0140] En cuanto al material de la película, se prefiere el uso de un compuesto polimérico porque al formar un material preimpregnado para fabricar el material compuesto reforzado con fibra, los componentes de la película funcionan como un mejorador de la resistencia del material compuesto, por lo que las propiedades físicas de la película se mejoran los materiales compuestos obtenidos. En la presente invención, la película es preferiblemente una película de polímero que es soluble en la resina de matriz. Cuando se usa la película de polímero que es soluble en la resina de matriz, el compuesto de polímero que ha formado la película funciona como un potenciador de la resistencia de la resina de matriz, lo que permite mejorar las características mecánicas del material compuesto. Además, una película de polímero de este tipo funciona como un soporte del material conductor en una etapa de producción del preimpregnado, mientras que en el preimpregnado y el material compuesto reforzado con fibra obtenido al formar el preimpregnado, la película se disuelve en la resina de la matriz y se desvanece y, por lo tanto, la región conductora se puede formar sobre el área entera en la dirección del espesor de la capa de resina.

[0141] Como la película que es soluble en la resina de matriz, se prefiere usar una película obtenida formando una resina termoplástica que sea soluble en la resina de matriz descrita anteriormente en un estado de película. En el caso de usar una resina epoxi como la resina de matriz, los ejemplos de la misma incluyen una película de polieterimida, una película de polietersulfona, una película de polisulfona, una película de policarbonato y similares.

[0142] En el caso de disponer el material conductor por transferencia, aunque el soporte para la transferencia no está particularmente limitado, el soporte es preferiblemente un cuerpo plano que tiene propiedades de liberación, tal como un papel de liberación que contiene un agente de liberación, tal como una silicona, agente de liberación basado, etc., una película de liberación, tal como una película de resina de flúor, etc., o similares.

[0143] El material preimpregnado obtenido mediante la adopción del método descrito anteriormente se lamina, se forma y se cura según el objeto, produciendo así el material compuesto reforzado con fibra. Este método de producción en sí es conocido. De acuerdo con el preimpregnado de la presente invención, se puede obtener un material compuesto reforzado con fibra de carbono que tiene excelentes conductividad y características mecánicas.

[0144] El material compuesto reforzado con fibra de la presente invención se puede producir mediante un método convencionalmente conocido laminando, formando y curando el preimpregnado de la presente invención de acuerdo con el objeto. Como el método de producción de un material compuesto reforzado con fibra, por ejemplo, se aplica un método para utilizar la colocación manual, la colocación automática de la cinta (ATL), la colocación automática de la fibra, el envasado al vacío, el curado en autoclave, el curado que no sea el autoclave, el fluido asistido el proceso, el proceso de presión asistida, el proceso de emparejamiento del molde, el curado simple de la prensa, el curado de la clave de la prensa o la prensa de banda continua.

[0145] Dado que el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención tiene excelentes características mecánicas y de conductividad, es aplicable a muchas aplicaciones que requieren mejoras en el blindaje electromagnético, protección electrostática, retorno de corriente y conductividad. En particular, el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención puede usarse con el fin de resolver diversos problemas electromagnéticos en piezas aeroespaciales, turbinas eólicas, recipientes a presión, edificios, barcos, trenes, automóviles, tanques de combustible y otros campos.

EJEMPLOS

[0146] La presente invención se describe más específicamente a continuación mediante referencia a los Ejemplos. Los componentes y métodos de prueba utilizados en los presentes ejemplos y ejemplos comparativos se describen a continuación.

[Componente]

(Material base de fibra conductora)

[0147]

- Se utilizó un material de base de fibra conductora (peso de área de fibra: 190 g/m²) resultante de la disposición de hilos de fibra de carbono en paralelo en una dirección como material de base de fibra conductora. La resistencia a la tracción y el módulo de las hebras de fibra de carbono utilizadas (Tenax IMS60 (nombre comercial)), fabricadas por Toho Tenax Co., Ltd. fueron las siguientes.

- Resistencia a la tracción: 5.800 MPa.
- Módulo: 290 GPa

[Composición de la resina epoxi]

(resina epoxi)

[0148]

- Resina epoxi tipo glicidilamina (grupo trifuncional) [Araldite MY0600 (nombre comercial), fabricado por Huntsman Advanced Materials] (MY0600)
- Resina epoxi tipo glicidilamina (grupo tetrafuncional) [Araldite MY721 (nombre comercial), fabricada por Huntsman Advanced Materials] (MY721) (Agente de curado de resina epoxi)
- 4,4'-diaminodifenilsulfona [agente de curado a base de amina aromática, fabricado por Wakayama Seika Kogyo Co., Ltd.] (4,4'-DDS)

(Resina termoplástica)

- Resina termoplástica A:

[0149] Polietersulfona que tiene un diámetro promedio de partículas de 20 µm [PES-5003P (nombre comercial), fabricada por Sumitomo Chemical Co., Ltd.] (resina termoplástica soluble en resina epoxi)

• Resina termoplástica B:

5 **[0150]** Grilamid con un diámetro promedio de partículas de 20 µm [TR-55 (nombre comercial), fabricado por EMS-CHEMIE (Japan) Ltd.] (resina termoplástica insoluble en resina epoxi)

[Material conductor]

10 (Material conductor)

[0151]

15 • Nanopartícula de plata (diámetro de partícula promedio: 20 nm (valor de catálogo)) [fabricado por DOWA Electronics Materials Co., Ltd.]
• Negro de carbón (diámetro de partícula primaria: 39,5 nm (valor de catálogo)) [Ketjen Black EC₃00J (nombre comercial), fabricado por Lion Corporation]

20 (Pasta de material conductor)

Pasta de plata 1:

25 **[0152]** Para 100 partes en masa de "Araldita (marca registrada)" MY0600 que sirve como resina epoxi, 20 partes en masa de 4,4'-diaminodifenilsulfona (4,4'-DDS) que sirve como agente de curado y 100 partes en peso de la nanopartícula de plata descrita anteriormente se agregaron, formando así una pasta de material conductora 1 que tiene la nanopartícula de plata dispersada en la resina epoxi.

