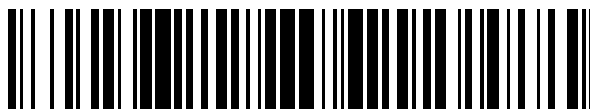


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 886**

51 Int. Cl.:

C03C 3/087 (2006.01)

C03C 3/095 (2006.01)

C03C 3/097 (2006.01)

C03C 13/06 (2006.01)

C03B 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2015 PCT/US2015/049101**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2016 WO16040425**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2015 E 15771328 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3191421**

54 Título: **Composiciones de vidrio, composiciones de vidrio que permiten formar fibras y fibras de vidrio preparadas a partir de las mismas**

30 Prioridad:

09.09.2014 US 201462047967 P

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

22.12.2020

73 Titular/es:

**ELECTRIC GLASS FIBER AMERICA, LLC
(100.0%)
940 Washburn Switch Road
Shelby, NC 28150, US**

72 Inventor/es:

**LI, HONG y
WESTBROOK, PAUL, A.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 799 886 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

Composiciones de vidrio, composiciones de vidrio que permiten formar fibras y fibras de vidrio preparadas a partir de las mismas

Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones de vidrio y, en particular, a composiciones de vidrio para la formación de fibras.

Antecedentes de la invención

Las fibras de vidrio se han usado para reforzar diversas resinas poliméricas durante muchos años. Algunas composiciones de vidrio comúnmente usadas para su uso en las aplicaciones de refuerzo incluyen las familias de composiciones "vidrio E", "vidrio R" y "vidrio D". El "vidrio S" es otra familia de composiciones de vidrio comúnmente usada que incluye, por ejemplo, fibras de vidrio disponibles en el mercado a través de AGY (Aiken, Carolina del Sur) con el nombre comercial "vidrio S-2".

En el refuerzo y otras aplicaciones, pueden resultar importantes determinadas propiedades mecánicas de las fibras de vidrio o de los materiales compuestos reforzados con fibras de vidrio. Sin embargo, en muchos casos, la fabricación de fibras de vidrio que tienen propiedades mecánicas mejoradas (por ejemplo, una resistencia superior, un módulo superior, etc.) puede dar como resultado costes superiores debido, por ejemplo, a los costes de los materiales de lotes aumentados, los costes de fabricación aumentados u otros factores. Por ejemplo, el "vidrio S-2" mencionado anteriormente tiene propiedades mecánicas mejoradas en comparación con el vidrio E convencional, pero también cuesta significativamente más, como resultado de las demandas de temperatura y energía sustancialmente más altas para la conversión de los lotes en vidrio, el afinado por fusión y el estirado de las fibras. Los fabricantes de fibra de vidrio continúan buscando composiciones de vidrio que se puedan usar para formar fibras de vidrio que las tengan propiedades mecánicas deseables en un entorno de fabricación comercial.

Los documentos CN 102 786 223 A y WO 2015/009686 A1 son dos divulgaciones conocidas, que se refieren a composiciones de fibra de vidrio.

Sumario

Diversas realizaciones de la presente invención proporcionan composiciones de vidrio, composiciones de vidrio que permiten formar fibras y fibras de vidrio formadas a partir de tales composiciones, así como hebras de fibra de vidrio, hilos, tejidos y materiales compuestos que comprenden tales fibras de vidrio adaptadas para su uso en diversas aplicaciones.

De acuerdo con la invención, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 ; del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 12 por ciento en peso o menos de CaO ; el 10-16 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-5 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ; ZnO , que está presente en una cantidad de hasta el 4 por ciento en peso; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de CaO es menor de aproximadamente el 5 por ciento en peso. El contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$ es mayor del 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, en algunas realizaciones, es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de Al_2O_3 es entre aproximadamente el 14 y aproximadamente el 19 por ciento en peso. El MgO está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 10 y aproximadamente el 16 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Li_2O está presente en una cantidad entre aproximadamente el 0,4 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende al menos aproximadamente el 60 por ciento en peso de SiO_2 . El SnO_2 está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende CeO_2 y el CeO_2 está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, tanto el SnO_2 como el CeO_2 están presentes en una cantidad combinada de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende, además, Nb_2O_5 en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la composición

de vidrio está sustancialmente libre de B_2O_3 .

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 5 por ciento en peso o menos de CaO ; el 10-16 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ; el 0-4 por ciento en peso de ZnO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. El contenido de $Na_2O + K_2O + Li_2O$ es mayor del 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El contenido de $Na_2O + K_2O$, en algunas realizaciones, es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Li_2O está presente en una cantidad entre aproximadamente el 0,4 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el ZnO está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. El SnO_2 está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende CeO_2 y el CeO_2 está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, tanto el SnO_2 como el CeO_2 están presentes en una cantidad combinada de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende, además, Nb_2O_5 en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la composición de vidrio está sustancialmente libre de B_2O_3 .

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 5 por ciento en peso o menos de CaO ; el 10-16 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ; el 0-4 por ciento en peso de ZnO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $Na_2O + K_2O$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. El contenido de $Na_2O + K_2O + Li_2O$ es mayor del 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el ZnO está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. El SnO_2 está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende CeO_2 y el CeO_2 está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones, tanto el SnO_2 como el CeO_2 están presentes en una cantidad combinada de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende, además, Nb_2O_5 en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la composición de vidrio está sustancialmente libre de B_2O_3 .

