

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 330**

51 Int. Cl.:

C08G 18/58 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2019** **PCT/JP2019/032645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020** **WO20054340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2019** **E 19859316 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022** **EP 3825340**

54 Título: **Composición de resina epoxi, material de moldeo para material compuesto reforzado con fibra y material compuesto reforzado con fibra**

30 Prioridad:

10.09.2018 JP 2018168779

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

02.08.2022

73 Titular/es:

TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, Nihonbashi-muromachi, 2-chome, Chuo-ku
Tokyo, 103-8666, JP

72 Inventor/es:

ISHIKAWA, NORIKAZU;
HONDO, KAZUNORI y
TOMIOKA, NOBUYUKI

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 920 330 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición de resina epoxi, material de moldeo para material compuesto reforzado con fibra y material compuesto reforzado con fibra

Campo técnico

La presente invención se refiere a una composición de resina epoxi utilizada preferentemente en materiales compuestos reforzados con fibra tales como miembros aeroespaciales y miembros de automóviles, así como a un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra y un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi.

Técnica anterior

Los materiales compuestos reforzados con fibra que contienen una fibra de refuerzo y una matriz de resina pueden tener un diseño de material que aproveche los beneficios de la fibra de refuerzo y la matriz de resina y, por lo tanto, las aplicaciones de los materiales compuestos reforzados con fibra se están expandiendo a los campos de la industria aeroespacial, automóviles, deportes, industria en general, y similares. Los materiales compuestos reforzados con fibra se producen por un método de colocación manual, un método de bobinado de filamentos, un método de pultrusión, un método de moldeo por transferencia de resina (RTM), un método de moldeo en autoclave de un preimpregnado, un método de formación a presión de un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra, o similares.

Los ejemplos del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra utilizado en el método de formación en prensa incluyen preimpregnados, preimpregnados de estopa, compuestos de moldeo a granel (BMC) y compuestos de moldeo en lámina (SMC). Estos materiales de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras se obtienen impregnando una fibra de refuerzo con una resina de matriz. Los materiales de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras a menudo se enrollan en un rollo utilizando una bobina o similar desde el punto de vista de la manejabilidad. Un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que tiene poca flexibilidad retiene la forma de rollo incluso después de desenrollarse de la bobina, y es difícil apilar tales materiales de moldeo en forma plana. Por otra parte, un material de moldeo suficientemente flexible para un material compuesto reforzado con fibra sale de la forma de rollo inmediatamente después de ser desenrollado de la bobina, y es posible apilar tales materiales de moldeo en una forma plana. Además, tales materiales de moldeo siguen fácilmente la forma del molde y tienen una excelente conformabilidad. Con el fin de satisfacer la creciente demanda reciente de reducción de peso de aviones y automóviles, se requiere aplicar materiales compuestos reforzados con fibra no solo a estructuras secundarias con formas simples sino también a estructuras primarias con formas más complicadas. Por lo tanto, la flexibilidad de los materiales de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras es cada vez más importante.

Para la fibra de refuerzo, se utiliza una fibra de vidrio, una fibra de aramida, una fibra de carbono, una fibra de boro o similares. Para la matriz de resina, se utiliza una resina termoendurecible o una resina termoplástica, pero a menudo se usa una resina termoendurecible fácil de impregnar en la fibra de refuerzo. Para la resina termoendurecible, se utiliza una resina epoxi, una resina de poliéster insaturado, una resina de éster de vinilo, una resina de fenol, una resina de bismaleimida, una resina de cianato o similares. Entre ellas, las resinas epoxi son ampliamente utilizadas desde el punto de vista de la adhesividad a la fibra de refuerzo, estabilidad dimensional y propiedades mecánicas tales como resistencia y rigidez del material compuesto reforzado con fibra obtenido.

Cuando se utiliza una resina epoxi como resina de matriz, se requiere que la resina epoxi se espese hasta un nivel suficiente para que la resina no pueda fluir por sí sola después de ser impregnada en la fibra de refuerzo. Los ejemplos de una técnica conocida como método de espesamiento incluyen una técnica para disolver o hinchar partículas termoplásticas o una resina termoplástica en una resina epoxi, una técnica de reacción de un grupo epoxi con una amina o un anhídrido de ácido para formar una estructura reticulada, y una técnica de reacción de un isocianato con un grupo hidroxilo en una resina epoxi o un grupo hidroxilo en un alcohol para formar un alto peso molecular poliuretano en un sistema. Entre ellas, la técnica de hacer reaccionar un isocianato con un grupo hidroxilo se usa preferentemente desde el punto de vista de las propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo y la estabilidad de la viscosidad durante el almacenamiento.

Un objetivo al realizar la técnica de hacer reaccionar un isocianato con un grupo hidroxilo, es decir, un método de espesamiento para una resina epoxi, tiene un alto nivel de practicidad que es difícil de lograr simplemente por sus excelentes propiedades de impregnación en una fibra de refuerzo y la estabilidad de la viscosidad durante el almacenamiento, y se requiere específicamente que satisfaga las cuatro condiciones siguientes a la vez. En primer lugar, la composición de resina epoxi tiene una viscosidad suficientemente baja para impregnar suavemente la fibra de refuerzo; en segundo lugar, la viscosidad de la composición de resina epoxi después del espesamiento se controla en el intervalo óptimo para que un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi se desenrolle fácilmente de una forma de rollo durante el almacenamiento y tenga flexibilidad con excelente conformabilidad; en tercer lugar, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi después del espesamiento debido al aumento de temperatura es pequeña para que un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi fluya lo suficiente hasta el final

de la forma del molde independientemente de la temperatura de moldeo durante la formación en prensa del material de moldeo; y en cuarto lugar, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tiene una excelente resistencia al calor para proporcionar un material compuesto reforzado con fibra con una alta estabilidad de forma incluso en un entorno de alta temperatura.

Para hacer frente a tal situación, se ha divulgado una composición de resina epoxi que contiene una resina epoxi que contiene sorbitol poliglicidil éter que contiene 2 o más grupos hidroxilo en una molécula, y diisocianato de 4,4'-difenilmetano (Documento de Patente 1). Además, se ha divulgado una composición de resina epoxi que contiene una resina epoxi que contiene 1 o más grupos hidroxilo y 2 o más grupos epoxi en una molécula, y diisocianato de 4,4'-difenilmetano (Documento de Patente 2). Además, se ha divulgado una composición de resina epoxi que contiene una resina epoxi de bisfenol A sólida que contiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi en una molécula, y un isocianato alifático que tiene un heterociclo (Documento de Patente 3).

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

Documento de patente 1: publicación de patente japonesa abierta a inspección pública n.º H05-320303

Documento de patente 2: publicación de patente japonesa abierta a inspección pública n.º S58-191723

Documento de patente 3: publicación de patente japonesa abierta a inspección pública n.º H04-88011

El documento JP 2015-059200 A divulga una composición adhesiva para laminados que comprende una resina de poliolefina modificada, un compuesto epoxi basado en alcohol y un compuesto de isocianato polifuncional. También se describen un laminado y una celda secundaria que utilizan la composición.

El documento JP 2014-156505 A divulga una composición de fácil adhesión que comprende una resina con un grupo hidroxilo en una cantidad de 1-200 mg KOH/g, un compuesto de poliisocianato y una olefina modificada. También se divulga una película laminada obtenida al laminar la composición, una lámina trasera para una celda solar y una celda solar que contiene la película como componente constituyente.

Sumario de la invención

Problemas a resolver con la invención

En cuanto a la composición de resina epoxi descrita en el Documento de Patente 1 descrito anteriormente, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi es excelente en cuanto a resistencia al calor. Sin embargo, debido a la alta viscosidad del sorbitol poliglicidil éter, la composición de resina epoxi no impregna suficientemente la fibra de refuerzo. Además, debido a la alta viscosidad de la composición de resina epoxi después del espesamiento, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi es tan duro que es difícil desenrollar el material de moldeo de una forma de rollo durante el almacenamiento, y también tiene una fluidez insuficiente durante el moldeo.

En cuanto a la composición de resina epoxi descrita en el Documento de Patente 2 descrito anteriormente, la resina epoxi que contiene 1 o más grupos hidroxilo y el alcohol polihídrico tienen una viscosidad baja, y la composición de resina epoxi tiene excelentes propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo. Sin embargo, debido a la baja viscosidad de la composición de resina epoxi después del espesamiento, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi es tan pegajoso que es difícil desenrollar el material de moldeo, y la resina fluye individualmente durante el moldeo, y la fluidez del material de moldeo también es insuficiente durante el moldeo.

En cuanto a la composición de resina epoxi descrita en el Documento de Patente 3 descrito anteriormente, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi es excelente en cuanto a resistencia al calor. Sin embargo, debido a la alta viscosidad de la resina epoxi de bisfenol A sólida, la composición de resina epoxi es insuficiente en cuanto a las propiedades de impregnación de la fibra de refuerzo. Además, debido a la alta viscosidad de la composición de resina epoxi después del espesamiento, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi es tan duro que es difícil desenrollar el material de moldeo, y el material de moldeo también tiene una fluidez insuficiente durante el moldeo.

Como se ha descrito anteriormente, es difícil satisfacer todas las cuatro condiciones mencionadas anteriormente mediante las técnicas convencionales. En particular, no ha habido ninguna técnica que satisfaga la segunda condición, es decir, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi se desenrolla fácilmente de su forma de rollo durante el almacenamiento y muestra flexibilidad con una excelente conformabilidad.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es superar los inconvenientes de las técnicas convencionales y proporcionar una composición de resina epoxi que tenga excelentes propiedades de impregnación en una fibra de refuerzo, que tenga una viscosidad controlada en un intervalo óptimo después del espesamiento, que tenga una pequeña variación en la viscosidad debido al aumento de temperatura, y que tenga una excelente resistencia al calor después del curado. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que tenga una excelente flexibilidad durante el manejo y fluidez durante la formación en prensa usando la composición de resina epoxi. Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un material compuesto reforzado con fibra que tenga excelente resistencia al calor y propiedades mecánicas usando el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra.

Soluciones a los problemas

Con el fin de resolver los problemas mencionados anteriormente, la composición de resina epoxi de la presente invención tiene la siguiente constitución. Es decir, la presente invención proporciona una composición de resina epoxi que contiene los componentes (A) a (C) que se muestran a continuación:

el componente (A): una resina epoxi alifática que tiene 1 grupo hidroxilo y 2 o más y 3 o menos grupos epoxi en una molécula;
 el componente (B): una resina epoxi alifática que tiene 0 grupos hidroxilo y 3 grupos epoxi en una molécula; y
 el componente (C): un compuesto de poliisocianato,
 satisfaciendo la composición de resina epoxi las fórmulas que se muestran a continuación:

$$0,125 \leq A/B \leq 3 \text{ y } 0,2 < (A + B)/T \leq 0,8, \text{ en donde}$$

en donde

A son las partes en masa del componente (A), B son las partes en masa del componente (B), y
 T es el total de partes en masa de una resina epoxi en la composición de resina epoxi.

Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra de la presente invención contiene la composición de resina epoxi de la presente invención y una fibra de refuerzo.

Además, el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención contiene una resina curada de la composición de resina epoxi de la presente invención y una fibra de refuerzo.

Efectos de la invención

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar una composición de resina epoxi que tenga excelentes propiedades de impregnación en una fibra de refuerzo, que tenga una viscosidad de la resina epoxi controlada en un intervalo óptimo después del espesamiento, que tenga una pequeña variación en la viscosidad debido al aumento de temperatura, y que tenga una excelente resistencia al calor después del curado. Además, es posible proporcionar un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que tenga una excelente flexibilidad durante el manejo y fluidez durante el conformado a presión usando la composición de resina epoxi. Además, es posible proporcionar un material compuesto reforzado con fibra que sea excelente en cuanto a resistencia al calor y propiedades mecánicas usando el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 es una vista esquemática del interior de un conjunto de haces.

Realizaciones de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán realizaciones deseables de la presente invención. En primer lugar, se describirá la composición de resina epoxi de la presente invención.

La composición de resina epoxi de la presente invención contiene los componentes (A) a (C) que se muestran a continuación:

el componente (A): una resina epoxi alifática que tiene 1 grupo hidroxilo y 2 o más y 3 o menos grupos epoxi en una molécula;
 el componente (B): una resina epoxi alifática que tiene 0 grupos hidroxilo y 3 grupos epoxi en una molécula; y
 el componente (C): un compuesto poliisocianato, y
 la composición de la resina epoxi satisface las fórmulas que se muestran a continuación:

$$0,125 \leq A/B \leq 3 \text{ y } 0,2 < (A + B)/T \leq 0,8, \text{ en donde}$$

en donde

A son las partes en masa del componente (A), B son las partes en masa del componente (B), y T es el total de partes en masa de una resina epoxi en la composición de resina epoxi.

El componente (A) en la presente invención es un componente requerido para conferir excelente flexibilidad y fluidez a un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención. El componente (A) no está particularmente limitado siempre que sea una resina epoxi alifática que tenga 1 grupo hidroxilo y 2 o más y 3 o menos grupos epoxi en una molécula, y se pueda usar una resina epoxi alifática conocida. Los ejemplos de la resina epoxi alifática utilizada como componente (A) incluyen las resultantes de la eterificación con glicidilo de al menos 2 grupos hidroxilo entre los grupos hidroxilo de un alcohol alifático. El alcohol alifático como materia prima del componente (A) es preferentemente un alcohol alifático que tiene 3 o más y 4 o menos grupos hidroxilo. Los ejemplos del alcohol alifático que tiene 3 grupos hidroxilo incluyen glicerina, trimetilolpropano, butanotriol, ciclohexanotriol y adamantanotriol. Los ejemplos del alcohol alifático que tiene 4 grupos hidroxilo incluyen diglicerol y pentaeritritol. Estos alcoholes alifáticos que tienen 3 grupos hidroxilo y alcoholes alifáticos que tienen 4 grupos hidroxilo pueden usarse solos o en combinación de dos o más.

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (A) hecho de glicerina incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-313 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation), "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-314 fabricado por Nagase ChemteX Corporation, "EPIOL (marca comercial registrada)" G-100 (fabricado por NOF CORPORATION) y SR-GLG (fabricado por Sakamoto Yakuin Kogyo Co., Ltd.).

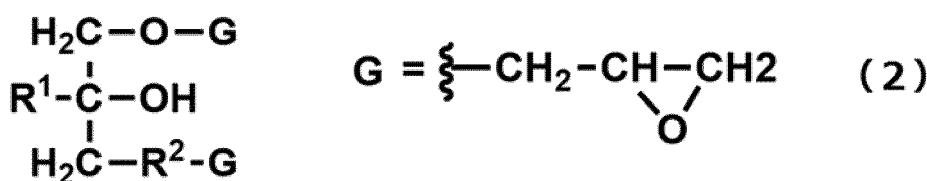
Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (A) hecho de trimetilolpropano incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-321 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation) y SR-TMP (fabricado por Sakamoto Yakuin Kogyo Co., Ltd.).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (A) elaborado a partir de pentaeritritol incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-411 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (A) hecho de diglicerol incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-412 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation) y SR-DGE (fabricado por Sakamoto Yakuin Kogyo Co., Ltd.).

Desde el punto de vista de la resistencia al calor, el componente (A) es más preferentemente una resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2) que se muestra a continuación.

[Fórmula química 1]



En la fórmula general (2), R¹ representa H o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo en la cadena alifática. R² representa O o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo en la cadena alifática.

Algunos ejemplos del heteroátomo en R¹ y R² en la fórmula general (2) incluyen un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno, un átomo de hidrógeno y un átomo de halógeno.

Además, el número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2) es preferentemente 9 o más y 30 o menos, y más preferentemente 9 o más y 20 o menos. Es preferible que el número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2) sea de 9 o más, porque se produce un polímero mediante la reacción entre la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2) y el compuesto de poliisocianato, y es probable que la composición de resina epoxi de la presente invención se espese lo suficiente. Además, es preferible que el número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2) sea 30 o menos, porque es probable que se presente la ventaja de la baja viscosidad de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (2), y la composición de resina epoxi se impregna en la fibra de refuerzo de manera más uniforme.

El componente (B) en la presente invención es un componente requerido para conferir una excelente flexibilidad a un

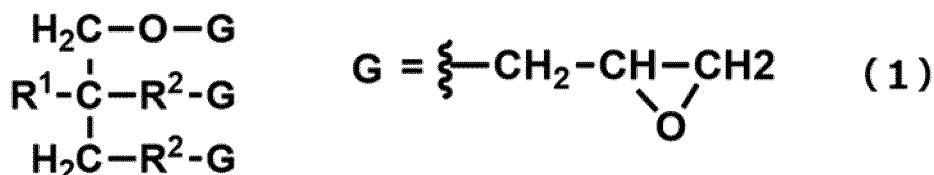
material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención, y para conferir una alta resistencia al calor al material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención. El componente (B) no está particularmente limitado siempre que sea una resina epoxi alifática que tenga 0 grupos hidroxilo y 3 grupos epoxi en una molécula, y se puede usar una resina epoxi alifática conocida. Algunos ejemplos de la resina epoxi alifática utilizada como componente (B) incluyen las resultantes de la eterificación con glicidilo de 3 grupos hidroxilo de un alcohol alifático. El alcohol alifático como materia prima del componente (B) es preferentemente un alcohol alifático que tiene 3 grupos hidroxilo. Los ejemplos del alcohol alifático que tiene 3 grupos hidroxilo incluyen glicerina, trimetilolpropano, butano triol, ciclohexanotriol y adamantanotriol, y estos pueden usarse solos o en combinación de dos o más.

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (B) hecho de glicerina incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-313 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation), "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-314 fabricado por Nagase ChemteX Corporation, "EPIOL (marca comercial registrada)" G-100 (fabricado por NOF CORPORATION) y SR-GLG (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (B) hecho de trimetilolpropano incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-321 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation) y SR-TMP (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.).

En la composición de resina epoxi de la presente invención, el componente (B) es preferentemente una resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) que se muestra a continuación. Cuando el componente (B) es una resina epoxi que tiene la siguiente estructura, se confiere mayor resistencia al calor a una resina curada de la composición de resina epoxi. El número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) es preferentemente 12 o más y 30 o menos, y más preferentemente 12 o más y 20 o menos. Es preferible que el número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) sea de 12 o más, porque la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) tiene una viscosidad elevada, y es probable que la composición de resina epoxi de la presente invención se espese lo suficiente. Además, es preferible que el número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) sea 30 o menos, porque la resina epoxi alifática representada por la fórmula general (1) tiende a tener una viscosidad baja, y la composición de resina epoxi se impregna en la fibra de refuerzo con mayor suavidad.

[Fórmula química 2]



En la fórmula general (1), R¹ representa H o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo en la cadena alifática. R² representa O o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo en la cadena alifática.

Algunos ejemplos del heteroátomo en R¹ y R² en la fórmula general (1) incluyen un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno, un átomo de hidrógeno y un átomo de halógeno.

Las partes en masa de los componentes (A) y (B) en la composición de resina epoxi de la presente invención deben satisfacer las fórmulas que se muestran a continuación para que la composición de resina epoxi satisfaga las cuatro condiciones mencionadas anteriormente.

$$0,125 \leq A/B \leq 3 \text{ y } 0,2 < (A + B)/T \leq 0,8$$

A son las partes en masa del componente (A) y B son las partes en masa del componente (B).

T es el total de partes en masa de una resina epoxi en la composición de resina epoxi.

El valor de A/B satisface $0,125 \leq A/B \leq 3$, más preferentemente satisface $0,125 \leq A/B \leq 2$, aún más preferentemente satisface $0,125 \leq A/B \leq 1,5$, e incluso más preferentemente satisface $0,125 \leq A/B \leq 1$. Cuando el valor de A/B es 0,125 o más, se forma un polímero por la reacción entre el grupo hidroxilo en la molécula del componente (A) y el compuesto de poliisocianato, y la composición de resina epoxi se espesa suficientemente. Cuando el valor de A/B es 3 o menos, la composición de resina epoxi tiene baja viscosidad y se impregna suavemente en la fibra de refuerzo.

Se requiere que el valor de $(A + B)/T$ satisfaga $0,2 < (A + B)/T \leq 0,8$, y más preferentemente satisfaga $0,2 < (A + B)/T \leq 0,7$, y aún más preferentemente satisfaga $0,2 < (A + B)/T \leq 0,65$. Cuando el valor de $(A + B)/T$ es superior a 0,2, la composición de resina epoxi tiene baja viscosidad y se impregna suavemente en la fibra de refuerzo. Asimismo, cuando el valor de $(A + B)/T$ es 0,8 o menos, una resina curada de la composición de resina epoxi presenta una alta resistencia al calor.