• Pasta de plata 2:

30 **[0153]** Adhesivo conductor para electrónica, fabricado por Sanyu Rec Co., Ltd., GA-6278 (nombre comercial) (Material conductor: partícula fina de plata (diámetro promedio de partícula: 2 µm), dispersante: resina epoxi, resistividad eléctrica (volumen resistividad): $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$, peso contenido de material conductor: 75% en peso, volumen contenido de material conductor: 26% vol.)

35 • Pasta de plata 3:

40 **[0154]** Pasta de nanopartículas de plata altamente conductora, MDot EC264 (nombre comercial), fabricada por Mitsuboshi Belting Ltd. (Material conductor: nanopartícula de plata (diámetro medio de partículas: 0,2 µm), dispersante: resina termoestable, resistividad eléctrica (resistividad de volumen): $8 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$, contenido de peso del material conductor: 80% en peso, contenido de volumen de material conductor: 32% en volumen)

• Pasta de plata 4:

45 **[0155]** Pasta de plata nano híbrida, TEC-PA-010 (nombre comercial), fabricada por InkTec Co., Ltd. (Material conductor: complejo de plata (diámetro de partícula promedio: 35 nm), resistividad eléctrica (resistividad de volumen): $8 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$)

• Pasta de plata 5:

50 **[0156]** Tinta de nano partículas metálicas, AGK101 (nombre comercial), fabricada por Kishu Giken Kogyo Co., Ltd. (Material conductor: nanopartícula de plata (diámetro de partícula promedio: 20 nm), resistividad eléctrica (resistividad volumétrica): $5,0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$, contenido de peso del material conductor: 35% en peso)

55 • Pasta de plata 6:

60 **[0157]** Pasta de plata para curado UV, UV700-SR1J (nombre comercial), fabricada por Tanaka Kikinzoku Kogyo KK (Material conductor: plata, dispersante: resina de curado UV, resistividad eléctrica (resistividad volumétrica): $6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$, peso contenido de material conductor: 86% en peso, volumen contenido de material conductor: 34% vol.)

• Pasta de plata 7:

65 **[0158]** Pasta de plata, RA FS 110S (nombre comercial), fabricada por Toyochem Co., Ltd. (Material conductor: partícula fina de plata (diámetro de partícula promedio: 4 µm), resistividad eléctrica (resistividad volumétrica): $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$, contenido de peso de material conductor: 82% en peso, contenido de volumen de material conductor: 33 vol. %)

• Pasta de cobre:

[0159] Pasta de cobre conductora, ACP-100 (nombre comercial), fabricada por Asahi Chemical Research Laboratory Co., Ltd.

5 (Material conductor: cobre, resistividad eléctrica (resistividad de volumen): $1,6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$)

• Pasta de níquel:

[0160] Adhesivo conductor, ECA202 (nombre comercial), fabricado por Nihon Handa Co., Ltd.

10 (Material conductor: níquel, dispersante: resina epoxi, resistividad eléctrica (resistividad de volumen): $2,0 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$)

• Pasta de carbono:

15 **[0161]** Pasta conductora, DY-280H-3 (nombre comercial), fabricada por Toyobo Co., Ltd. (Material conductor: carbono, dispersante: resina termoestable, resistividad eléctrica: $8,0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$)

[Apoyo]

20 **[0162]**

- Película de liberación a base de flúor (película FEP) [A4000R Red Release Film (nombre comercial), fabricada por Airtec Japan Co., Ltd.]
- Papel de liberación a base de silicona [papel de liberación a base de silicona, WBF90K-D (nombre comercial), fabricado por Lintec Corporation] (papel de liberación)

25

[Método de medida]

(1) Diámetro medio de partícula:

30

[0163] El diámetro de partícula promedio del material conductor contenido en la pasta de material conductor se midió de la siguiente manera. Es decir, la pasta de material conductor se diluyó con un disolvente orgánico; a partir de entonces, las partículas se agrandaron hasta 10.000 veces con un microscopio electrónico de barrido y se fotografiaron; Se seleccionaron 30 partículas al azar y se midieron para un diámetro de partícula de las mismas; y se determinó un valor medio de los mismos.

35

(2) Medición de la resistividad del volumen en la dirección Z:

40

[0164] En la presente invención, la conductividad del material compuesto se evaluó en términos de una resistividad volumétrica en la dirección Z (dirección del espesor). La resistividad volumétrica es una resistencia específica del material dado. Una unidad de la medida de conductividad del material tridimensional es ohm-cm ($\Omega \cdot \text{cm}$). Una resistividad volumétrica ρ del material en la dirección Z se define generalmente de acuerdo con la siguiente ecuación.

45

$$\rho = RA/L$$

R: Resistividad eléctrica de la muestra de prueba (medida con un medidor de ohmios digital)

L: Espesor de la muestra de prueba (m)

A: Área de la sección transversal de la muestra de ensayo (m^2)

50

[0165] En la presente invención, la resistividad volumétrica se mide solo en la dirección Z (dirección del espesor del material compuesto). En el cálculo, dado que el espesor siempre se tiene en cuenta, en todos los casos, este valor es una resistividad de "volumen".

55

(Método de producción de la muestra para la medición de resistividad de volumen en la dirección Z)

[0166] El preimpregnado se cortó y se laminó para obtener un laminado que tenía una construcción laminada [+45/0/-45/90]_{2s}. El laminado se formó a una presión de 0,49 MPa a 180 °C durante 120 minutos mediante un método de formación de autoclave al vacío. El producto formado obtenido se cortó en un tamaño de 40 mm de ancho X 40 mm de longitud, y la superficie del producto formado se pulió con un papel de lija hasta que se expuso la fibra de carbono. Finalmente, el acabado de la superficie se realizó utilizando un papel de lija n° 2000, obteniendo así un espécimen de prueba. El espécimen de prueba obtenido se emparedó entre dos electrodos de 50 mm de ancho X 50 mm de longitud que se habían sometido a enchapado en oro.