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 3 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 4 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de CaO es menor de aproximadamente el 8 por ciento en peso. El contenido de $Na_2O + K_2O + Li_2O$ es mayor del 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El contenido de $Na_2O + K_2O$, en algunas realizaciones, es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de Al_2O_3 es entre aproximadamente el 15 y aproximadamente el 18 por ciento en peso. El MgO está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 8 y aproximadamente el 10 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Li_2O está presente en una cantidad entre aproximadamente el 0,4 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende al menos

aproximadamente el 61 por ciento en peso de SiO_2 . En algunas realizaciones, el SrO está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 3 por ciento en peso. El Cu_2O está presente, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 2 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende Y_2O_3 y el Y_2O_3 está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, tanto el Cu_2O como el Y_2O_3 están presentes en una cantidad combinada de hasta aproximadamente el 7 por ciento en peso. La composición de vidrio, en algunas realizaciones, comprende, además, Nb_2O_5 en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la composición de vidrio está sustancialmente libre de B_2O_3 .

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hebras de fibra de vidrio. En el presente documento, se desvelan varias composiciones de vidrio que permiten formar fibras como parte de la presente invención y se debe entender que diversas realizaciones de la presente invención pueden comprender fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, hilos y otros productos que incorporen fibras de vidrio formadas a partir de tales composiciones.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hilos formados a partir de al menos una hebra de fibra de vidrio formada a partir de una composición de vidrio descrita en el presente documento. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a tejidos que incorporan al menos una hebra de fibra de vidrio formada a partir de una composición de vidrio descrita en el presente documento. En algunas realizaciones, un hilo de relleno usado en el tejido puede comprender la al menos una hebra de fibra de vidrio. Un hilo de urdimbre, en algunas realizaciones, puede comprender la al menos una hebra de fibra de vidrio. En algunas realizaciones, las hebras de fibra de vidrio se pueden usar tanto en los hilos de relleno como en los hilos de urdimbre usados para formar tejidos de acuerdo con la presente invención. En algunas realizaciones, los tejidos de la presente invención pueden comprender un tejido de ligamento tafetán, un tejido de sarga, un tejido de sarga interrumpida, un tejido de ligamento raso, un tejido de unión por cosido o un tejido tejido en 3D.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos que comprenden una resina polimérica y fibras de vidrio formadas a partir de una de las diversas composiciones de vidrio descritas en el presente documento. Las fibras de vidrio pueden ser de una hebra de fibra de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio se pueden incorporar en un tejido, tal como un tejido tejido. Por ejemplo, las fibras de vidrio pueden estar en un hilo de relleno y/o un hilo de urdimbre que se tejen para formar un tejido. En las realizaciones donde el material compuesto comprende un tejido, el tejido puede comprender un tejido de ligamento tafetán, un tejido de sarga, un tejido de sarga interrumpida, un tejido de ligamento raso, un tejido de unión por cosido o un tejido tejido en 3D.

Las fibras de vidrio se pueden incorporar en el material compuesto en otras formas también, tal como se analiza con más detalle más adelante.

Con respecto a las resinas poliméricas, los materiales compuestos de la presente invención pueden comprender una o más de diversas resinas poliméricas. En algunas realizaciones, la resina polimérica comprende al menos una de las resinas de polietileno, polipropileno, poliamida, poliimida, tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, polidiciclopentadieno, sulfuro de polifenileno, poliéter éter cetona, ésteres de cianato, bismaleimidas y poliuretano termoendurecible. La resina polimérica puede comprender una resina epoxídica en algunas realizaciones.

Los materiales compuestos de la presente invención pueden estar en diversas formas y se pueden usar en diversas aplicaciones. Algunos ejemplos de los usos posibles de los materiales compuestos de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención incluyen, sin limitación, la energía eólica (por ejemplo, las palas de los molinos de viento), las aplicaciones para automóviles, las aplicaciones en materia de seguridad/protección (por ejemplo, el blindaje de balística), las aplicaciones aeroespaciales o en la aviación (por ejemplo, los suelos interiores de los aviones), los recipientes o tanques de alta presión, las carcasas de misiles, la electrónica y otros.

Estas y otras realizaciones de la presente invención se describen con mayor detalle en la siguiente Descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un gráfico que muestra los valores del módulo de Young con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE_2O_3) en diversas composiciones de vidrio.

La Figura 2 es un gráfico que muestra los valores de la resistencia a la tracción de la fibra original con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE_2O_3) en diversas composiciones de vidrio.

La Figura 3 es un gráfico que muestra las temperaturas de reblandecimiento y transición vítrea con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE_2O_3) en diversas composiciones de vidrio.

La Figura 4 es un gráfico que muestra el coeficiente lineal de expansión térmica con respecto a la cantidad de óxido de escandio (Sc_2O_3) en diversas composiciones de vidrio.

Descripción detallada

A menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se buscan obtener mediante la presente invención. Como mínimo y no en un intento de limitar la aplicación de la doctrina de los equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico se debe interpretar al menos en vista del número de dígitos significativos indicados y mediante la aplicación de técnicas de redondeo habituales.

A pesar de que los intervalos numéricos y parámetros que exponen el amplio alcance de la invención sean aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se indican de la manera más precisa posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene, de manera inherente, determinados errores que resultan necesariamente de la desviación típica hallada en sus respectivas mediciones de ensayo. Además, se ha de entender que todos los intervalos desvelados en el presente documento abarcan todos y cada uno de los subintervalos incluidos en los mismos. Por ejemplo, se debe considerar que un intervalo indicado de "1 a 10" incluye todos y cada uno de los subintervalos entre (e incluso) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o más, por ejemplo, de 1 a 6,1, y que terminan con un valor máximo de 10 o menos, por ejemplo, de 5,5 a 10.

Además, se señala que, tal como se usa en la presente memoria descriptiva, las formas en singular "un/uno", "una" y "el/la" incluyen los referentes en plural, a menos que se limiten de manera expresa e inequívoca a un referente.

La presente invención se refiere, en general, a composiciones de vidrio. En un aspecto, la presente invención proporciona fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones de vidrio descritas en el presente documento. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener propiedades mecánicas mejoradas, tales como, por ejemplo, el Módulo de Young y la resistencia original, en comparación con las fibras de vidrio E convencionales.