El componente (C) de la presente invención es un compuesto de poliisocianato. El componente (C) no está particularmente limitado siempre que tenga, en una molécula, 2 o más grupos isocianato como promedio, y se puedan usar isocianatos alifáticos e isocianatos aromáticos conocidos. Algunos ejemplos del isocianato alifático usado como compuesto de poliisocianato del componente (C) incluyen diisocianato de etileno, diisocianato de trimetileno, diisocianato de dodecametileno, diisocianato de hexametileno, diisocianato de tetrametileno, diisocianato de pentametileno, propileno-1,2-diisocianato, diisocianato de 2,3-dimetiltetrametileno, butileno-1,2-diisocianato, butileno-1,3-diisocianato, 1,4-diisocianato hexano, ciclopenteno-1,3-diisocianato, diisocianato de isoforona, 1,2,3,4-tetraisocianato butano, y butano-1,2,3-triisocianato. Algunos ejemplos del isocianato aromático utilizado como compuesto de poliisocianato del componente (C) incluyen isocianatos aromáticos tales como diisocianato de p-fenileno, 1-metilfenileno-2,4-diisocianato, naftaleno-1,4-diisocianato, diisocianato de tolileno, difenil-4,4-diisocianato, benceno-1,2,4-triisocianato, diisocianato de xilileno, diisocianato de difenilmetano (MDI), diisocianato de difenilpropano, diisocianato de tetrametilen xileno y poliisocianato de polimetilen polifenilo, y aquellos que tienen una estructura en la que los isocianatos aromáticos mencionados anteriormente están unidos con un grupo metileno o similar. También es posible utilizar un prepolímero obtenido prepolimerizando los compuestos de poliisocianato mencionados anteriormente con un compuesto de polioli. Cabe señalar que estos compuestos de poliisocianato y similares se pueden usar solos o en combinación de dos o más. Un compuesto de isocianato usado en la presente invención incluye preferentemente un compuesto de poliisocianato que tiene 3 o más y 6 o menos grupos isocianato en una molécula. Cuando el número de grupos isocianato es 3 o más, es probable que la composición de resina epoxi se espese lo suficiente. Asimismo, cuando el número de grupos isocianato es 6 o menos, es probable que el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras que contiene la composición de resina epoxi exhiba una flexibilidad excelente.

En la composición de resina epoxi de la presente invención, es preferible que el componente (C) satisfaga una fórmula que se muestra a continuación.

$$1 \leq I/W \leq 2$$

I es el número de grupos isocianato del componente (C) en la composición de resina epoxi, y W es el número total de grupos hidroxilo en la resina epoxi en la composición de resina epoxi.

El valor de I/W satisface más preferentemente $1,1 \leq I/W \leq 2$, y aún más preferentemente satisface $1,2 \leq I/W \leq 2$. Cuando el valor de I/W es 1 o más, es probable que la composición de resina epoxi se espese lo suficiente mientras se prepara en condiciones de alta temperatura y alta humedad, incluso en el caso de que algunos de los grupos isocianato entre los grupos isocianato en el componente (C) no reaccionen con el grupo hidroxilo en el epoxi resina pero reaccionen con la humedad del aire. Asimismo, cuando el valor de I/W es 2 o menos, es probable que el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras que contiene la composición de resina epoxi exhiba una flexibilidad excelente.

Es preferible que la composición de resina epoxi de la presente invención contenga además un componente (D) y satisfaga una fórmula como se muestra más adelante.

Cuando la composición de resina epoxi contiene el componente (D), es probable que el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras que contiene la composición de resina epoxi tenga una fluidez mejorada durante la formación en prensa. El componente (D) no está particularmente limitado siempre que sea una resina epoxi que tenga 2 o más grupos hidroxilo y 2 o más grupos epoxi en una molécula, y se puede usar una resina epoxi aromática conocida o una resina epoxi alifática conocida. Algunos ejemplos de la resina epoxi aromática utilizada como componente (D) incluyen una resina epoxi de bisfenol A que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi, una resina epoxi de bisfenol F que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi, una resina epoxi de bisfenol S que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi, una resina epoxi de fenol novolaca que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi, y una resina epoxi de cresol novolaca que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi. Los ejemplos de la resina epoxi alifática utilizada como componente (D) incluyen las resultantes de la eterificación con glicidilo de 2 o más grupos hidroxilo entre los grupos hidroxilo de un alcohol alifático que tiene 4 o más grupos hidroxilo. En cuanto al alcohol alifático como materia prima del componente (D), los ejemplos del alcohol alifático que tiene 4 grupos hidroxilo incluyen pentaeritritol y diglicerol. Algunos ejemplos del alcohol alifático que tiene 6 o más grupos hidroxilo incluyen sorbitol y poliglicerina. Los alcoholes alifáticos que tienen 4 grupos hidroxilo y los alcoholes alifáticos que tienen 6 o más grupos hidroxilo pueden usarse solos o en combinación de dos o más.

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de la resina epoxi de bisfenol A que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi incluyen "JER (marca comercial registrada)" 1004, "JER (marca comercial registrada)" 1004AF, "JER (marca comercial registrada)" 1007 y "JER (marca comercial registrada)" 1009 (fabricados todos por

Mitsubishi Chemical Corporation).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de la resina epoxi de bisfenol F que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 grupos epoxi incluyen "JER (marca comercial registrada)" 4004P, "JER (marca comercial registrada)" 4007P y "JER (marca comercial registrada)" 4009P (todos fabricados por Mitsubishi Chemical Corporation) y "Epotohto (marca comercial registrada)" YDF 2004 (fabricado por NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (D) elaborado a partir de pentaeritritol incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-411 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (D) hecho de sorbitol incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-612 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation), "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-614 fabricado por Nagase ChemteX Corporation, "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-614B (fabricado por Nagase ChemteX Corporation) y SR-SEP (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles que contienen el componente (D) hecho de poliglicerina incluyen "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-512 (fabricado por Nagase ChemteX Corporation), "DENACOL (marca comercial registrada)" EX-521 fabricado por Nagase ChemteX Corporation, SR-4GL (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.) y SR-6GL (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.).

El componente (D) es preferentemente una resina epoxi alifática desde el punto de vista de las propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo.

El número total de carbonos en la molécula de la resina epoxi como componente (D) es preferentemente 20 o más y 50 o menos, y más preferentemente 20 o más y 40 o menos. Cuando el número total de carbonos es 20 o más, es probable que la composición de resina epoxi se espese lo suficiente. Asimismo, cuando el número total de carbonos es 50 o menos, la composición de resina epoxi se impregna en la fibra de refuerzo más suavemente.

Cuando la composición de resina epoxi de la presente invención contiene el componente (D), es preferible que la composición de resina epoxi satisfaga la fórmula que se muestra a continuación.

$$0,1 \leq D/B \leq 2$$

D son las partes en masa del componente (D).

El valor de D/B, es decir, la relación (relación en masa) entre el componente (B) y el componente (D) satisface más preferentemente $0,125 \leq D/B \leq 1$. Cuando el valor de D/B es 0,1 o más, es probable que la composición de resina epoxi se espese lo suficiente. Asimismo, cuando el valor de D/B es 2 o menos, la composición de resina epoxi se impregna en la fibra de refuerzo más suavemente.

La composición de resina epoxi de la presente invención puede contener además una resina epoxi que no corresponde a ninguno de los componentes (A), (B) y (D). Tal resina epoxi no está particularmente limitada siempre que sea un compuesto que contenga 1 o más grupos epoxi en una molécula y no corresponda a ninguno de los componentes (A), (B) y (D). Algunos ejemplos específicos de resina acrílica incluyen, en cuanto a una resina epoxi que tiene 2 grupos epoxi, una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una resina epoxi de bifenilo, una resina epoxi de dicitopentadieno y resinas epoxi obtenidas modificando las resinas mencionadas anteriormente. Los ejemplos de una resina epoxi que tiene 3 o más grupos epoxi incluyen una resina epoxi de fenol novolaca, una resina epoxi de cresol, resinas epoxi de glicidil amina tales como tetraglicidil diaminodifenilmetano, triglicidil aminofenol y tetraglicidilamina, resinas epoxi de glicidil éter tales como tetrakis(glicidiloxifenil)etano y tris(glicidiloximetano), resinas epoxi obtenidas mediante la modificación de las resinas mencionadas anteriormente, y resinas epoxi bromadas obtenidas mediante la bromación de las resinas epoxi mencionadas anteriormente, pero sin limitación. Además, se pueden usar dos o más de estas resinas epoxi en combinación. Entre ellas, una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una resina de epoxi de bisfenol S, una resina epoxi de fenol novolaca y una resina epoxi de cresol novolaca se utilizan de forma particularmente preferida. El uso de las resinas epoxi mencionadas anteriormente ejerce un efecto adicional de que un material compuesto reforzado con fibra que contiene la resina epoxi tiene una resistencia mecánica mejorada en comparación con el caso en el que una resina epoxi que tiene una rigidez alta, tal como una resina epoxi que tiene un grupo naftaleno en una molécula. Se supone que esto se debe a que una resina epoxi que tiene una alta rigidez es probable que se deforme debido a que la resina epoxi llega a tener una mayor densidad de reticulación cuando se cura en poco tiempo, mientras que es improbable que la resina epoxi mencionada anteriormente cause tal problema.

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de una resina epoxi de bisfenol F incluyen "JER (marca comercial registrada)" 825, "JER (marca comercial registrada)" 826, "JER (marca comercial registrada)" 827, "JER (marca comercial registrada)" 828, "JER (marca comercial registrada)" 834, "JER (marca comercial registrada)" 1001, "JER (marca comercial registrada)" 1002, "JER (marca comercial registrada)" 1003, "EPICLON (marca comercial registrada)" 850 (fabricado por DIC Corporation), "Epotohto (marca comercial registrada)" YD-128 (fabricado por

NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.) y "DER (marca comercial registrada)"-331.

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de una resina epoxi de bisfenol F incluyen "JER (marca comercial registrada)" 806, "JER (marca comercial registrada)" 807, "JER (marca comercial registrada)" 1750, "EPICLON (marca comercial registrada)" 830 (fabricado por DIC Corporation), "Epotohto (marca comercial registrada)" YDF-170 y "Epotohto (marca comercial registrada)" YDF 2001. Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de una resina epoxi tetrametil bisfenol F, que es un derivado sustituido con alquilo, incluyen "Epotohto (marca comercial registrada)" YSLV-80Y/X (NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.).

10 Algunos ejemplos de la resina epoxi de bisfenol S incluyen "EPICLON (marca comercial registrada)" EXA-1515 (fabricada por DIC Corporation).

Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de la resina epoxi de fenol novolaca incluyen "JER (marca comercial registrada)" 152 y "JER (marca comercial registrada)" 154 (ambos fabricados por Mitsubishi Chemical Corporation) y "EPICLON (marca comercial registrada)" N-740, "EPICLON (marca comercial registrada)" N-770 y "EPICLON (marca comercial registrada)" N-775 (fabricados todos por DIC Corporation).

20 Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de la resina epoxi de cresol novolac incluyen "EPICLON (marca comercial registrada)" N-660, "EPICLON (marca comercial registrada)" N-665, "EPICLON (marca comercial registrada)" N-670, "EPICLON (marca comercial registrada)" N-673 y "EPICLON (marca comercial registrada)" N-695 (fabricados todos por DIC Corporation) y EOCN-1020, EOCN-102S y EOCN-104S (fabricados todos por Nippon Kayaku Co., Ltd.).