60

65

[0167] El valor de resistividad de la muestra de prueba en la dirección Z se midió con un medidor de ohmios digital (AX-114N, fabricado por Adex Aile Co., Ltd.) en un estado en el que se aplicó una carga de 0,06 MPa entre ambos

electrodos y la resistividad volumétrica se determinaron de acuerdo con la ecuación descrita anteriormente. El valor de resistividad se midió con respecto a 10 hojas de la muestra de ensayo, y la resistividad de volumen se calculó y evaluó utilizando un valor promedio de la misma.

5 (3) Resistencia interlaminar del material compuesto reforzado con fibra (tenacidad interlaminar modo I (Glc))

10 **[0168]** La tenacidad interlaminar del material compuesto reforzado con fibra se midió en un modo I de tenacidad interlaminar (Gcc) de conformidad con JIS K7086 y se evaluó. El preimpregnado obtenido se cortó en un cuadrado regular con un lado de 360 mm y se laminó, produciendo así dos laminados con 10 capas en la dirección de 0 °. Para generar una grieta inicial, se emparedó una lámina de liberación entre los dos laminados, y ambos se combinaron para obtener un laminado preimpregnado que tiene una construcción laminada [0]₂₀. El laminado preimpregnado se formó a una presión de 0,59 MPa bajo una condición de temperatura establecida individualmente para cada uno de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos mediante la adopción de un método usual de formación de autoclave al vacío. El producto formado obtenido se cortó en dimensiones de 20 mm de ancho X 195 mm de longitud, obteniendo así un espécimen de prueba de un modo de tenacidad de fractura interlaminar I (Glc).

15 **[0169]** Utilizando un método de prueba para la tenacidad a la fractura interlaminar de doble haz en voladizo (método DCB) como método de prueba del Glc, se permitió que se generara un pre-grieta (grieta inicial) de 2 a 5 mm desde la punta de la hoja de liberación, y luego, se realizó una prueba para promover la rotura. La velocidad de avance de una máquina de prueba de tracción de muestras de ensayo se ajustó a 0,5 mm/min hasta que la rotura promovida alcanzó 20 mm y hasta 1 mm/min después de que la rotura promovida alcanzó 20 mm, y la medición se realizó con n = 5. El Glc se calculó a partir de una carga, un desplazamiento y una longitud de rotura.

20 (Ejemplo 1)

25 **[0170]** Para 100 partes en masa de "Araldita (marca registrada)" MY0600 que sirve como resina epoxi, 20 partes en masa de 4,4'-diaminodifenilsulfona (4,4'-DDS) que sirve como agente de curado y 100 partes por peso de la nanopartícula de plata se agregaron, produciendo así una pasta de material conductora 1 que tiene la nanopartícula de plata dispersada en la resina epoxi. Posteriormente, en una superficie de una película de PES, la pasta de material conductor se sometió a serigrafía en forma de columna con un diámetro de 30 μm y una altura de 20 μm a intervalos de 0,2 mm a lo largo y ancho, seguido de calentamiento a 120°C. °C durante 5 minutos. La pasta de material conductor se convirtió en un estado de gel en la película de PES, manteniendo así la forma después de la impresión.

30 **[0171]** En un aparato para amasar, se añadieron 10 partes en masa de la polietersulfona 5003P (resina termoplástica A) que sirve como resina termoplástica soluble a 50 partes en masa de MY0600 y 50 partes en masa de MY721, cada una como resina epoxi y los contenidos se agitaron con un agitador a 120°C durante 30 minutos, disolviendo así completamente la resina termoplástica A para preparar una composición de resina epoxi. El valor de resistividad eléctrica de una resina resultante del curado de dicha composición de resina epoxi fue más que el límite de medición de un medidor de ohmios digital (AX-114N, fabricado por Adex Aile Co., Ltd.) y no se puede medir, y su resistividad volumétrica fue más de 10⁵ Ωcm. Posteriormente, la composición de resina epoxídica preparada se aplicó sobre una película desprendible utilizando un revestimiento de película, obteniendo así una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²). Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, la película de PES resultante de la serigrafía de la pasta de material conductor se pegó de tal manera que la superficie impresa entró en contacto con la composición de resina epoxi.

35 **[0172]** Posteriormente, 10 partes en masa de la resina termoplástica A se agregaron nuevamente a 50 partes en masa de MY600 y 50 partes en masa de MY721, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos para disolver completamente la resina termoplástica A, seguida de enfriamiento a una temperatura de resina de 80 °C o inferior. Posteriormente, se amasaron 30 partes en masa de la resina termoplástica B, y se amasaron 45 partes en masa de 4,4'-DDS, preparando así una composición de resina epoxi. El valor de resistividad eléctrica de una resina resultante del curado de una composición de resina epoxi de este tipo fue más que un límite de medición de un medidor de ohmios digital, además de no medible, y su resistividad volumétrica fue de más de 10⁵ cm. La composición de resina preparada se aplicó sobre un papel de liberación utilizando un revestimiento de película, produciendo así una película de resina para impregnación de 40 g/m².

40 **[0173]** En ambas superficies del material de base de fibra conductora, la película de resina para impregnación se pegó, y la composición de resina se impregnó en el material de base de fibra conductora mediante un método de fusión en caliente, produciendo así un preimpregnado primario. Posteriormente, en ambas superficies del material de base de fibra conductora que tiene la resina impregnada en ella (preimpregnado primario), la película de resina para la capa superficial sobre la que se había pegado la película de PES se pegó de tal manera que la película de PES entró en contacto con la base de fibra conductora material, produciendo así un preimpregnado. Usando el preimpregnado producido, se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica mediante el método descrito anteriormente, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra.

45 **[0174]** Una resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 Ω·cm. Como

resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, la película de PES se disolvió y desapareció, y una región donde la nanopartícula de plata dispersada en la resina de la matriz se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesadas en la dirección del espesor de la capa de resina y existían en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina de matriz en la región que contiene la nanopartícula de plata en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 2)

[0175] En un aparato de amasado, se añadieron 40 partes en masa de la resina termoplástica A a 50 partes en masa de MY0600 y 50 partes en masa de MY721, cada una como resina epoxi, y el contenido se agitó con un agitador a 120°C durante 30 minutos, disolviendo así completamente la resina termoplástica A para preparar una composición de resina epoxi. Posteriormente, la composición de resina epoxídica preparada se aplicó sobre una película desprendible utilizando un revestimiento de película, obteniendo así una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²). La película de resina obtenida para la capa superficial se sometió a serigrafía sobre la superficie de la película con una pasta de material conductor producida en el mismo método que en el Ejemplo 1 a intervalos de 3 mm en un estado lineal con un ancho de 30 µm y un espesor de 20 µm en la dirección del ancho de la película (dirección perpendicular a la dirección de la longitud).