Las composiciones de vidrio de la presente invención comprenden óxidos de tierras raras, además de componentes normalmente hallados en las composiciones de vidrio, tales como SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO y otros. Tales composiciones de vidrio pueden permitir formar fibras y, por tanto, se pueden usar para preparar fibra de vidrio en diversas realizaciones. Tal como entienden aquellos expertos en la materia, la expresión "óxidos de tierras raras" se refiere a los óxidos que incorporan un metal de tierras raras e incluye óxidos de escandio (Sc_2O_3), itrio (Y_2O_3) y los elementos lantánidos (lantano (La_2O_3), cerio (Ce_2O_3 y CeO_2), praseodimio (Pr_2O_3), neodimio (Nd_2O_3), prometio (Pm_2O_3), samario (Sm_2O_3), europio (Eu_2O_3 y EuO), gadolinio (Gd_2O_3), terbio (Tb_2O_3), disprosio (Dy_2O_3), holmio (Ho_2O_3), erbio (Er_2O_3), tulio (Tm_2O_3), iterbio (Yb_2O_3) y lutecio (Lu_2O_3)). Los óxidos de tierras raras se incluyen en las composiciones de vidrio de la presente invención en cantidades que superan aquellas en donde el óxido de tierras raras está presente solo como material residual o impureza en un material de lote incluido con un lote de vidrio para proporcionar otro componente. Las composiciones de vidrio, en algunas realizaciones, pueden comprender una combinación de óxidos de tierras raras (por ejemplo, uno o más de diversos óxidos de tierras raras).

De acuerdo con la invención, uno o más óxidos de tierras raras están presentes en una composición de vidrio en una cantidad no menor de aproximadamente el 0,05 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad no menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad mayor de aproximadamente el 3 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso, aunque se pueden usar cantidades mayores en otras realizaciones. En algunas realizaciones, el uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad de hasta aproximadamente el 10 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras, en algunas realizaciones, pueden estar presentes en una cantidad de hasta aproximadamente el 12 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El uno o más óxidos de tierras raras, en algunas realizaciones, pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 0,05 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 2,0 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras, en algunas realizaciones, pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 3,0 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 4,0 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 5,0 y aproximadamente el 15 por ciento en peso, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras, en algunas realizaciones, pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 3 y aproximadamente el 8 por ciento en peso. El uno o más óxidos de tierras raras pueden estar presentes en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 5 por ciento en peso, en algunas realizaciones.

La cantidad de óxidos de tierras raras usada en algunas realizaciones puede depender del óxido de tierras raras particular usado, de si se usan otros óxidos de tierras raras en la composición, de las propiedades de fusión de la composición y de las propiedades deseadas de las fibras de vidrio a formar a partir de la composición y otras.

5 En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender La_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras cantidades de La_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas
10 realizaciones, se cree que la inclusión de La_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en la temperatura de reblandecimiento vítreo y las temperaturas de transición vítrea, así como en la resistencia a la tracción, el alargamiento, el coeficiente de expansión térmica y otras propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones.

15 En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender Y_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras cantidades de Y_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, se cree que la inclusión de Y_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en la temperatura de reblandecimiento vítreo y la temperatura de transición vítrea, así como en el módulo, la resistencia a la tracción, el
20 alargamiento, el coeficiente de expansión térmica y otras propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones.

25 En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender Sc_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 4 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras cantidades de Sc_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, aunque se cree que la inclusión de Sc_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en algunas propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones (por ejemplo, la temperatura
30 de reblandecimiento vítreo, la temperatura de transición vítrea, el coeficiente de expansión térmica, etc.), también se ha observado que la presencia de Sc_2O_3 eleva la temperatura en líquido de las composiciones.

En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender Nd_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras
35 cantidades de Nd_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, se cree que la inclusión de Nd_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en la temperatura de reblandecimiento vítreo y la temperatura de transición vítrea, así como en el módulo, la resistencia a la tracción, el alargamiento, el coeficiente de expansión térmica y otras propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones.
40

En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender Sm_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras
45 cantidades de Sm_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, se cree que la inclusión de Sm_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en la temperatura de reblandecimiento vítreo y la temperatura de transición vítrea, así como en el módulo, la resistencia a la tracción, el alargamiento, el coeficiente de expansión térmica y otras propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones.
50

En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender Gd_2O_3 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras
55 cantidades de Gd_2O_3 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, se cree que la inclusión de Gd_2O_3 en las composiciones de vidrio tiene un impacto deseable en la temperatura de reblandecimiento vítreo y la temperatura de transición vítrea, así como en el módulo, la resistencia a la tracción, el alargamiento, el coeficiente de expansión térmica y otras propiedades de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones.

60 En algunas realizaciones, el óxido de tierras raras usado en las composiciones de vidrio de la presente invención puede comprender CeO_2 en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 15 por ciento en peso. Tal como se ha expuesto anteriormente y en los Ejemplos más adelante, también se pueden incluir otras cantidades de CeO_2 en las composiciones de vidrio de acuerdo con algunas realizaciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el CeO_2 puede estar presente en una cantidad entre el 0 y aproximadamente el 4 por ciento en peso.
65 Aunque el óxido de cerio se puede introducir en la forma estable de CeO_2 , la mayor parte del cerio en el vidrio, cuando se fusiona a alta temperatura, se reduce de Ce^{4+} (en CeO_2) a Ce^{3+} (convirtiéndose en Ce_2O_3). En este

sentido, se cree que la inclusión de óxido de cerio mejora no solo el módulo sónico y la resistencia de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones, sino que también aumenta la calidad del vidrio a través de un mejor afinado del vidrio durante la fusión, durante la que el óxido de cerio libera burbujas de oxígeno a medida que los iones Ce^{4+} en la masa fusionada se reducen a iones Ce^{3+} .