25 La composición de resina epoxi de la presente invención puede contener un endurecedor epoxi conocido. El endurecedor epoxi no está particularmente limitado siempre que sea capaz de curar la resina epoxi. Algunos ejemplos del endurecedor epoxi incluyen endurecedores basados en amina, basados en fenol, basados en anhídrido ácido y basados en mercaptano, endurecedores de tipo imidazol, aminas terciarias, compuestos de organofosfato, compuestos de urea, sales de amonio y sales de sulfonio. Algunos ejemplos del endurecedor basado en amina incluyen diciandiamida, poliaminas aromáticas, aminas alifáticas, endurecedores de tipo éster de ácido aminobenzoico, aminas a las que se les ha añadido tiourea e hidrazidas. Algunos ejemplos del endurecedor basado en fenol incluyen bisfenoles, resinas de fenol novolaca, resinas de cresol novolaca y polifenoles. Algunos ejemplos del endurecedor basado en anhídrido ácido incluyen anhídrido ftálico, anhídrido maleico, anhídrido succínico y anhídrido de ácido carboxílico. Algunos ejemplos del endurecedor basado en mercaptano incluyen resinas de polisulfuro y polimercaptano. Entre los endurecedores mencionados anteriormente, son preferibles los endurecedores basados en aminas. Además, entre ellos, se prefiere particularmente la diciandiamida o un derivado de la misma. La diciandiamida es excelente porque confiere fácilmente altas propiedades mecánicas y resistencia al calor a una resina curada, y se usa ampliamente como endurecedor para resinas epoxi. Además, se utiliza preferentemente diciandiamida ya que presenta una excelente estabilidad de conservación de la composición de resina epoxi. Además, el "derivado de diciandiamida" se refiere a un compuesto obtenido al unir diciandiamida con algún tipo de compuesto. Al igual que la diciandiamida, el derivado de diciandiamida es excelente porque confiere fácilmente altas propiedades mecánicas y resistencia al calor a una resina curada, y también muestra una excelente estabilidad de conservación de la composición de resina epoxi. Algunos ejemplos del derivado de diciandiamida incluyen los obtenidos al unir diciandiamida con algún tipo de compuesto tal como una resina epoxi, un compuesto de vinilo, un compuesto acrílico, o 9,10-dihidro-9-oxa-10-fosfafenantreno-10-óxido. Estos derivados pueden usarse solos o en combinación de dos o más. Asimismo, los derivados también se pueden usar en combinación con diciandiamida. Algunos ejemplos de productos comercialmente disponibles de diacindiamida incluyen DICY7 y DICY15 (fabricados ambos por Mitsubishi Chemical Corporation).

50 Cuando la composición de resina epoxi de la presente invención contiene el endurecedor epoxi, el contenido del endurecedor epoxi es preferentemente de 1 parte en masa o más y de 50 partes en masa o menos, y más preferentemente de 6 partes en masa o más y de 50 partes en masa o menos basado en 100 partes en masa en total de la resina epoxi en la composición de resina epoxi. Cuando el contenido del endurecedor epoxi es de 1 parte en masa o más, es probable que se obtenga un efecto suficiente de mejora de la capacidad de curado. Asimismo, cuando el contenido del endurecedor epoxi es de 50 partes en masa o menos, es probable que la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenga una mayor resistencia al calor.

60 La composición de resina epoxi de la presente invención tiene preferentemente una viscosidad a 30 °C medida con un viscosímetro Etype en el intervalo de 0,01 Pa·s o más y 5 Pa·s o menos. La viscosidad está más preferentemente en el intervalo de 0,01 Pa·s o más y 2 Pa·s o menos, y aún más preferentemente en el intervalo de 0,01 Pa·s o más y 1,5 Pa·s o menos. Es probable que una composición de resina epoxi que tenga una viscosidad a 30 °C de 0,01 Pa·s o más tenga excelentes propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo. Además, una composición de resina epoxi que tenga una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos no tendrá una viscosidad demasiado baja en el momento de la impregnación en la fibra de refuerzo, no fluirá hacia el exterior y es probable que se impregne uniformemente en la fibra de refuerzo. La viscosidad se determina sometiendo la composición de resina epoxi, que se obtiene después de mezclar los componentes y agitar los componentes durante 1 minuto, a la medición.

La resistencia al calor del material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención depende de la temperatura de transición vítrea (T_g) de la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi. Para obtener un material compuesto reforzado con fibra que tenga alta resistencia al calor, es preferible que la resina curada, que se obtiene calentando la composición de resina epoxi a una temperatura de 140 °C durante 2 horas para curar completamente, tenga una temperatura de transición vítrea de 120 °C o más. El límite superior de la temperatura de transición vítrea no está particularmente limitado, pero es preferentemente de 250 °C o menos. Es más preferible que la temperatura de transición vítrea sea de 130 °C o más y de 220 °C o menos. Cuando la temperatura de transición vítrea es de 120 °C o más, es probable que se confiera una alta resistencia al calor a la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi. Cuando la temperatura de transición vítrea es de 250 °C o menos, una estructura reticulada tridimensional de la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi no tendrá una densidad de reticulación demasiado alta, y es probable que presente propiedades mecánicas elevadas. En el presente documento, la temperatura de transición vítrea de la resina epoxi curada obtenida curando la composición de resina epoxi se determina mediante medición utilizando un analizador mecánico dinámico (DMA). Específicamente, la medición de DMA se realiza a temperatura elevada usando una pieza de ensayo rectangular cortada de una placa de resina curada, y la temperatura en el punto de inflexión del módulo de almacenamiento obtenido G' se define como T_g . Las condiciones de medición son las descritas en el apartado de EJEMPLOS.

Las propiedades mecánicas del material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención dependen de las propiedades mecánicas de la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi. Con el fin de obtener un material compuesto reforzado con fibra que tenga altas propiedades mecánicas, es preferible que el producto curado, que se obtiene calentando la composición de resina epoxi a una temperatura de 140 °C durante 2 horas para curar completamente, tenga una resistencia a la flexión de 110 MPa o más, y la resistencia a la flexión es más preferentemente de 120 MPa o más. Cuando la resistencia a la flexión de la resina curada es de 110 MPa o más, el material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi se puede utilizar como un elemento excelente que no se romperá ni deformará fácilmente incluso si el material compuesto reforzado con fibra se pone en un entorno en el que recibe una fuerte tensión externa.

El material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra de la presente invención contiene la composición de resina epoxi de la presente invención y una fibra de refuerzo. En el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras de la presente invención, el tipo y la longitud de la fibra de refuerzo, la relación de contenido entre la fibra de refuerzo y la resina, y similares, no están particularmente limitadas.

En cuanto a la forma de la fibra de refuerzo, cuando se utiliza una fibra de refuerzo continua, los ejemplos de la forma de la fibra incluyen estructuras de fibra tales como fibras largas dispuestas en una dirección, estopas individuales, telas tejidas, tejidos tricotados, tejidos no tejidos, esteras y trenzas. Preferentemente se utilizan estructuras de fibra que tienen un diámetro medio de fibra de 3 μm o más y 12 μm o menos y un contenido en peso de la fibra de refuerzo en el intervalo de 40 % o menos y 90 % o menos. Cuando la fracción de masa de la fibra de carbono es del 40 % o más, el material compuesto reforzado con fibras obtenido no tendrá una masa demasiado grande, y es probable que se muestren plenamente las ventajas del material compuesto reforzado con fibras tales como una resistencia específica excelente y un módulo elástico específico excelente. Asimismo, cuando la fracción de masa de la fibra de carbono es del 90 % o menos, la composición de resina epoxi es más excelente en cuanto a propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo. Los ejemplos del material compuesto reforzado con fibra obtenido mediante el uso de tal fibra continua incluyen preimpregnados y preimpregnados de estopa.

En cuanto a la forma de la fibra de refuerzo, cuando se utiliza una fibra de refuerzo discontinua, las estructuras de fibra que tienen una longitud de fibra de la fibra de refuerzo en el intervalo de 5 μm o más y 100 μm o menos, un diámetro promedio de fibra en el intervalo de 3 μm o más y 12 μm o menos, y un contenido en peso de la fibra de refuerzo en el intervalo de 40 % o más y 90 % o menos se utilizan preferentemente. Cuando la fracción de masa de la fibra de carbono es del 40 % o más, el material compuesto reforzado con fibras obtenido no tendrá una masa demasiado grande, y es probable que se muestren plenamente las ventajas del material compuesto reforzado con fibras tales como una resistencia específica excelente y un módulo elástico específico excelente. Asimismo, cuando la fracción de masa de la fibra de carbono es del 90 % o menos, la composición de resina epoxi es más excelente en cuanto a propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo. Algunos ejemplos del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido mediante el uso de tal fibra discontinua incluyen BMC y SMC. Entre ellos, los SMC se utilizan con especial preferencia desde el punto de vista de la productividad y el grado de libertad de la forma de la pieza moldeada.

La forma de un conjunto de haces de tal fibra discontinua no está particularmente limitada y se puede aplicar una técnica conocida. En cuanto al conjunto de haces, es preferible que en un plano del conjunto de haces en el que la anchura del conjunto de haces en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de los filamentos de la fibra de refuerzo sea la mayor, los ángulos α y β , que son los grados de los ángulos agudos formados por los lados formados por los dos extremos dispuestos de los filamentos de fibra de refuerzo en el conjunto de haces, sea cada uno 2° o más y 30° o menos. Cuanto menores sean los ángulos α y β , que son los grados de los ángulos formados por los lados formados por la disposición de ambos extremos de los filamentos de fibra de refuerzo en el conjunto de haces con respecto a la dirección de disposición de los filamentos de fibra de refuerzo, mayor será la homogeneidad del conjunto

de haces y la resina en el SMC. Por lo tanto, se ejerce un gran efecto de mejora de la calidad de la superficie y la resistencia sobre un material compuesto reforzado con fibra formado utilizando el SMC. El efecto es notable cuando los ángulos a y b tienen cada uno 30° o menos. Por otra parte, cuanto menores son los ángulos a y b, menor será la manejabilidad del propio conjunto de haces. Además, cuanto menor sea el ángulo entre la dirección de disposición de los filamentos de fibra de refuerzo y la hoja de corte, menor será la estabilidad en la etapa de corte. Por lo tanto, los ángulos a y b son preferentemente cada uno de 2° o más. Es más preferible que los ángulos a y b sean cada uno de 3° o más y de 25° o menos. Todavía es más preferible que los ángulos a y b sean cada uno de 5° o más y de 15° o menos en vista del equilibrio entre el efecto de mejorar la calidad superficial y la resistencia del material compuesto reforzado con fibras y la procesabilidad en el proceso de producción del conjunto de haces. Como se ha descrito anteriormente, los "grados de ángulos" a los que se hace referencia en el presente documento son los grados de los ángulos que se muestran en la figura 1, y cada uno está representado por un valor absoluto.