[0176] Posteriormente, se agregaron 20 partes en masa de la resina termoplástica A a 50 partes en masa de MY600 y 50 partes en masa de MY721, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos para disolver completamente la resina termoplástica A, seguida de enfriamiento a una temperatura de resina de 80 °C o inferior. Posteriormente, se amasaron 30 partes en masa de la resina termoplástica B, y se amasaron 45 partes en masa de 4,4'-DDS, preparando así una composición de resina epoxi. La composición de resina preparada se aplicó sobre un papel de liberación utilizando un revestimiento de película, produciendo así una película de resina para impregnación de 40 g/m².

[0177] En ambas superficies del material de base de fibra conductora, la película de resina para impregnación se pegó, y la composición de resina se impregnó en el material de base de fibra conductora mediante un método de fusión en caliente, produciendo así un preimpregnado primario. Posteriormente, en ambas superficies del material de base de fibra conductora que tiene la resina impregnada en ella (preimpregnado primario), la película de resina para la capa superficial se pegó de tal manera que la superficie sobre la que se había impreso la pasta de material conductor entró en contacto con la base de fibra conductora. material, produciendo así un preimpregnado. Usando el preimpregnado producido, se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica mediante el método descrito anteriormente, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra.

[0178] El material compuesto obtenido reforzado con fibra exhibió buena conductividad. Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde la nanopartícula de plata dispersada en la resina de matriz se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina de matriz en la región que contiene la nanopartícula de plata en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 3)

[0179] Se preparó una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) que tenían un diámetro de 200 µm en un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la dirección de la longitud, respectivamente. La pasta de plata 2 se imprimió en una película FEP utilizando una máquina de impresión al vacío, VPES-HAIV, fabricada por Sanyu Rec Co., Ltd. La presión en el momento de la impresión era de 100 kPa, y el espacio libre era de 1 mm. Después de la impresión, el producto resultante se secó a 120°C durante 120 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la impresión tenía una forma hemisférica con un diámetro de 140 µm y una altura de 40 µm.

[0180] Posteriormente, se obtuvo una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m², espesor de resina: 40 µm) de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, la película de FEP resultante de la serigrafía de la pasta de material conductor se pegó de tal manera que la superficie impresa entró en contacto con la composición de resina epoxi. Después de eso, la película de FEP se desprendió, transfiriendo así la pasta de material conductor a la película de resina para la capa superficial. La pasta de material conductor después de la transferencia mantuvo la forma hemisférica.

[0181] Posteriormente, se produjo un preimpregnado primario de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre ambas superficies del preimpregnado primario obtenido, la película de resina para la capa superficial sobre la que se había transferido la pasta del material conductor se pegó de tal manera que el material conductor la pasta entró en contacto con el material base de fibra conductora, produciendo así un preimpregnado. La cantidad de mezcla del material conductor en este preimpregnado, calculada a partir de la forma de la pasta del material conductor, fue del

0,033% en peso con respecto al peso de la resina de matriz y del 0,011% en volumen con respecto al volumen de la resina de matriz, respectivamente.

5 **[0182]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega \cdot \text{cm}$.

10 **[0183]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar del capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina de matriz en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

15 (Ejemplo 4)

20 **[0184]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de cobre se usó como la pasta de material conductor. Una forma de la pasta de material conductor en el estado de la película de FEP después de la serigrafía tenía una forma hemisférica con un diámetro de 130 μm y una altura de 30 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,022% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado obtenido.

25 **[0185]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 250 $\Omega \cdot \text{cm}$.

30 **[0186]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región en la que el material conductor disperso en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del espesor de la capa de resina y que entró en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

35 (Ejemplo 5)

40 **[0187]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de cobre se usó como la pasta de material conductor; y que el tratamiento de secado después de la serigrafía se cambió a uno a 130 $^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 130 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,018% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado.

45 **[0188]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 800 $\Omega \cdot \text{cm}$.

50 **[0189]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 6)

55 **[0190]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de níquel se usó como la pasta de material conductor; y que el tratamiento de secado después de la serigrafía se cambió a uno a 120 $^{\circ}\text{C}$ durante 60 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 130 μm y una altura de 40 μm . La cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,019% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado.

60 **[0191]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 900 $\Omega \cdot \text{cm}$.

65 **[0192]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una

alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

5

(Ejemplo 7)

[0193] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de plata 3 se usó como la pasta de material conductor; y que el tratamiento de secado después de la serigrafía se cambió a uno a 120 °C durante 30 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 170 μm y una altura de 30 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,046% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,013% en volumen.

10

[0194] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. Una resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 190 $\Omega\cdot\text{cm}$.

15

[0195] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

20

25

(Ejemplo 8)

[0196] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de plata 4 se usó como la pasta de material conductor; y que el tratamiento de secado después de la serigrafía se cambió a uno a 150 °C durante 30 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 180 μm y una altura de 15 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,008% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado.

30

[0197] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 550 $\Omega\cdot\text{cm}$.

35

[0198] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

40

45

(Ejemplo 9)

[0199] En una película de FEP, se dispuso una pasta de material conductor en un estado de celosía de puntos (círculos) que tenían un diámetro de 200 μm a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la longitud, respectivamente, utilizando un contacto sin contacto. El dispensador de chorro Aero Jet, fabricado por Musashi Engineering, Inc., y la pasta de material conductor se secaron luego a 120 °C durante 120 minutos. La pasta de plata 2 se usó como pasta de material conductor. Una forma de la pasta de material conductor después del secado tenía una forma hemisférica que tenía un diámetro de 140 μm y una altura de 50 μm .