También se pueden usar diversas combinaciones de óxidos de tierras raras para lograr las propiedades deseables (por ejemplo, la resistencia a la tracción, el módulo, la resistencia específica, el módulo específico, etc.). Por ejemplo, la selección de un óxido de tierras raras particular y su cantidad relativa puede influir en la densidad de la fibra, que a su vez puede influir en la resistencia específica (resistencia a la tracción dividida por la densidad) y en el módulo específico (módulo dividido por la densidad). De manera análoga, la selección de un óxido de tierras raras particular y su cantidad relativa puede influir en las propiedades de fusión de las composiciones de vidrio. Por ejemplo, tal como se ha señalado anteriormente, la presencia de Sc_2O_3 en determinadas cantidades puede aumentar la temperatura en líquido de una composición de vidrio. De manera similar, el óxido de cerio (Ce_2O_3 y CeO_2) puede actuar como agente de oxidación y agente de afinado, de tal manera que, en algunas realizaciones, la cantidad de óxido de cerio no puede ser mayor del 4 por ciento en peso. Finalmente, la selección de un óxido de tierras raras particular y su cantidad relativa puede influir en el coste de preparación de las fibras de vidrio debido a su impacto en las propiedades de fusión y debido a su coste como materia prima, ya que el coste de los óxidos de tierras raras varía sustancialmente. En general, en la misma cantidad de óxido de tierras raras en una composición de vidrio, las propiedades mecánicas y de fusión del vidrio se pueden controlar mediante la selección de una combinación de óxidos de tierras raras con diferentes resistencias de campo, tal como se define mediante z/r^2 , donde z es la carga y r es el radio del catión de tierras raras.

Tal como se ha señalado anteriormente, las composiciones de vidrio de la presente invención y, en particular, las composiciones de vidrio que permiten formar fibras también incluyen otros componentes, incluyendo SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO y otros.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 51-65 por ciento en peso de SiO_2 , el 12,5-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 0-16 por ciento en peso de CaO , el 0-12 por ciento en peso de MgO , el 0-2,5 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 51-65 por ciento en peso de SiO_2 , el 12,5-22 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 0-16 por ciento en peso de CaO , el 0-12 por ciento en peso de MgO , el 0-2,5 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $Na_2O + K_2O + Li_2O$ es mayor del 1 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 51-63 por ciento en peso de SiO_2 , el 14,5-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 0,5-10 por ciento en peso de CaO , el 0-12 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 , el 0-2 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,5 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 ; del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 12 por ciento en peso o menos de CaO ; el 7-17 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-5 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ; el 0-4 por ciento en peso de ZnO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 ,

CeO₂, Sm₂O₃ y Gd₂O₃. El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO₂; el 14-19 por ciento en peso de Al₂O₃; el 5 por ciento en peso o menos de CaO; el 10-16 por ciento en peso de MgO; el 0-1 por ciento en peso de Na₂O; el 0-1 por ciento en peso de K₂O; el 0-2 por ciento en peso de Li₂O; el 0-2 por ciento en peso de TiO₂; el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃; el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃; el 0-4 por ciento en peso de SnO₂; el 0-4 por ciento en peso de ZnO; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, Nd₂O₃, CeO₂, Sm₂O₃ y Gd₂O₃. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO₂; el 14-19 por ciento en peso de Al₂O₃; el 5 por ciento en peso o menos de CaO; el 10-16 por ciento en peso de MgO; el 0-1 por ciento en peso de Na₂O; el 0-1 por ciento en peso de K₂O; el 0,4-2 por ciento en peso de Li₂O; el 0-2 por ciento en peso de TiO₂; el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃; el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃; el 0-4 por ciento en peso de SnO₂; el 0-4 por ciento en peso de ZnO; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de Na₂O + K₂O es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, Nd₂O₃, CeO₂, Sm₂O₃ y Gd₂O₃. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En una divulgación, una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras comprende el 59-62 por ciento en peso de SiO₂; el 14-19 por ciento en peso de Al₂O₃; el 4-8 por ciento en peso de CaO; el 6-11 por ciento en peso de MgO; el 0-1 por ciento en peso de Na₂O; el 0-1 por ciento en peso de K₂O; el 0-2 por ciento en peso de Li₂O; el 0-3 por ciento en peso de TiO₂; el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃; el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃; el 0-2 por ciento en peso de Cu₂O; el 0-3 por ciento en peso de SrO; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de Na₂O + K₂O es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, Nd₂O₃, CeO₂, Sm₂O₃ y Gd₂O₃. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

Se debe entender que cualquier componente de una composición de vidrio descrito como presente en una cantidad entre aproximadamente el 0 por ciento en peso y otro porcentaje en peso no se requiere necesariamente en todas las realizaciones. En otras palabras, tales componentes pueden ser opcionales en algunas realizaciones, dependiendo, por supuesto, de las cantidades de otros componentes incluidos en las composiciones. De manera análoga, en algunas realizaciones, las composiciones de vidrio pueden estar sustancialmente libres de tales componentes, lo que significa que cualquier cantidad del componente presente en la composición de vidrio resultaría de la presencia del componente como impureza de traza en un material de lote.

El SiO₂ está presente en una cantidad entre el 56 y el 68 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de SiO₂ presente en las composiciones de vidrio. En algunas realizaciones, el SiO₂ puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente el 59 y aproximadamente el 62 por ciento en peso y entre aproximadamente el 59 y aproximadamente el 65 por ciento en peso. El SiO₂ puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 60 y el 68 por ciento en peso. Las composiciones de vidrio, en algunas realizaciones, pueden comprender al menos el 60 por ciento en peso de SiO₂.