Algunos ejemplos de un cortador para cortar el haz continuo de fibras de refuerzo para producir un conjunto de haces de filamentos de fibras de refuerzo discontinuos incluyen cortadores giratorios tales como un cortador de guillotina y un cortador de mechas. El haz continuo de fibras de refuerzo se inserta en el cortador y se corta en un estado en el que la dirección longitudinal del haz continuo de fibras de refuerzo y la dirección de la hoja de corte equipada en el cortador son relativamente oblicuas.

El método para producir un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra en la presente invención no está particularmente limitado. Por ejemplo, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra de la presente invención se puede obtener mediante el siguiente método. Específicamente, la composición de resina epoxi de la presente invención se impregna en la fibra de refuerzo mediante un método bien conocido adecuado para la forma de la fibra de refuerzo, y luego el producto resultante se mantiene a una temperatura de aproximadamente temperatura ambiente a aproximadamente 80 °C durante varias horas a varios días para llevar la composición de resina epoxi a un estado semicurado en el que se satura el aumento de viscosidad de la composición de resina epoxi. En el presente documento, llevar la composición de resina epoxi a un estado semicurado en el que el aumento de la viscosidad de la composición de resina epoxi está saturado se denomina llevar la composición de resina epoxi a la etapa B. Las condiciones para llevar la composición de resina epoxi a la etapa B se pueden establecer arbitrariamente en el intervalo de temperatura de aproximadamente la temperatura ambiente a aproximadamente 80 °C y un periodo de varias horas a varios días. En la evaluación de la presente invención, las condiciones empleadas para llevar la composición de resina epoxi a la etapa B son condiciones en las que la composición de resina epoxi se mantiene a 40 °C durante 24 horas para saturar el aumento de viscosidad de la composición de resina y llevar la composición de resina a un estado semi-curado.

En el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras de la presente invención, se piensa que la composición de resina epoxi se lleva a la etapa B principalmente debido a la reacción entre el compuesto de poliisocianato y el grupo hidroxilo en la resina epoxi.

En cuanto a la viscosidad de la composición de resina epoxi después de pasar a la etapa B, es preferible que la viscosidad a la temperatura de moldeo, por ejemplo, la viscosidad a 30 °C medida usando un DMA (por ejemplo, ARES fabricado por TA Instruments) debe estar en el intervalo de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. La viscosidad está más preferentemente en el intervalo de 1.000 Pa·s o más y 50.000 Pa·s o menos. Cuando la viscosidad de la composición de resina epoxi es de 1000 Pa·s o más, la resina tiene una viscosidad ligeramente alta y no es tan pegajosa, de modo que las películas unidas a ambas superficies del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras sean fáciles de despegar, y es probable que el material de moldeo tenga una manejabilidad satisfactoria. Cuando la viscosidad de la composición de resina epoxi es de 500.000 Pa·s o menos, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi no perderá la flexibilidad, se desenrolla fácilmente de su forma de rollo durante el almacenamiento y es probable que tenga una conformabilidad satisfactoria en el molde.

Es preferible que la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi después de llevarla a la etapa B debido al aumento de temperatura sea pequeña y satisfaga las condiciones que se muestran a continuación.

$$0,002 \leq Y/X \leq 1$$

X es la viscosidad a 30 °C e Y es la viscosidad a 120 °C.

El valor de Y/X está más preferentemente en el intervalo de $0,01 \leq Y/X \leq 1$. El valor de Y/X está aún más preferentemente en el intervalo de $0,05 \leq Y/X \leq 1$. Cuando el valor de Y/X es 0,002 o más, durante la formación en prensa del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi, es probable que el material de moldeo muestre una fluidez excelente independientemente de la temperatura de moldeo. Cuando el valor de Y/X es 1 o menos, es probable que el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibras que contiene la composición de resina epoxi sea lo suficientemente blando y fácil de moldear en prensa incluso si el material de moldeo tiene una forma complicada.

La fibra de refuerzo usada en el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra de la presente

invención y el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención no están particularmente limitadas, y los ejemplos de la fibra de refuerzo incluyen una fibra de vidrio, una fibra de carbono, una fibra de grafito, una fibra de aramida, una fibra de boro, una fibra de alúmina y una fibra de carburo de silicio. Aunque se puede usar una mezcla de dos o más de las fibras de refuerzo mencionadas anteriormente, es preferible utilizar una fibra de carbono o una fibra de grafito para proporcionar un artículo moldeado que sea más ligero y tenga una mayor durabilidad. En particular, en aplicaciones en las que la reducción de peso y la alta resistencia del material son muy exigentes, se usa preferentemente una fibra de carbono debido a su excelente módulo elástico específico y resistencia específica. La fibra de carbono utilizada puede ser de cualquier tipo adecuado para la aplicación, pero la fibra de carbono es preferentemente una fibra que tiene un módulo de tracción de 400 GPa como máximo desde el punto de vista de la resistencia al impacto. Además, desde el punto de vista de la resistencia, se utiliza preferentemente una fibra de carbono que tiene una resistencia a la tracción de 4,4 a 6,5 GPa ya que tal fibra de carbono proporciona un material compuesto que tiene una rigidez y una resistencia mecánica elevadas. Asimismo, el alargamiento a la tracción también es un factor importante, y es preferible que la fibra de carbono sea una fibra de carbono de gran alargamiento y alta resistencia que tenga un alargamiento a la tracción del 1,7 al 2,3 %. Por lo tanto, una fibra de carbono que tenga todas las características, incluido un módulo de tracción de al menos 230 GPa, una resistencia a la tracción de al menos 4,4 GPa y un alargamiento a la tracción de al menos 1,7 % es lo más adecuado.

Algunos ejemplos de productos disponibles comercialmente de la fibra de carbono incluyen "torayca (marca comercial registrada)" T800G-24K, "torayca (marca comercial registrada)" T800S-24K, "torayca (marca comercial registrada)" T700G-24K, "torayca (marca comercial registrada)" T300-3K y "torayca (marca comercial registrada)" T700S-12K (fabricados todos por TORAY INDUSTRIES, INC.).

La fibra de refuerzo de la presente invención puede tener forma continua o discontinua. Cuando se produce un miembro que tiene una forma complicada, es preferible utilizar una fibra discontinua desde el punto de vista de la fluidez. En este caso, la fibra discontinua es más preferentemente un haz de fibras de refuerzo cortadas hecho de fibras cortas. La longitud de las fibras cortas es preferentemente de 0,3 a 10 cm y más preferentemente de 1 a 5 cm. Cuando la longitud de las fibras cortas es de 0,3 cm o más, es probable que se obtenga un material compuesto reforzado con fibras que tenga propiedades mecánicas satisfactorias. Cuando la longitud de las fibras cortas es de 10 cm o menos, es probable que se obtenga un material de molde para un material compuesto reforzado con fibras que tenga una fluidez satisfactoria durante la formación en prensa.

El método para producir un material compuesto reforzado con fibra que contiene la composición de resina epoxi de la presente invención no está particularmente limitado, sino que un método de colocación manual, un método de bobinado de filamentos, un método de pultrusión, un método de moldeo por transferencia de resina (RTM), un método de moldeo en autoclave de un preimpregnado, y además, métodos de formación de prensa de materiales de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra, tales como preimpregnados y preimpregnados de estopa, compuestos de moldeo a granel (BMC) y compuestos de moldeo en lámina (SMC) se utilizan preferentemente.

El material compuesto reforzado con fibra de la presente invención contiene una resina curada de la composición de resina epoxi de la presente invención y una fibra de refuerzo. En cuanto al material compuesto reforzado con fibra, particularmente en el caso de un material compuesto reforzado con fibra utilizado en el campo de los automóviles, se requieren propiedades mecánicas tales como alta resistencia al calor y resistencia a la flexión. El material compuesto reforzado con fibras de la presente invención también se usa preferentemente en el campo de los automóviles ya que el material compuesto reforzado con fibras es excelente en cuanto a resistencia al calor y propiedades mecánicas. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra de la presente invención proporciona un material compuesto reforzado con fibra en el que la fibra y la resina tienen una homogeneidad muy alta, porque la resina no fluye individualmente primero durante la formación en prensa, y el material de moldeo exhibe una excelente fluidez independientemente de la temperatura de moldeo.

Ejemplos

En lo sucesivo en el presente documento, la composición de resina epoxi, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra y el material compuesto reforzado con fibra de la presente invención se describirán con más detalle con referencia a los ejemplos.

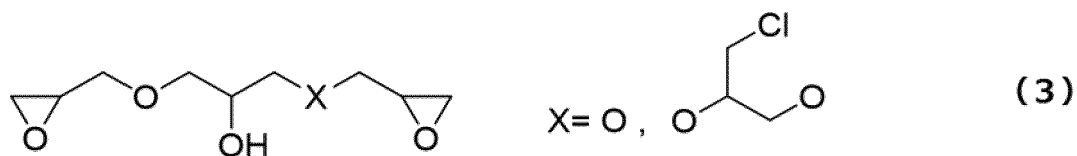
<Materias primas de resina>

Se usaron las siguientes materias primas de resina para obtener las composiciones de resina epoxi de los ejemplos y ejemplos comparativos. El valor numérico de cada componente en la columna de "Composición de resina epoxi" en las tablas indica el contenido y la unidad ("partes") es "partes en masa" a menos que se especifique lo contrario.