50

[0200] Posteriormente, se obtuvo una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m^2) de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, la película de FEP resultante de la impresión de pantalla de la pasta de material conductor se pegó de tal manera que la superficie impresa entró en contacto con la composición de resina epoxi. Después de eso, la película de FEP se desprendió, transfiriendo así la pasta de material conductor a la película de resina para la capa superficial. La pasta de material conductor después de la transferencia mantuvo la forma hemisférica.

55

60

[0201] Posteriormente, se produjo un preimpregnado primario de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre ambas superficies del preimpregnado primario obtenido, la película de resina para la capa superficial sobre la que se había transferido la pasta del material conductor se pegó de tal manera que el material conductor la pasta entró en contacto con el material base de fibra conductora, produciendo así un preimpregnado. Una cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,041% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,014% en volumen.

65

[0202] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega \cdot \text{cm}$.

5 **[0203]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en
10 otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 10)

15 **[0204]** En una película de FEP, se dispuso una pasta de material conductor en un estado de celosía de puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la longitud, respectivamente, utilizando una impresora de inyección de tinta para PE, fabricado por Kishu Giken Kogyo Co., Ltd., y la pasta de material conductor se secó luego en condiciones a 180 °C durante 30 minutos. La pasta de plata 5 se usó como pasta de material conductor. Una forma de la pasta de material conductor después del secado tenía una forma hemisférica que tenía un diámetro de 150 μm y una altura de 70 μm . Sin embargo, después del secado, la
20 forma se convirtió en una forma de cono truncado en el que su centro estaba deprimido.

[0205] Posteriormente, se obtuvo una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²) de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, la película de FEP resultante de la impresión de pantalla de la pasta de material conductor se pegó de tal manera que la superficie impresa entró en contacto con la composición de resina epoxi. Después de eso, la película de FEP se desprendió, transfiriendo así la pasta de material conductor a la película de resina para la capa superficial. La pasta de material conductor después de la transferencia mantuvo la forma hemisférica.
25

30 **[0206]** Posteriormente, se produjo una preimpregnación primaria de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre ambas superficies de la preimpregnación primaria obtenida, la película de resina para la capa superficial sobre la que se había transferido la pasta del material conductor se pegó de tal manera que el material conductor la pasta entró en contacto con el material base de fibra conductora, produciendo así un preimpregnado. La cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,015% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado.

35 **[0207]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 300 $\Omega \cdot \text{cm}$.

40 **[0208]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en
45 otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 11)

50 **[0209]** Se produjo un preimpregnado primario en el mismo método que en el Ejemplo 1. La pasta de plata 2 se imprimió en una superficie del preimpregnado primario utilizando una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la dirección de la longitud, respectivamente, y una máquina de impresión al vacío, VPES-HAIV, fabricada por Sanyu Rec Co., Ltd. La presión en el momento de la impresión fue de 100 kPa, y un espacio libre fue de 1 mm. Después de la impresión, el producto resultante se secó a 50 °C durante 180 minutos. La pasta de material conductor se secó en el preimpregnado primario para mantener la forma del punto. La forma de la pasta de material
55 conductor después de la aplicación tenía una forma hemisférica con un diámetro de 150 μm y una altura de 35 μm .

[0210] Posteriormente, se obtuvo una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²) de la misma manera que en el Ejemplo 1. Sobre una superficie del preimpregnado primario resultante de la impresión de la pasta del material conductor, la película de resina para la capa superficial se pegó de tal manera que la superficie impresa del preimpregnado primario entró en contacto con la composición de resina epoxi de la película de resina para la capa superficial, produciendo así un preimpregnado secundario. Una cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,033% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.
60

65 **[0211]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. Una resistividad eléctrica del material compuesto

reforzado con fibra obtenido mostró 190 Ω ·cm.

[0212] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 12)

[0213] Se produjo un preimpregnado primario en el mismo método que en el Ejemplo 1. Sobre una superficie del preimpregnado primario, se dispuso una pasta de material conductor en un estado de celosía de puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la dirección de la longitud, respectivamente, utilizando un dispensador de chorro sin contacto, Aero Jet, fabricado por Musashi Engineering, Inc., seguido de secado a 50 °C durante 180 minutos. La pasta de plata 2 se usó como pasta de material conductor. La pasta de material conductor se secó en el preimpregnado primario para mantener la forma del punto. Una forma de la pasta de material conductor después de la aplicación tenía una forma hemisférica que tenía un diámetro de 160 μm y una altura de 50 μm . Posteriormente, se produjo una preimpregnación en el mismo método que en el Ejemplo 11. Una cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,055% en peso con respecto a la resina de matriz en la preimpregnación, y su relación de volumen fue del 0,019% en volumen.

[0214] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 Ω ·cm.

[0215] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 13)

[0216] Se obtuvo una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²) de la misma manera que en el Ejemplo 1. Posteriormente, en la película de resina para la capa superficial, la pasta de material conductor 3 se dispuso en un estado de enrejado de puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la longitud, respectivamente, utilizando un dispensador de chorro sin contacto, Aero Jet, fabricado por Musashi Engineering, Inc., seguido de secado a 50 °C durante 180 minutos. La pasta de material conductor se secó sobre la película de resina para la capa superficial para mantener la forma del punto. Una forma de la pasta de material conductor después de la aplicación tenía una forma hemisférica con un diámetro de 190 μm y una altura de 50 μm .

[0217] Posteriormente, se produjo un preimpregnado primario de la misma manera que en el Ejemplo 1. El preimpregnado primario y la película de resina para la capa superficial que tiene la pasta de material conductor aplicada se pegaron de tal manera que la superficie aplicada con material conductor de la película de resina para la capa superficial entró en contacto con la composición de resina epoxi del preimpregnado primario, produciendo así un preimpregnado. Una cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,078% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,026% en volumen.

[0218] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 Ω ·cm.

[0219] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 14)

[0220] Se produjo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que el soporte se cambió de la película de FEP a un papel de liberación. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía

tenía una forma semiesférica con un diámetro de 160 µm y una altura de 30 µm. Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,033% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.

5 **[0221]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 220 Ω·cm.