El Al₂O₃ está presente en una cantidad entre el 11 y menos del 20 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de Al₂O₃ presente en las composiciones de vidrio. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio pueden comprender del 12,5 al 22 por ciento en peso de Al₂O₃. El Al₂O₃ puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 12,5 y aproximadamente el 19 por ciento en peso. El Al₂O₃ puede estar presente, en algunas realizaciones, en una

cantidad entre aproximadamente el 14 y el 19 por ciento en peso. El Al_2O_3 puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente el 14,5 y el 19 por ciento en peso, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el Al_2O_3 puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente el 15 y el 19 por ciento en peso y aproximadamente el 15 y el 18 por ciento en peso.

5 El CaO está presente en una cantidad igual a o menor del 12 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de CaO presente en las composiciones de vidrio. En algunas realizaciones, el CaO puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente el 0,5 y aproximadamente el 10 por ciento en peso. Las composiciones de vidrio de la presente invención, en algunas
10 realizaciones, pueden comprender menos de aproximadamente el 5 por ciento en peso de CaO. Las composiciones de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden comprender entre aproximadamente el 4 y aproximadamente el 8 por ciento en peso de CaO.

15 El MgO está presente en una cantidad entre el 10 y el 16 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de MgO presente en las composiciones de vidrio.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de Na_2O presente en las composiciones de vidrio. El Na_2O puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad de hasta aproximadamente el 1,0 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Na_2O puede estar presente en una
20 cantidad de hasta aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención comprenden menos de aproximadamente el 0,1 por ciento en peso de Na_2O .

El K_2O está presente en una cantidad entre el 0 y el 1 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de K_2O presente en las composiciones de vidrio. En algunas
25 realizaciones, el K_2O puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 1 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el K_2O puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención comprenden menos de aproximadamente el 0,1 por ciento en peso de K_2O . Las composiciones de vidrio de la presente invención comprenden entre el 0 y el 5 por ciento en peso de Li_2O . Algunas realizaciones de la presente invención se pueden
30 caracterizar por la cantidad de Li_2O presente en las composiciones de vidrio. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden comprender entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 2 por ciento en peso de Li_2O . En algunas realizaciones, el Li_2O puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0,4 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. El Li_2O puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y
35 aproximadamente el 1 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Li_2O puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 1 por ciento en peso.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad total del contenido de Na_2O , K_2O y Li_2O . En algunas realizaciones, el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$ en las composiciones de vidrio de la presente invención es mayor del 1 por ciento en peso. El contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$, en algunas realizaciones, es de hasta aproximadamente el 2,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$ es mayor de aproximadamente el 1 por ciento en peso y de hasta aproximadamente el 2,5 por ciento en peso.
40

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad total del contenido de Na_2O y K_2O . En algunas realizaciones, el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ en las composiciones de vidrio de la presente invención es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. El contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, en algunas realizaciones, es de hasta aproximadamente el 0,3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es de hasta aproximadamente el 0,1 por ciento en peso.
45

El B_2O_3 está presente en una cantidad entre el 0 y el 3 por ciento en peso. Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de B_2O_3 presente en las composiciones de vidrio. En algunas realizaciones, el B_2O_3 puede estar presente en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. El B_2O_3 puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 1 por ciento en peso. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden estar sustancialmente libres de B_2O_3 , lo que significa que cualquier B_2O_3 presente en la composición de vidrio resultaría de la presencia de B_2O_3 como impureza de traza en un material de lote. En otras realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden comprender más de aproximadamente el 1 por ciento en peso de B_2O_3 . En algunas realizaciones, el B_2O_3 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 10 por ciento en peso.
50
55
60

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de Fe_2O_3 presente en las composiciones de vidrio. El Fe_2O_3 puede estar presente en una cantidad menor del 1,0 por ciento en peso. El Fe_2O_3 puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Fe_2O_3 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 0,4 por ciento en peso.
65

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de TiO_2 presente en las composiciones de vidrio. El TiO_2 está presente en una cantidad entre el 0 y el 2 por ciento en peso.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de Cu_2O presente en las composiciones de vidrio. El Cu_2O puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 2 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el Cu_2O puede estar presente en una cantidad de hasta el 2 por ciento en peso. El Cu_2O puede estar presente, en algunas realizaciones, entre el 0 y aproximadamente el 1,5 por ciento en peso. El Cu_2O se usó en el lote de vidrio, en vidrio fusionado, en una mezcla de estados de oxidación, los iones Cu^{1+} y Cu^{2+} , que se cree que son estables en el vidrio. Sin desear quedar ligados a ninguna teoría, se cree que los iones Cu^+ monovalentes funcionan de manera similar a los álcalis y los iones Cu^{2+} divalentes funcionan de manera similar al ZnO , lo que mejora, de ese modo, la durabilidad química del vidrio. La oxidación del ion Cu^+ al ion Cu^{2+} sobre la superficie de vidrio o fibra de vidrio proporciona el beneficio de una mayor resistencia del vidrio y/o la fibra de vidrio. Se cree que la resistencia aumentada se proporciona mediante la formación de una capa de pasivación estructural que ralentiza la penetración del agua molecular del entorno circundante en el vidrio y/o las fibras de vidrio.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de SrO presente en las composiciones de vidrio. El SrO puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el SrO puede estar presente en una cantidad de hasta el 3 por ciento en peso. El SrO puede estar presente, en algunas realizaciones, entre el 0 y el 2,5 por ciento en peso. El SrO tiene el efecto de disminuir la viscosidad del vidrio en comparación con el MgO o CaO . Por lo tanto, la adición de SrO , a diferencia del MgO o CaO , dará como resultado una mejora en el módulo elástico del vidrio.