1. Componente (A): Resina epoxi alifática que tiene 1 grupo hidroxilo y 2 o más y 3 o menos grupos epoxi en una molécula

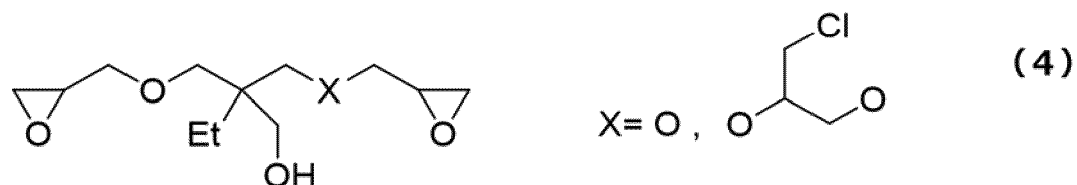
- Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter (número de grupos hidroxilo: 1, número de grupos epoxi: 2)

[Fórmula química 3]



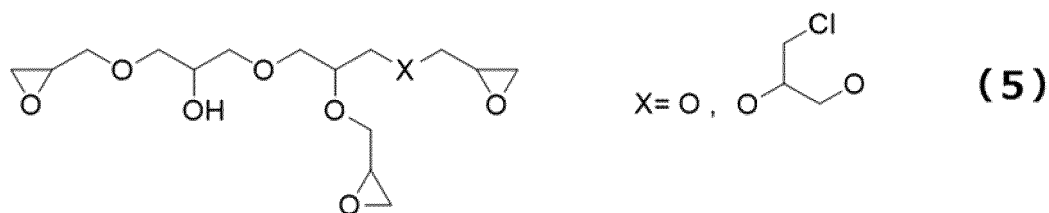
- Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter (número de grupos hidroxilo: 1, número de grupos epoxi: 2)

[Fórmula química 4]



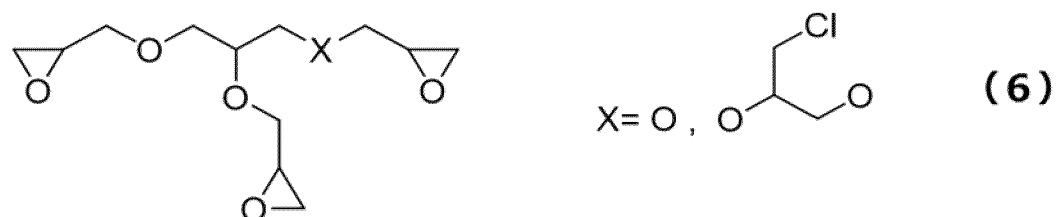
- Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter (número de grupos hidroxilo: 1, número de grupos epoxi: 3)

[Fórmula química 5]



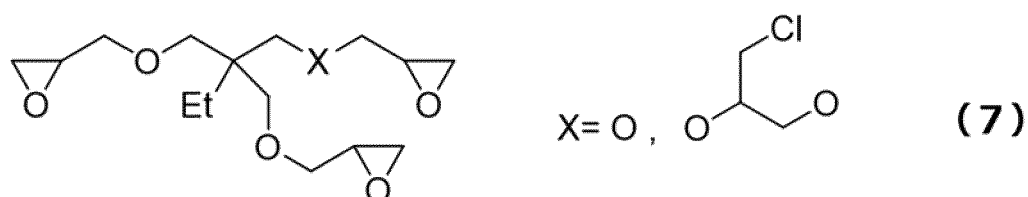
- 2. Componente (B): Resina epoxi alifática que tiene 0 grupos hidroxilo y 3 grupos epoxi en una molécula • Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter (número de grupos hidroxilo: 0, número de grupos epoxi: 3)

[Fórmula química 6]



- Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter (grupo hidroxilo: 0, número de grupos epoxi: 3)

[Fórmula química 7]



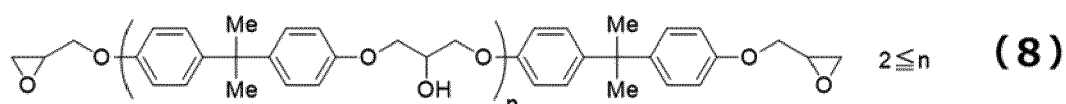
- 3. (Componente (C): Compuesto de poliisocianato

- "Lupranate (marca comercial registrada)" M20S (fabricado por BASF INOAC Polyurethanes Ltd.): MDI polimérico (poliisocianato de polifenil polimetileno)
- "Lupranate (marca comercial registrada)" MI (fabricado por BASF INOAC Polyurethanes Ltd.): MDI monomérico (diisocianato de difenilmetano)
- HDI (fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.): HDI (diisocianato de hexametileno)

4. (Componente (D): Resina epoxi que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 o más grupos epoxi en una molécula

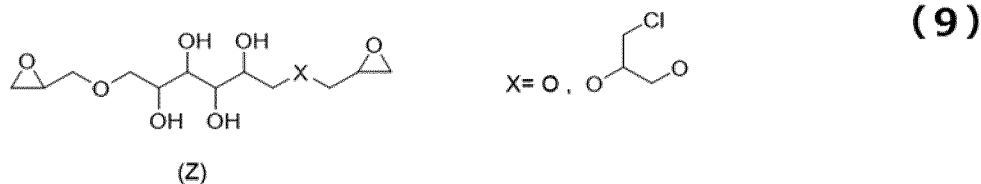
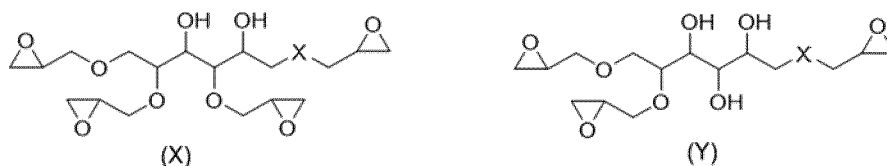
- "jER (marca comercial registrada)" 1007 (fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation)

[Fórmula química 8]



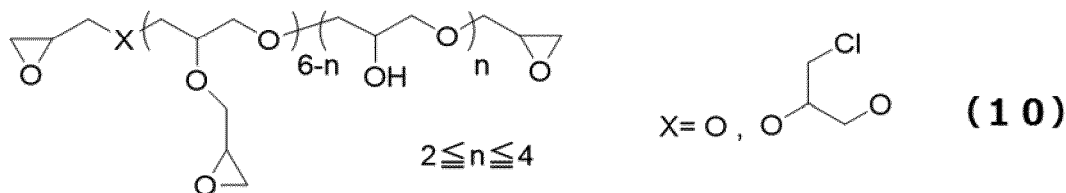
- ("DENACOL (marca comercial registrada)" EX-614 fabricado por Nagase ChemteX Corporation): incluyendo compuestos (X), (Y) y (Z)

[Fórmula química 9]



- SR-6GL (fabricado por Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.)

[Fórmula química 10]



5. Otras resinas epoxi

- "Epotohto (marca comercial registrada)" YD 128 (fabricado por NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.): Resina epoxi de bisfenol A líquida
- "YDF (marca comercial registrada)" 170" (fabricado por NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.): Resina epoxi de bisfenol F sólida
- ("DENACOL (marca comercial registrada)" EX-212 fabricado por Nagase ChemteX Corporation): Diglicidil éter de 1,6-hexanodiol

6. Endurecedor de epoxi

- "jERcure (marca comercial registrada)" DICY7 (fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation): Diciandiamida

<Preparación de composiciones de resina epoxi>

Las composiciones de resina epoxi se prepararon mezclando los componentes en las proporciones de contenido que se muestran en las tablas.

5

<Proporción de cada componente en resinas epoxi>

Un THF (tetrahidrofurano, fabricado por FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation, calidad: reactivo de grado especial) se preparó una solución de un espécimen a medir para que la concentración del espécimen pudiera ser del 0,5 % en masa. La solución de THF obtenida del espécimen se inyectó en un GPC (cromatógrafo de permeación en gel) para la medición. Las condiciones de medición y el aparato del GPC fueron los siguientes. Es decir, como fase móvil se utilizó el THF antes mencionado, y TSKgel (marca comercial registrada) G1000H_{XL} (fabricado por Tosoh Corporation) y TSKgel (marca comercial registrada) G2000H_{XL} (fabricado por Tosoh Corporation) se utilizaron en condiciones de una temperatura de 40 °C y una presión de 60 kg/cm². Se utilizó un RI (detector de índice de refracción) como detector. La proporción de cada componente se calculó a partir de la proporción de áreas en la distribución de pesos moleculares obtenida por la medición. La proporción se calculó suponiendo que no se contenían compuestos con una tasa de área del 5 % o menos.

10

15

<Medición de la viscosidad de la composición de resina inmediatamente después de la preparación>

20

25

El espécimen a medir, mientras se mantenía a 70 °C, se sometió a medición de acuerdo con JIS Z8803 (1991), "Método de medición de la viscosidad usando un viscosímetro rotatorio de tipo placa plana de cono circular" usando un viscosímetro tipo E equipado con un rotor de cono estándar (1° 34' 3 R24). El viscosímetro tipo E utilizado fue TVE-30H fabricado por TOKIMEC INC. El espécimen utilizado fue una composición de resina epoxi obtenida inmediatamente después de mezclar los componentes.

<Medición de la viscosidad de las composiciones de resina epoxi después de pasar a la etapa B>

30

35

Utilizando un DMA (ARES, fabricado por TA Instruments), el espécimen a medir se colocó en una plataforma calentada a 30 °C y se midió la viscosidad de la muestra cuando la temperatura se elevó 10 °C por minuto. La viscosidad a cada temperatura se definió como la viscosidad bajo la condición de temperatura. Por ejemplo, la viscosidad cuando el espécimen alcanzó los 30 °C se definió como la viscosidad a 30 °C. El espécimen utilizado fue una composición de resina epoxi obtenida mezclando los componentes y mantenida a 40 °C durante 24 horas. De forma análoga, la viscosidad cuando el espécimen alcanzó los 120 °C se definió como la viscosidad a 120 °C. El espécimen utilizado fue una composición de resina epoxi obtenida mezclando los componentes y mantenida a 40 °C durante 24 horas.

<Producción de resinas curadas>

40

Cada composición de resina epoxi preparada en el apartado de <Preparación de composiciones de resina epoxi> se desespuma al vacío y luego se inyecta en un molde ajustado a un espesor de 2 mm con un espaciador de "TEFLON (marca comercial registrada)" de 2 mm de espesor. La composición de resina epoxi se curó a una temperatura de 140 °C durante 2 horas para dar una resina curada con un espesor de 2 mm.

<Medición de la temperatura de transición vítrea Tg de resinas curadas>

45

50

De cada resina curada obtenida en el apartado de <Producción de resinas curadas>, se cortó una pieza de ensayo que tenía una anchura de 12,7 mm y una longitud de 40 mm, y la pieza de ensayo se sometió a medición de Tg usando un DMA (ARES fabricado por TA Instruments). La condición de medición fue una rampa de temperatura de 5 °C/min. La temperatura en el punto de inflexión del módulo de almacenamiento G' obtenido en la medición se definió como la Tg.

<Medición de la resistencia a la flexión de productos curados>

55

60

De cada resina curada obtenida en el apartado de <Producción de productos curados>, se cortó una pieza de ensayo que tenía una anchura de 15 mm y una longitud de 100 mm. Usando un comprobador universal Instron (fabricado por Instron), la resistencia a la flexión de la pieza de ensayo cortada se midió mediante un ensayo de flexión de 3 puntos de acuerdo con JIS K7074:1988. La medición se realizó en las condiciones de una velocidad de cruceta de 5 mm/min, un recorrido de 80 mm, un diámetro de indentador de 5 mm y un diámetro de fulcro de 2 mm. Se sometieron a la medición cinco probetas, y se tomó el promedio como la resistencia a la flexión del producto curado.

<Producción de materiales de moldeo para material compuesto reforzado con fibra>

65

La fibra de carbono utilizada fue "torayca (marca comercial registrada)" T700S-12K (fabricada por TORAY INDUSTRIES, INC.). Las hebras continuas de fibra de carbono se cortaron y esparcieron para que se dispersaran uniformemente para producir una tela no tejida de fibra de carbono discontinua que tenía una orientación de fibra isotrópica. El dispositivo de corte utilizado fue un cortador rotativo. La distancia entre las cuchillas era de 30 mm. La

tela no tejida de fibra de carbono discontinua tenía un gramaje de 1 kg/m².