10 **[0222]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

15 (Ejemplo 15)

20 **[0223]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la pasta de plata 6 se usó como la pasta de material conductor; y que el tratamiento de secado de la pasta de material conductor después de la serigrafía se cambió del tratamiento de calentamiento a 120 °C durante 120 minutos a la irradiación con UV a temperatura normal durante 60 minutos. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 160 µm y una altura de 45 µm. Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,056% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,017% en volumen.

25 **[0224]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 Ω·cm.

30 **[0225]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

35 (Ejemplo 16)

40 **[0226]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 µm en estado de zigzag a intervalos de 5 mm. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 µm y una altura de 40 µm. Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,033% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.

45 **[0227]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 Ω·cm.

50 **[0228]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región en la que el material conductor disperso en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del espesor de la capa de resina y que entró en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

55 (Ejemplo 17)

60 **[0229]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 µm en un estado de red oblicua a intervalos de 5 mm en la dirección de la anchura y la dirección de la longitud, respectivamente, de manera que los puntos dispuestos en la dirección de la anchura se dislocaron 0,2 mm en cada línea en la dirección de la anchura. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 µm y una altura de 40 µm. Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,033% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.

65

[0230] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega \cdot \text{cm}$.

5 [0231] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en
10 otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 18)

15 [0232] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 2,5 mm en la dirección del ancho y 10 mm en la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,033% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.
20

[0233] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega \cdot \text{cm}$.

25 [0234] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en
30 otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 19)

35 [0235] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos elípticos con un eje mayor de 300 μm y un eje menor de 100 μm un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. La forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semielipsoidal con un eje mayor de 170 μm , un eje menor de 95 μm y una altura de 35 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,043% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,015% en volumen.
40

[0236] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 220 $\Omega \cdot \text{cm}$.

50 [0237] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en
otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 20)

55 [0238] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que las líneas rectas que tenían una anchura de 200 μm y se extendían en la dirección de la anchura se disponían a intervalos de 5 mm en la dirección longitudinal. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma de línea con un ancho de 180 μm y una altura de 30 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,219% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,074% en volumen.
60

[0239] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 200 $\Omega \cdot \text{cm}$.

65

5 [0240] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 21)

10 [0241] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 100 μm en un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 94 μm y una altura de 17 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,007% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,002% en volumen.

15 [0242] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 600 $\Omega\cdot\text{cm}$.

20 [0243] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 22)

25 [0244] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 150 μm en un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. La forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 108 μm y una altura de 26 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,013% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,004% en volumen.

30 [0245] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 350 $\Omega\cdot\text{cm}$.

35 [0246] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 23)

40 [0247] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 300 μm en un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 168 μm y una altura de 58 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,071% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,024% en volumen.

45 [0248] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega\cdot\text{cm}$.

50 [0249] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 24)

[0250] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 500 μm en un estado de celosía a intervalos de 5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 246 μm y una altura de 100 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,26% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,088% en volumen.

[0251] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega \cdot \text{cm}$.

[0252] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 25)

[0253] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 10 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,008% en peso (en relación con la resina de matriz) en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,003% en volumen.

[0254] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. Una resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 190 $\Omega \cdot \text{cm}$.

[0255] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 26)

[0256] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 15 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,004% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,001% en volumen.

[0257] Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. Una resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 190 $\Omega \cdot \text{cm}$.

[0258] Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una densidad alta se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

(Ejemplo 27)

[0259] Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió a una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 20 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm

y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,002% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,001% en volumen.

5 **[0260]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 200 $\Omega\cdot\text{cm}$.

10 **[0261]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

15 (Ejemplo 28)

20 **[0262]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 2,5 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue de 0,13% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,044% en volumen.

25 **[0263]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega\cdot\text{cm}$.

30 **[0264]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

35 (Ejemplo 29)

40 **[0265]** Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la placa de serigrafía se cambió por una placa de serigrafía en la que se dispusieron puntos (círculos) con un diámetro de 200 μm en un estado de celosía a intervalos de 1 mm en la dirección del ancho y la dirección de la longitud, respectivamente. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de mezcla del material conductor fue del 0,82% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue del 0,28% en volumen.

45 **[0266]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 180 $\Omega\cdot\text{cm}$.

50 **[0267]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

55 (Ejemplo 30)

60 **[0268]** Las cadenas de fibra de carbono (Tenax IMS60 (nombre comercial)) que sirven como fibra conductora se lavaron con acetona, eliminando así un agente de encolado adjunto. Posteriormente, se proporcionó un agente de encolado a base de resina epoxi que tenía grafito escamoso (BF-1AT $\phi 1\mu\text{m}$, fabricado por Ito Graphite Co., Ltd.) mezclado con el mismo a las hebras de grafito de carbono a partir de las cuales se había eliminado el agente de encolado, obteniendo así hebras de fibra de carbono en las que el grafito escamoso estaba unido a la superficie de la fibra. La cantidad de unión del grafito escamoso fue del 1,0% del peso de la fibra. Se obtuvo un preimpregnado de la misma manera que en el Ejemplo 7, excepto que se utilizó un material de base de fibra conductora (peso de área de fibra: 190 g/m^2) resultante de disponer las hebras de fibra de carbono unidas en grafito en paralelo en una dirección; y que se utilizó la pasta conductora 7. Una forma de la pasta de material conductor después de la serigrafía tenía una forma semiesférica con un diámetro de 140 μm y una altura de 40 μm . Además, la cantidad de

65

mezcla del material conductor fue de 0,037% en peso con respecto a la resina de matriz en el preimpregnado, y su relación en volumen fue de 0,011% en volumen.

5 **[0269]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. Una resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 13 $\Omega \cdot \text{cm}$.

10 **[0270]** Como resultado de observar una sección transversal del material compuesto reforzado con fibra con un microscopio electrónico, una región donde el material conductor dispersado en la resina se localizó y existió en una alta densidad en cada una de las capas de resina interlaminar de la capa de fibra de carbono atravesada en la dirección del grosor de la capa de resina y existía al entrar en contacto con la capa de fibra de carbono. Además, la resina en la región que contiene el material conductor en una alta densidad se integró con una resina de matriz en otra región para formar una fase continua.