Las composiciones de vidrio de la presente invención comprenden ZnO en una cantidad de hasta el 4 por ciento en peso. El ZnO se puede usar para reemplazar o reducir la cantidad de CaO en algunas realizaciones de las composiciones de vidrio. Se cree que la inclusión de ZnO , en algunas realizaciones, para reemplazar al menos parcialmente el CaO , mejora el módulo sónico y la resistencia a la tracción de las fibras de vidrio de tales composiciones. Además, se cree que el ZnO reduce la actividad del CaO en la masa fusionada de vidrio y, por tanto, se cree que reduce el riesgo de cristalización de la wolastonita ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) y/o la anortita ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3$) en la masa fusionada. Las fibras de vidrio que contienen concentraciones superiores de ZnO también pueden proporcionar una resistencia mejorada a la corrosión por ácidos, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, donde se incluye ZnO , el ZnO puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso y la cantidad de CaO puede estar entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden comprender óxido de estaño. Aunque el óxido de estaño se puede introducir en forma de SnO_2 , la mayor parte del estaño en el vidrio, cuando se fusiona a alta temperatura, se reduce de Sn^{4+} (de SnO_2) a Sn^{2+} (convirtiéndose en SnO). En este sentido, se cree que la inclusión de óxido de estaño no solo mejora el módulo sónico y la resistencia de las fibras de vidrio formadas a partir de las composiciones, sino que también aumenta la calidad del vidrio a través de un mejor afinado del vidrio durante la fusión, durante la que el óxido de estaño libera burbujas de oxígeno a medida que los iones Sn^{4+} en la masa fusionada se reducen a iones Sn^{2+} . Además, la presencia de SnO en el vidrio, en algunas realizaciones, puede permitir el reemplazo al menos parcial de CaO . Además, se cree que la presencia de SnO reduce la actividad del CaO en la masa fusionada de vidrio y, por tanto, se cree que reduce el riesgo de cristalización de la wolastonita ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) y/o la anortita ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3$) en la masa fusionada. En este sentido, el óxido de estaño también se puede añadir en forma de SnO , en algunas realizaciones, sin el posible impacto sobre el afinado. En las realizaciones donde se incluye óxido de estaño, el óxido de estaño puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso. En algunas realizaciones donde se incluye óxido de estaño, el óxido de estaño puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso y la cantidad de CaO puede estar entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de SnO_2 y CeO_2 . Como estos óxidos pueden tener efectos similares sobre la fusión del vidrio y las fibras formadas a partir del mismo, algunas composiciones de vidrio pueden comprender tanto SnO_2 como CeO_2 . En algunas realizaciones, el contenido de $\text{SnO}_2 + \text{CeO}_2$ puede ser de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. El contenido de $\text{SnO}_2 + \text{CeO}_2$, en algunas realizaciones, puede ser de hasta aproximadamente el 6 por ciento en peso. El contenido de $\text{SnO}_2 + \text{CeO}_2$ puede ser de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el SnO_2 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso y el CeO_2 también puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de ZrO_2 presente en las composiciones de vidrio. El ZrO_2 puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el ZrO_2 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 2 por ciento en peso. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden estar sustancialmente libres de ZrO_2 , lo que significa que

cualquier ZrO_2 presente en la composición de vidrio resultaría de la presencia de ZrO_2 como impureza de traza en un material de lote.

5 Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de P_2O_5 presente en las composiciones de vidrio. El P_2O_5 puede estar presente, en algunas realizaciones, en una cantidad entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, El P_2O_5 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 2,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención pueden estar sustancialmente libres de P_2O_5 , lo que significa que cualquier P_2O_5 presente en la composición de vidrio resultaría de la presencia de P_2O_5 como impureza de traza en un material de lote. El P_2O_5 funciona como formador de redes de vidrio y, como el SiO_2 , forma una unidad tetraédrica (PO_4) en el vidrio. En algunas realizaciones, el P_2O_5 se puede usar para reemplazar el SiO_2 para reducir la temperatura en líquido de los vidrios que contienen concentraciones particularmente altas de óxidos de tierras raras.

15 Algunas realizaciones de la presente invención se pueden caracterizar por la cantidad de óxido de niobio (Nb_2O_5) presente en las composiciones de vidrio. El Nb_2O_5 funciona como formador de redes de vidrio, pero forma unidades octaédricas (NbO_6), en oposición al SiO_2 , que, como formador de redes de vidrio, forma unidades tetraédricas (SiO_4). La sustitución de Nb_2O_5 por algún contenido de SiO_2 se cree que reduce la viscosidad de fusión. Con la presencia tanto de NbO_6 como de SiO_4 en los vidrios de aluminosilicato que contienen tierra alcalina o en los vidrios de aluminosilicato que contienen álcali, existen tanto 4 veces (AlO_4) como 6 veces (AlO_6) de aluminio y la presencia de una concentración superior de AlO_6 da como resultado una concentración superior de Nb_2O_5 , que se cree que da como resultado una viscosidad de fusión inferior y un módulo sónico y una resistencia a la tracción superiores en las fibras de vidrio formadas a partir de la composición. En las realizaciones donde se incluye Nb_2O_5 , el Nb_2O_5 puede estar presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

25 El sulfato (expresado como SO_3) también puede estar presente como agente de refinado. También pueden estar presentes pequeñas cantidades de impurezas procedentes de las materias primas o de la contaminación durante los procesos de fusión, tales como SrO , BaO , Cl_2 , P_2O_5 , Cr_2O_3 o NiO (sin limitarse a estas formas químicas particulares). También pueden estar presentes otros agentes de refinado y/o adyuvantes de procesamiento, tales como As_2O_3 , MnO , MnO_2 o Sb_2O_3 (sin limitarse a estas formas químicas particulares). Estas impurezas y agentes de refinado, cuando están presentes, están normalmente presentes, cada uno, en cantidades menores del 0,5 % en peso de la composición de vidrio total.