La tela no tejida de fibra de carbono discontinua se impregnó con la composición de resina epoxi usando un rodillo de modo que el contenido en peso de la fibra de carbono en el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra podría ser del 40 % para dar un material de moldeo en forma de lámina para un material compuesto reforzado con fibra. El material de moldeo obtenido para un material compuesto reforzado con fibra tenía un gramaje de 2 kg/m².

<Evaluación de las propiedades de pegajosidad de los materiales de moldeo para el material compuesto reforzado con fibra>

Las propiedades de pegajosidad de cada material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra producido en el apartado de <Producción de materiales de moldeo para material compuesto reforzado con fibra> se evaluaron como sigue. Se adhirió una película a una superficie del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra cortado en una longitud de 15 cm y una anchura de 15 cm, y el laminado resultante se presurizó utilizando una prensa a una temperatura de 25 °C y un presión de 20 kN durante 1 minuto. Se midió el incremento de peso de la película despegada del material de moldeo obtenido para un material compuesto reforzado con fibras.

C: 5 g o más, B: de 5 a 2 g, A: 2 g o menos

<Evaluación del caudal de materiales de moldeo para el material compuesto reforzado con fibra>

Cada material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra producido en el apartado de <Producción de materiales de moldeo para material compuesto reforzado con fibra> se cortó en una longitud de 5 cm y una anchura de 5 cm, y se laminó en dos capas para producir una muestra. La muestra obtenida se calentó mediante una prensa a una temperatura de molde de 140 °C y una presión de 20 kN durante 5 minutos. Después, se midió el área del artículo moldeado que contenía la resina y la fibra de refuerzo y se dividió por el área antes de la formación en prensa, y el valor resultante se multiplicó por 100 para calcular el caudal.

C: del 100 al 110 %, B: del 111 al 200 %, A: del 201 al 300 %, S: del 301 al 700 %

(Ejemplo 1)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 30 partes de EX-313 y 30 partes de EX-314 para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 1-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 2)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314 y 20 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido como se muestra en la Tabla 1-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 3)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 40 partes de SR-DGE y 30 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 1-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 4)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 66 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 1-1, y luego añadiendo el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 5)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 10 partes de EX-313, 10 partes de EX-314 y 10 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido como se muestra en la Tabla 1-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 6)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314 y 10 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido como se muestra en la Tabla 1-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 1-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 7)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 15 partes de EX-313, 15 partes de EX-314 y 40 partes de SR-DGE para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido como se muestra en la Tabla 2-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 8)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 25 partes de EX-313, 25 partes de EX-314 y 40 partes de SR-DGE para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido como se muestra en la Tabla 2-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 9)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 60 partes de SR-TMP para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 2-1, y luego añadiendo el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 10)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de JER 1007 para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 2-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con

fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 11)

- 5 Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de EX-614 para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 2-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

20 (Ejemplo 12)

- Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 2-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 2-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 13)

- 40 Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 15 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 3-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 3-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Además, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 14)

- 55 Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 10 partes de EX-313, 10 partes de EX-314, 15 partes de SR-TMP y 25 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 3-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 3-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$.

Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

5 (Ejemplo 15)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 3-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 10 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 3-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o 15 menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con 20 fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 16)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 3-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 25 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 3-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o 30 menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con 35 fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 17)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 20 partes de SR-TMP y 5 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 3-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 40 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 3-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o 45 menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con 50 fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 18)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de EX-313, 20 partes de EX-314, 12 partes de SR-TMP y 5 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 4-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 60 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 4-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o 65 menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C

de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 19)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 66 partes de SR-TMP y 10 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 4-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 4-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 20)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 15 partes de EX-313, 15 partes de EX-314, 33 partes de SR-TMP y 25 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 4-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 4-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 21)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 33 partes de SR-TMP y 40 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 4-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 4-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo 22)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 40 partes de SR-TMP y 30 partes de SR-6GL para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 4-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 4-2, la composición de resina epoxi

inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad a 30 °C de 5 Pa·s o menos. Asimismo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 1000 Pa·s o más y 500.000 Pa·s o menos. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfizo la condición mencionada anteriormente de $0,002 \leq Y/X \leq 1$. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg de 120 °C o más y una resistencia a la flexión de 110 MPa o más. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad y caudal de B o mejor.

(Ejemplo Comparativo 1)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 45 partes de EX-313 y 45 partes de EX-314 para que las cantidades de los componentes (A) y (B) combinados pudieran satisfacer la proporción de contenido que se muestra en la Tabla 5-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 5-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad satisfactoria a 30 °C de 0,3 Pa·s, y la composición de resina epoxi después de llevarse a la etapa B tenía una viscosidad a 30 °C de 2000 Pa·s. Sin embargo, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue grande y el valor de Y/X fue tan pequeño como 0,001 y, por lo tanto, la composición de resina epoxi era defectuosa. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg baja de 113 °C y tenía propiedades mecánicas bajas, incluida una resistencia a la flexión de 108 MPa. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad de B y un caudal de C.

(Ejemplo Comparativo 2)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 30 partes de SR-DGE y 50 partes de jER 1007 para que las cantidades de los componentes (A) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 5-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la proporción de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 5-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una mala viscosidad a 30 °C de 12,5 Pa·s. Aunque la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una mala viscosidad a 30 °C de 700.000 Pa·s, la variación de la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfactoria, y el valor de Y/X fue de 0,004. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg satisfactoria de 122 °C, pero era deficiente en cuanto a propiedades mecánicas, incluida una resistencia a la flexión de 103 MPa. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad de C y un caudal de B.

(Ejemplo Comparativo 3)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 10 partes de EX-313, 10 partes de EX-314 y 10 partes de jER 1007 para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 5-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 5-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una mala viscosidad a 30 °C de 7,8 Pa·s. Además, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una mala viscosidad a 30 °C de 600.000 Pa·s. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue grande y el valor de Y/X fue de 0,0006 y, por lo tanto, la composición de resina epoxi era defectuosa. Además, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg satisfactoria de 120 °C, pero era deficiente en cuanto a propiedades mecánicas, incluida una resistencia a la flexión de 104 MPa. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad de C y un caudal de C.

(Ejemplo Comparativo 4)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 10 partes de EX-313, 10 partes de EX-314 y 40 partes de EX-614 para que las cantidades de los componentes (A), (B) y (D) combinados pudieran satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 5-1, y añadiendo además el componente (C) y otros componentes en la relación de contenido que se muestra en la tabla, y se midió la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo,

la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como se muestra en la Tabla 5-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una mala viscosidad a 30 °C de 11,5 Pa·s. Además, la
5 composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una mala viscosidad a 30 °C de 760.000 Pa·s. La variación de la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue pequeña y satisfactoria, y el valor de Y/X fue de 0,003. Sin embargo, la resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg baja de 117 °C y tenía propiedades mecánicas bajas, incluida una resistencia a la flexión de 103 MPa. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la
10 composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad de C y un caudal de B.

(Ejemplo Comparativo 5)

Se preparó una composición de resina epoxi añadiendo 20 partes de SR-6GL de modo que la cantidad del componente (D) mezclado pudiera satisfacer la relación de contenido que se muestra en la Tabla 5-1, y luego añadiendo el componente (C) y otros componentes en se midió la relación de contenido que se muestra en la tabla y la viscosidad de la composición de resina epoxi a 30 °C. Asimismo, la composición de resina epoxi se mantuvo a 40 °C durante 24 horas para llevarla a la etapa B y luego se midieron las viscosidades a 30 °C y 120 °C. Además, se produjo una resina curada de la composición de resina epoxi usando la composición de resina epoxi antes de llevarla a la etapa B. Como
15 se muestra en la Tabla 5-2, la composición de resina epoxi inmediatamente después de la preparación tenía una viscosidad aceptable a 30 °C de 3,5 Pa·s. Sin embargo, la composición de resina epoxi después de ser llevada a la etapa B tenía una mala viscosidad a 30 °C de 980 Pa·s. Además, la variación en la viscosidad de la composición de resina epoxi debido al aumento de temperatura fue grande y el valor de Y/X fue de 0,0001 y, por lo tanto, la composición de resina epoxi era defectuosa. La resina curada obtenida curando la composición de resina epoxi tenía una Tg baja
20 de 102 °C y tenía propiedades mecánicas bajas, incluida una resistencia a la flexión de 98 MPa. Además, el material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra obtenido usando la composición de resina epoxi tenía propiedades de pegajosidad de C y un caudal de C.

[Tabla 1-1]

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
Componente (A)	Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter	30	20	-	-	10	20
	Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter	-	5	10	16	3	3
	Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter	-	-	30	-	-	-
	Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter	30	20	-	-	10	20
	Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter	-	15	20	50	7	7
Componente (B)	1007	-	-	-	-	-	-
	EX-614	-	-	-	-	-	-
	SR-6GL	-	-	-	-	-	-
Componente (D)	M20S	28	28	28	28	28	28
	MI	-	-	-	-	-	-
	HDI	-	-	-	-	-	-
Componente (C)	YD 128	40	40	30	34	70	50
	YDF 170	-	-	-	-	-	-
	Diglicidil éter de diglicerol	-	-	5	-	-	-
Otros componentes	Tetraglicidil éter de diglicerol	-	-	5	-	-	-
	EX-212	-	-	-	-	-	-
	DICY7	8	8	8	8	8	8
	A/B	1,0	0,7	2,0	0,3	0,8	0,9
	(A + B)/T	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,5
	D/B	-	-	-	-	-	-

[Tabla 1-2]

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
Propiedades de la resina	Inmediatamente después de la preparación	0,7	0,5	2,3	0,3	3,8	0,4
	Después de ser llevado a la etapa B	27000	22000	36000	19000	80000	20000
		0,003	0,008	0,009	0,002	0,009	0,005
	Después del curado	121	125	122	124	131	120
		114	115	117	114	123	113
Material de molde para material compuesto reforzado con fibra	Propiedades de pegajosidad		A	A	A	B	A
	Caudal		S	B	B	B	B

[Tabla 2-1]

	[Tabla 2-1]										
	Componente (A)	Componente (B)	Componente (D)	Componente (C)	Otros componentes	Componente (A)	Componente (B)	Componente (D)	Componente (C)	Otros componentes	Componente (A)
Composición de resina epoxi	Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter	Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter	Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter	Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter	Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter	15	25	-	20	20	20
						-	-	15	5	5	5
						30	10	-	-	-	-
						15	25	-	20	20	20
						-	-	45	15	15	15
						-	-	-	5	-	-
						-	-	-	-	5	-
						28	28	28	28	28	28
						-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-
						30	38	40	20	20	20
						-	-	-	15	15	15
						5	1	-	-	-	-
						5	1	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-
						8	8	8	8	8	8
						3,0	1,4	0,3	0,7	0,7	0,7
						0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
						-	-	-	0,1	0,1	0,1