15 (Ejemplo comparativo 1)

20 **[0271]** En un aparato de amasado, se añadieron 10 partes en masa de la resina termoplástica A a 50 partes en masa de MY600 y 50 partes en masa de MY721, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos para disuelva completamente la resina termoplástica A, seguido de enfriamiento a una temperatura de resina de 80 °C o inferior. Posteriormente, se amasaron 30 partes en masa de la resina termoplástica B, y se amasaron 45 partes en masa de 4,4'-DDS, preparando así una composición de resina epoxi. La composición de resina preparada se aplicó sobre un papel de liberación utilizando un revestimiento de película, produciendo así una película de resina para impregnación de 40 g/m².

25 **[0272]** En ambas superficies del material de base de fibra conductora, la película de resina para impregnación se pegó, y la composición de resina se impregnó en el material de base de fibra conductora mediante un método de fusión en caliente, produciendo así un preimpregnado primario.

30 **[0273]** Posteriormente, en una máquina amasadora, se agregaron 10 partes en masa de la polietersulfona 5003P (resina termoplástica A) que sirve como resina termoplástica soluble a 50 partes en masa de MY0600 y 50 partes en masa de MY721, cada una de ellas como resina epoxi, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos, disolviendo así completamente la resina termoplástica A para preparar una composición de resina epoxi. La composición de resina epoxi preparada se aplicó sobre una película desprendible utilizando un recubridor de película, obteniendo así una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²).

35 **[0274]** Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, el preimpregnado primario se pegó para entrar en contacto con la composición de resina epoxi, preparando así un preimpregnado secundario.

40 **[0275]** Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra. La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 3.300 $\Omega \cdot \text{cm}$.

45 (Ejemplo comparativo 2)

50 **[0276]** En un aparato de amasado, se añadieron 10 partes en masa de la resina termoplástica A a 50 partes en masa de MY600 y 50 partes en masa de MY721, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos para que se disuelva completamente la resina termoplástica A, seguido de enfriamiento a una temperatura de resina de 80 °C o inferior. Posteriormente, se amasaron 30 partes en masa de la resina termoplástica B, y se amasaron 45 partes en masa de 4,4'-DDS y 1 parte en masa de negro de carbono, preparando así una composición de resina epoxi. La composición de resina preparada se aplicó sobre un papel de liberación utilizando un revestimiento de película, produciendo así una película de resina para impregnación de 40 g/m².

55 **[0277]** En ambas superficies del material de base de fibra conductora, la película de resina para impregnación se pegó, y la composición de resina se impregnó en el material de base de fibra conductora mediante un método de fusión en caliente, produciendo así un preimpregnado primario.

60 **[0278]** Posteriormente, en una máquina amasadora, se agregaron 10 partes en masa de la polietersulfona 5003P (resina termoplástica A) que sirve como resina termoplástica soluble a 50 partes en masa de MY0600 y 50 partes en masa de MY721, cada una de ellas resina epoxi, y los contenidos se agitaron con un agitador a 120 °C durante 30 minutos, disolviendo así completamente la resina termoplástica A para preparar una composición de resina epoxi.

65 **[0279]** La composición de resina epoxídica preparada se aplicó sobre una película desprendible utilizando un revestimiento de película, obteniendo así una película de resina para la capa superficial (peso de resina por unidad: 10 g/m²). Sobre una superficie de la película de resina obtenida para la capa superficial, el preimpregnado primario se pegó para entrar en contacto con la composición de resina epoxi, preparando así un preimpregnado secundario.

Se formó una muestra de medición de resistividad volumétrica utilizando el preimpregnado producido en el método descrito anteriormente, y se evaluó la conductividad del material compuesto reforzado con fibra.

[0281] La resistividad eléctrica del material compuesto reforzado con fibra obtenido mostró 3.300·cm.

5

(Ejemplo comparativo 3)

[0282] Utilizando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo comparativo 1, la resistencia interlaminar (Glc) del material compuesto reforzado con fibra se evaluó mediante el método descrito anteriormente. El Glc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo comparativo 1 fue de 507,5 J/m².

10

(Ejemplo comparativo 4)

[0283] Usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo Comparativo 2, se evaluó el Glc. El Glc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo comparativo 2 fue de 420 J/m², cuyo valor fue menor que el Glc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo comparativo 1. Por lo tanto, se confirmó que Las propiedades físicas del material compuesto se redujeron debido a la presencia del material conductor.

15

20 (Ejemplo 31)

[0284] Usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo 3, se evaluó el Glc. El Gcc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo 3 fue de 525 J/m². El Glc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo 3 es igual o superior al Glc del material compuesto obtenido usando el preimpregnado obtenido en el Ejemplo comparativo 1. Por lo tanto, de acuerdo con el preimpregnado de la presente invención, podría confirmarse que se obtiene un material compuesto que tiene propiedades de alta conductividad y físicas del material compuesto.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