35 Tal como se ha señalado anteriormente, las composiciones de vidrio, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, permiten formar fibras. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención tienen temperaturas de formación (T_F) deseables para su uso en operaciones comerciales de fabricación de fibra de vidrio. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "temperatura de formación" o T_F significa la temperatura a la que la composición de vidrio tiene una viscosidad de 100 Pa·s (1.000 P) (o "temperatura de log 3"). Las composiciones de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, tienen una temperatura de formación (T_F) que varía de aproximadamente 1.250 °C a aproximadamente 1.415 °C. En otra realización, las composiciones de vidrio de la presente invención tienen una temperatura de formación que varía de aproximadamente 1.250 °C a aproximadamente 1.350 °C. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio tienen una temperatura de formación que varía de aproximadamente 1.250 °C a aproximadamente 1.310 °C.

45 Las composiciones de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, tienen una temperatura en líquido que varía de aproximadamente 1.150 °C a aproximadamente 1.515 °C. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención tienen una temperatura en líquido que varía de aproximadamente 1.130 °C a aproximadamente 1.235 °C. En otra realización, las composiciones de vidrio de la presente invención tienen una temperatura en líquido que varía de aproximadamente 1.190 °C a aproximadamente 1.300 °C. En algunas realizaciones, las composiciones de vidrio de la presente invención tienen una temperatura en líquido que varía de aproximadamente 1.190 °C a aproximadamente 1.260 °C.

55 En algunas realizaciones, la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura en líquido de una composición de vidrio de la presente invención resulta deseable para las operaciones comerciales de fabricación de fibra de vidrio. Por ejemplo, en algunas realizaciones de las composiciones de vidrio, la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura en líquido varía de aproximadamente 35 °C a más de 60 °C. En algunas realizaciones, la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura en líquido de una composición de vidrio de la presente invención es de al menos 50 °C. En otras realizaciones, la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura en líquido de la composición de vidrio de la presente invención varía de aproximadamente 70 °C a aproximadamente 190 °C.

60 Tal como se proporciona en el presente documento, se pueden formar fibras de vidrio a partir de algunas realizaciones de las composiciones de vidrio de la presente invención. Por tanto, las realizaciones de la presente invención pueden comprender fibras de vidrio formadas a partir de cualquiera de las composiciones de vidrio descritas en el presente documento. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio se pueden disponer en un tejido.

65 En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención se pueden proporcionar en otras formas, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, en forma de hebras continuas, hebras picadas (secas o húmedas), hilos,

mechas, materiales preimpregnados, etc. En resumen, se pueden usar diversas realizaciones de las composiciones de vidrio (y cualquier fibra formada a partir de las mismas) en diversas aplicaciones.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hebras de fibra de vidrio. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hilos que comprenden hebras de fibra de vidrio. Algunas realizaciones de hilos de la presente invención son particularmente adecuadas en las aplicaciones de tejido. Además, algunas realizaciones de la presente invención se refieren a tejidos de fibra de vidrio. Algunas realizaciones de tejidos de fibra de vidrio de la presente invención son particularmente adecuadas para su uso en las aplicaciones de refuerzo, especialmente las aplicaciones de refuerzo en las que un módulo alto, una resistencia alta y/o un alargamiento alto resultan importantes. Además, algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos que incorporan hebras de fibra de vidrio, hilos de fibra de vidrio y tejidos de fibra de vidrio, tales como los materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra. Algunos compuestos de la presente invención son particularmente adecuados para su uso en las aplicaciones de refuerzo, especialmente las aplicaciones de refuerzo en las que un módulo alto, una resistencia alta y/o un alargamiento alto resultan importantes, tales como la energía eólica (por ejemplo, las palas de los molinos de viento), las aplicaciones para automóviles, las aplicaciones en materia de seguridad/protección (por ejemplo, el blindaje de balística o los paneles de blindaje), las aplicaciones aeroespaciales o en la aviación (por ejemplo, los suelos interiores de los aviones), los recipientes o tanques de alta presión, las carcasas de misiles y otros. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para automóviles. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos aeroespaciales. Otras realizaciones de la presente solicitud se refieren a materiales compuestos de aviación. Otras realizaciones más de la presente invención se refieren a materiales compuestos adecuados para su uso en las aplicaciones de energía eólica. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales preimpregnados. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para aplicaciones en materia de seguridad/protección, tales como paneles de blindaje. Otras realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para recipientes o tanques de almacenamiento de alta presión. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para carcasas de misiles. Otras realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para su uso en las aplicaciones de aislamiento térmico a alta temperatura. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a placas de circuito impreso, donde los coeficientes de expansión térmica inferiores resultan particularmente deseables, tales como los sustratos para el empaquetado de chips.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hebras de fibra de vidrio. En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:

el 51-65 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 12,5-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 0-16 por ciento en peso de CaO ;
 el 0-12 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-2,5 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ;
 el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 ;
 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes.

En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:

el 51-65 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 12,5-22 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 0-16 por ciento en peso de CaO ;
 el 0-12 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-2,5 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ;

- 5 el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 ;
 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes,

10 en donde el contenido de $Na_2O + K_2O + Li_2O$ es mayor del 1 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

15 En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:

- 20 el 51-63 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 14,5-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 0,5-10 por ciento en peso de CaO ;
 el 0-12 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ;
 25 el 0-3 por ciento en peso de ZrO_2 ;
 el 0-2 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-3 por ciento en peso de P_2O_5 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,5 por ciento en peso; y
 30 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes.

35 En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 y Nd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:

- 40 el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 ;
 del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 12 por ciento en peso o menos de CaO ;
 el 7-17 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ;
 45 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-5 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ;
 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 50 el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ;
 el 0-4 por ciento en peso de ZnO ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes.