[Tabla 2-2]

Propiedades de la resina	Inmediatamente después de la preparación	Viscosidad a 30 °C [Pa s]	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
	Después de ser llevado a la etapa B	Viscosidad a 30 °C [Pa s]	79000	66000	13000	65000	31000	30000
Después del curado	Después de ser llevado a la etapa B	Viscosidad a 120 °C [Pa s]/viscosidad a 30 °C [Pa s]	0,002	0,004	0,002	0,04	0,05	0,06
		Temperatura de transición vítrea [°C]	122	121	120	136	135	133
		Resistencia a la flexión [MPa]	117	118	111	122	121	121
Material de moldeado para material compuesto reforzado con fibra	Propiedades de pegajosidad		B	B	A	B	A	A
	Caudal		B	B	B	A	S	S

[Tabla 3-1]

			Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17
Composición de resina epoxi	Componente (A)	Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter	20	10	20	20	20
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter	5	5	5	5	5
		Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter	-	-	-	-	-
	Componente (B)	Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter	20	10	20	20	20
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter	15	10	15	15	15
	Componente (D)	1007	-	-	-	-	-
		EX-614	-	-	-	-	-
		SR-6GL	15	25	5	5	5
	Componente (C)	M20S	28	28	-	-	35
		MI	-	-	28	-	-
		HDI	-	-	-	28	-
	Otros componentes	YD 128	20	25	20	20	20
		YDF 170	5	15	15	15	15
		Diglicidil éter de diglicerol	-	-	-	-	-
		Tetraglicidil éter de diglicerol	-	-	-	-	-
		EX-212	-	-	-	-	-
		DICY7	8	8	8	8	8
	A/B		0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
	(A+B)/T		0,6	0,4	0,6	0,6	0,6
	D/B		0,4	1,3	0,1	0,1	0,1

[Tabla 3-2]

			Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17
Propiedades de la resina	Inmediatamente después de la preparación	Viscosidad a 30 °C [Pa·s]	1,0	1,2	0,9	0,7	0,6
	Después de ser llevado a la etapa B	Viscosidad a 30 °C [Pa·s]	36000	43000	21000	18000	38000
		Viscosidad a 120 °C [Pa·s]/viscosidad a 30 °C [Pa·s]	0,08	0,12	0,02	0,01	0,11
	Después del curado	Temperatura de transición vítrea [°C]	131	130	128	125	136
		Resistencia a la flexión [MPa]	120	127	117	113	126
Material de moldeo para material compuesto reforzado con fibra	Propiedades de pegajosidad		A	A	A	A	A
	Caudal		S	S	A	A	S

[Tabla 4-1]

			Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22
Composición de resina epoxi	Componente (A)	Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter	20	-	15	-	-
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter	5	16	8	8	10
		Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter	-	-	-	-	-
	Componente (B)	Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter	20	-	15	-	-
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter	15	50	25	25	30
	Componente (D)	1007	-	-	-	-	-
		EX-614	-	-	-	-	-
		SR-6GL	5	10	25	40	30
	Componente (C)	M20S	40	28	28	28	28
		MI	-	-	-	-	-
		HDI	-	-	-	-	-
	Otros componentes	YD 128	20	14	12	12	15
		YDF 170	15	10	-	15	15
		Diglicidil éter de diglicerol	-	-	-	-	-
		Tetraglicidil éter de diglicerol	-	-	-	-	-
		EX-212	-	-	-	-	-
		DICY7	8	8	8	8	8
	A/B		0,7	0,3	0,6	0,3	0,3
	(A+B) /T		0,6	0,6	0,6	0,3	0,4
	D/B		0,1	0,2	0,6	1,6	1,0

[Tabla 4-2]

			Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22
Propiedades de la resina	Inmediatamente después de la preparación	Viscosidad a 30 °C [Pa·s]	0,5	0,7	1,5	2,3	1,8
	Después de ser llevado a la etapa B	Viscosidad a 30 °C [Pa·s]	47000	36000	48000	62000	49000
		Viscosidad a 120 °C [Pa·s]/viscosidad a 30 °C [Pa·s]	0,2	0,1	0,1	0,12	0,11
	Después del curado	Temperatura de transición vítrea [°C]	138	132	131	122	130
		Resistencia a la flexión [MPa]	130	124	123	115	121
Material de moldeo para material compuesto reforzado con fibra	Propiedades de pegajosidad		A	A	A	B	A
	Caudal		S	S	S	S	S

[Tabla 5-1]

		Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3	Ejemplo Comparativo 4	Ejemplo Comparativo 5
Composición de resina epoxi	Componente (A)	Estructura básica de glicerol que contiene diglicidil éter	45	-	10	-
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene diglicidil éter	-	-	-	-
		Estructura básica de diglicerol que contiene triglicidil éter	-	30	-	-
	Componente (B)	Estructura básica de glicerol que contiene triglicidil éter	45	-	10	-
		Estructura básica de trimetilolpropano que contiene triglicidil éter	-	-	-	-
		1007	-	50	10	-
	Componente (D)	EX-614	-	-	40	-
		SR-6GL	-	-	-	20
		M20S	36	36	20	28
	Componente (C)	MI	-	-	-	-
		HDI	-	-	-	-
		YD 128	10	10	70	60
	Otros componentes	YDF 170	-	-	-	-
		Diglicidil éter de diglicerol	-	5	-	-
		Tetraglicidil éter de diglicerol	-	5	-	-
		EX-212	-	-	-	20
		DICY7	8	8	8	8
		A/B	1,0	-	1,0	-
		(A+B)/T	0,9	0,3	0,2	0,0
		D/B	0,0	-	1,0	-

[Tabla 5-2]

	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3	Ejemplo Comparativo 4	Ejemplo Comparativo 5
Propiedades de la resina	Inmediatamente después de la preparación	Viscosidad a 30 °C [Pa s]	7,8	11,5	3,5
	Después de ser llevado a la etapa B	Viscosidad a 30 °C [Pa s]	600000	760000	980
	Después del curado	Viscosidad a 120 °C [Pa s]/Viscosidad a 30 °C [Pa s]	0,004	0,003	0,0001
		Temperatura de transición vítrea [°C]	120	117	102
Material de moldeo para material compuesto reforzado con fibra	Propiedades de pegajosidad	Resistencia a la flexión [MPa]	104	103	98
			C	C	C
	Caudal		C	B	C

Aplicabilidad industrial

5 La composición de resina epoxi de la presente invención es superior a las composiciones de resina epoxi convencionales en tanto que tiene excelentes propiedades de impregnación en la fibra de refuerzo, que la viscosidad de la resina epoxi después del espesamiento se controla en el intervalo óptimo, que la variación de la viscosidad debido al aumento de temperatura es pequeña, que la composición de resina epoxi es excelente en cuanto a resistencia al calor, que la composición de resina epoxi proporciona un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra que es excelente en cuanto a flexibilidad durante el manejo y fluidez durante la formación en prensa, y que el uso del material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra proporciona un material compuesto reforzado con fibra excelente en cuanto a resistencia al calor y propiedades mecánicas. Como resultado, 10 los materiales compuestos reforzados con fibra se aplicarán más ampliamente a aplicaciones deportivas e industriales además de aplicaciones aeroespaciales y de automoción, conduciendo a una reducción del consumo energético centrado en los combustibles fósiles, y se espera que contribuya al problema del calentamiento global.

15 Descripción de los símbolos de referencia

1: Fibra de refuerzo

REIVINDICACIONES

1. Una composición de resina epoxi que comprende al menos los componentes (A) a (C) mostrados a continuación:

- 5 el componente (A): una resina epoxi alifática que tiene 1 grupo hidroxilo y 2 o más y 3 o menos grupos epoxi en una molécula;
 el componente (B): una resina epoxi alifática que tiene 0 grupos hidroxilo y 3 grupos epoxi en una molécula; y
 el componente (C): un compuesto de poliisocianato,
 satisfaciendo la composición de resina epoxi las fórmulas que se muestran a continuación:

$$10 \quad 0,125 \leq A/B \leq 3 \text{ y } 0,2 < (A + B)/T \leq 0,8, \text{ en donde}$$

en donde

- 15 A son las partes en masa del componente (A), B son las partes en masa del componente (B), y
 T es el total de partes en masa de una resina epoxi en la composición de resina epoxi.

2. La composición de resina epoxi de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un componente (D):

- 20 el componente (D): una resina epoxi que tiene 2 o más grupos hidroxilo y 2 o más grupos epoxi en una molécula, satisfaciendo la composición de resina epoxi una fórmula que se muestra a continuación:

$$0,1 \leq D/B \leq 2, \text{ en donde}$$

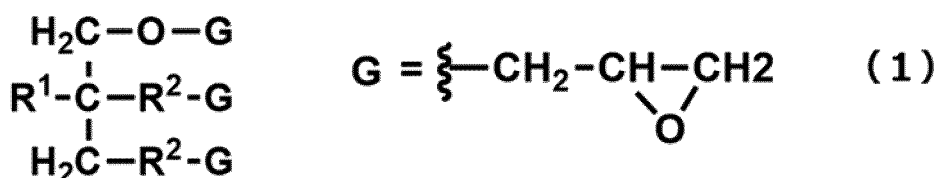
- 25 D son las partes en masa del componente (D).

3. La composición de resina epoxi de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el componente (D) es una resina epoxi alifática.

- 30 4. La composición de resina epoxi de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en donde el número total de carbonos en una molécula de la resina epoxi como componente (D) es 20 o más y 50 o menos.

5. La composición de resina epoxi de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el componente (B) es una resina epoxi alifática representada por una fórmula general (1) que se muestra a continuación:

- 35 [Fórmula química 1]



- 40 en donde R¹ representa H o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo, y R² representa O o una cadena alifática que tiene un número de carbonos de 1 o más y 6 o menos, y opcionalmente contiene una estructura cíclica y/o un heteroátomo.

- 45 6. La composición de resina epoxi de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el componente (C) satisface una fórmula que se muestra a continuación:

$$1 \leq I/W \leq 2, \text{ en donde}$$

en donde

- 50 I es un número de grupos isocianato del componente (C) en la composición de resina epoxi, y W es un número total de grupos hidroxilo en la resina epoxi en la composición de resina epoxi.

7. La composición de resina epoxi de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde una resina curada de la composición de resina epoxi tiene una temperatura de transición vítrea de 120 °C o más.

- 55 8. Un material de moldeo para un material compuesto reforzado con fibra, comprendiendo el material de moldeo la composición de resina epoxi de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y una fibra de refuerzo.

9. Un material compuesto reforzado con fibra que comprende un producto curado de la composición de resina epoxi

de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y una fibra de refuerzo.

10. El material compuesto reforzado con fibra de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la fibra de refuerzo es una fibra de carbono.

[Fig 1]

[Fig 1]