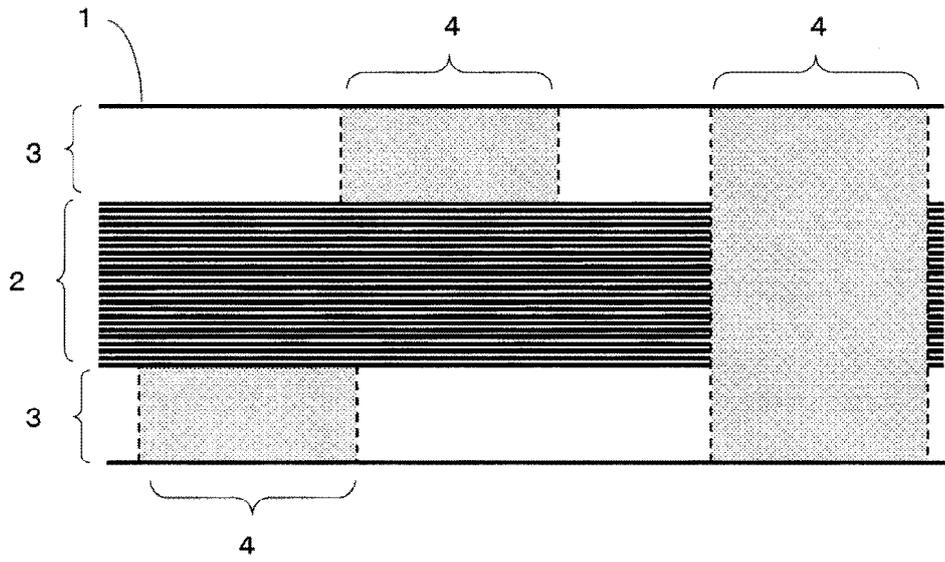
REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un preimpregnado que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, en donde una capa de resina compuesta por al menos la resina de matriz está presente en una o ambas superficies de una capa de fibra conductora compuesta de al menos las fibras conductoras, siendo el preimpregnado un preimpregnado que tiene una región conductora donde un material conductor se dispersa en la resina de tal manera que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen, y la región conductora está presente al menos en la capa de resina, el área del conductor la región es de 0,001% a 5% de un área transversal en la dirección plana, y
- 10 en donde la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina de matriz en otras regiones.
- 2.** Preimpregnado según la reivindicación 1, en el que la región conductora está presente de forma discontinua en un estado punteado o en un estado de isla en una sección transversal de la dirección plana.
- 15 **3.** Preimpregnado según la reivindicación 1 ó 2, en el que la región conductora está presente continuamente en la dirección del espesor.
- 4.** Preimpregnado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una resistividad volumétrica de la región conductora es 1/1.000, o menos de la de otras regiones de la resina de matriz.
- 20 **5.** Preimpregnado según la reivindicación 1, en el que la tasa de ocupación de volumen por la región conductora en la resina de matriz es de 0,0001 a 5% en volumen.
- 6.** Preimpregnado según la reivindicación 1, en el que la cantidad de material conductor añadido a la totalidad del preimpregnado es de 0,0005 a 1% en masa.
- 25 **7.** Un material compuesto reforzado con fibra que comprende fibras conductoras impregnadas con una resina de matriz, en donde una capa de resina compuesta de al menos una resina de matriz está presente entre capas resultantes de laminar capas de fibra conductora compuestas de al menos fibras conductoras y una resina de matriz, teniendo el material compuesto reforzado con fibra una región conductora en la que un material conductor se dispersa en la resina de modo que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen, y la región conductora está presente al menos en la capa de resina, el área de la región conductora es de 0,001 a 5% de un área de sección transversal en la dirección plana, y
- 30 en donde la resina en la región conductora forma una fase continua con la resina de matriz en otras regiones.
- 8.** El material compuesto reforzado con fibra según la reivindicación 7, en el que la región conductora está presente de forma discontinua en un estado punteado o en un estado de isla.
- 40 **9.** Un método para producir un preimpregnado que comprende laminar una película de resina compuesta de una composición de resina de matriz sobre un material de base de fibra conductora e integrar la composición de resina de matriz con el material de base de fibra conductora, siendo la película de resina una película de resina localizada con material conductor en la cual el material conductor se localiza en una parte de la película compuesta por la composición de resina de matriz para formar una región conductora de tal manera que la tasa de ocupación de volumen es de 20 a 95% en volumen, y el área de la región conductora es de 0,001% a 5% de área de la sección transversal del preimpregnado en la dirección plana.
- 45 **10.** El método para producir un preimpregnado de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la película de resina localizada con material conductor es una película de resina localizada con material conductor obtenida al disponer el material conductor sobre una superficie de la película compuesta de resina de matriz.
- 50 **11.** El método para producir un preimpregnado de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que la película de resina localizada con material conductor es una película de resina localizada con material conductor obtenida al disponer el material conductor sobre un soporte y luego transferir el material conductor a la película compuesta por resina de matriz.
- 55 **12.** El método para producir un preimpregnado de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el material conductor se dispone en un estado de puntos o un estado de isla.

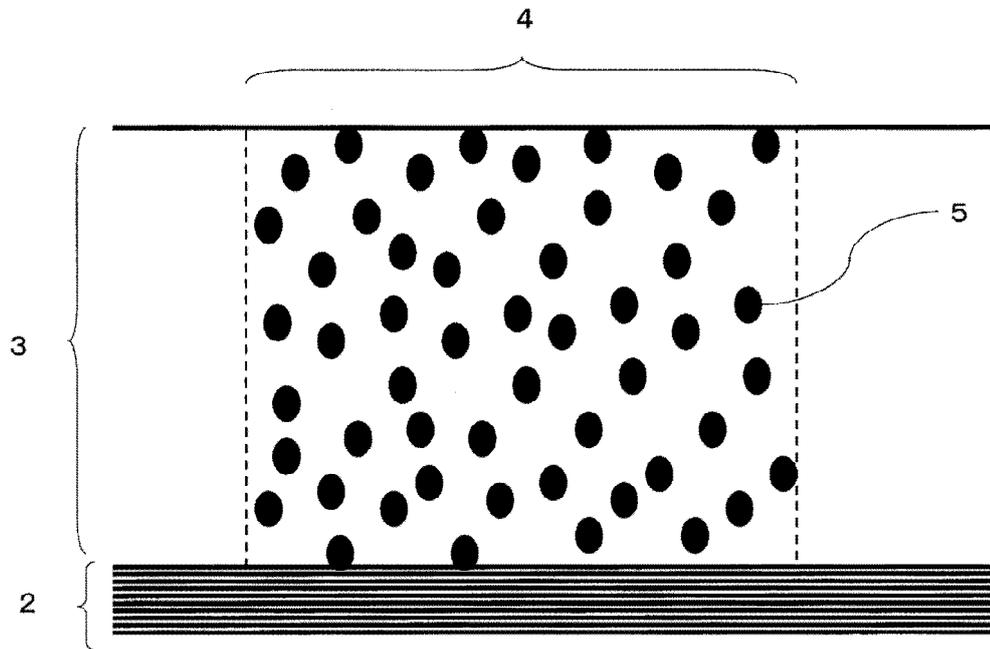
60

65

[FIG. 1]



[FIG. 2]



[FIG. 3]