55 En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso, en algunas realizaciones. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un
 60 óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

65 En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:

- el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 5 por ciento en peso o menos de CaO ;
 el 10-16 por ciento en peso de MgO ;
 5 el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ;
 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 10 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ;
 el 0-4 por ciento en peso de ZnO ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes.
- 15 En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 15 por ciento en peso. El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.
- 20 En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:
- 25 el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 5 por ciento en peso o menos de CaO ;
 30 el 10-16 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 ;
 35 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 ;
 el 0-4 por ciento en peso de ZnO ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por
 40 ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes,
- en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.
- 45 En algunas divulgaciones, una hebra de fibra de vidrio comprende una pluralidad de fibras de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes:
- 50 el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ;
 el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ;
 el 4-8 por ciento en peso de CaO ;
 55 el 6-11 por ciento en peso de MgO ;
 el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ;
 el 0-1 por ciento en peso de K_2O ;
 el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ;
 el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ;
 60 el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ;
 el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ;
 el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ;
 el 0-3 por ciento en peso de SrO ;
 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por
 65 ciento en peso; y
 el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes,

en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En el presente documento, se desvelan varias otras composiciones de vidrio como parte de la presente invención y otras realizaciones de la presente invención se refieren a hebras de fibra de vidrio formadas a partir de tales composiciones.

En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden presentar propiedades mecánicas y de otro tipo deseables. Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden presentar una o más propiedades mecánicas mejoradas con respecto a las fibras de vidrio formadas a partir de vidrio E. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden proporcionar una o más propiedades mejoradas con respecto a las fibras de vidrio formadas a partir de vidrio R y/o vidrio S. Los ejemplos de propiedades deseables presentadas en algunas realizaciones de fibras de vidrio de la presente invención incluyen, sin limitación, la resistencia a la tracción, el módulo de Young, el coeficiente de expansión térmica, el punto de reblandecimiento, el alargamiento y la constante dieléctrica.

Las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener valores del módulo de Young (E) deseables, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, las fibras formadas a partir de las composiciones de vidrio de la presente invención pueden tener un módulo de Young mayor de aproximadamente 87 GPa. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un módulo de Young mayor de aproximadamente 90 GPa. Las fibras formadas a partir de las composiciones de vidrio de la presente invención pueden tener un módulo de Young mayor de aproximadamente 92 GPa, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un módulo de Young mayor de aproximadamente 93 GPa. Las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un módulo de Young mayor de aproximadamente 95 GPa, en algunas realizaciones. A menos que se indique de otro modo en el presente documento, los valores del módulo de Young analizados en el presente documento se determinan usando el procedimiento expuesto en el apartado de Ejemplos más adelante.

Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener resistencias a la tracción deseables. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener una resistencia a la tracción mayor de 4.000 MPa. Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener una resistencia a la tracción mayor de 4.500 MPa. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener una resistencia a la tracción mayor de aproximadamente 5.000 MPa. Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener una resistencia a la tracción mayor de aproximadamente 5.500 MPa o mayor de aproximadamente 5.700 MPa. A menos que se indique de otro modo en el presente documento, los valores de la resistencia a la tracción se determinan usando el procedimiento expuesto en el apartado de Ejemplos.

Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener valores de alargamiento deseables. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un alargamiento de al menos el 5,0 %. Las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un alargamiento de al menos el 5,5 %, en algunas realizaciones. Las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un alargamiento de al menos el 6,0 %, en otras realizaciones. A menos que se indique de otro modo en el presente documento, los valores del alargamiento se determinan usando el procedimiento expuesto en el apartado de Ejemplos.

Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener coeficientes de expansión térmica deseables. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un coeficiente de expansión térmica menor de aproximadamente 4,5 ppm/°C. Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener un coeficiente de expansión térmica menor de aproximadamente 3,1 ppm/°C. A menos que se indique de otro modo, los coeficientes de expansión térmica se determinan usando el procedimiento expuesto en el apartado de Ejemplos.

Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener puntos de reblandecimiento deseables. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un punto de reblandecimiento de al menos aproximadamente 900 °C. Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener un punto de reblandecimiento de al menos aproximadamente 950 °C. A menos que se indique de otro modo, los valores del punto de reblandecimiento se determinan usando el procedimiento expuesto en el apartado de Ejemplos.

Las fibras de vidrio de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden tener valores de la constante dieléctrica (D_k) deseables para su uso en las aplicaciones de electrónica. En algunas realizaciones, las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un valor de la constante dieléctrica (D_k) de menos de aproximadamente

6,0 a una frecuencia de 1 MHz. A menos que se indique de otro modo en el presente documento, la constante dieléctrica (D_k) se determina de 1 MHz a 1 GHz mediante el método de ensayo de la ASTM D150 ("Métodos de ensayo convencionales para la determinación de las características de pérdida en A-C y la permitividad (constante dieléctrica) de materiales aislantes eléctricos sólidos").

Las hebras de fibra de vidrio pueden comprender fibras de vidrio de diversos diámetros, dependiendo de la aplicación deseada. En algunas realizaciones, una hebra de fibra de vidrio de la presente invención comprende al menos una fibra de vidrio que tiene un diámetro entre aproximadamente 5 y aproximadamente 18 μm . En otras realizaciones, la al menos una fibra de vidrio tiene un diámetro entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 μm .

En algunas realizaciones, las hebras de fibra de vidrio de la presente invención se pueden formar hasta dar mechas. Las mechas pueden comprender mechas ensambladas, de múltiples extremos o de un extremo individual de estirado directo. Las mechas que comprenden hebras de fibra de vidrio de la presente invención pueden comprender mechas de un extremo individual de estirado directo que tienen diversos diámetros y densidades, dependiendo de la aplicación deseada. En algunas realizaciones, una mecha que comprende las hebras de fibra de vidrio de la presente invención presenta una densidad de hasta aproximadamente 225 m/kg (112 yardas/libra).

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a hilos que comprenden al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento. En algunas divulgaciones, un hilo comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de K_2O , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un hilo, en algunas divulgaciones, comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un hilo comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un hilo de la presente invención puede comprender al menos una hebra de fibra de vidrio que comprenda una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención. En algunas divulgaciones, un hilo comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

En algunas realizaciones, un hilo de la presente invención comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, en donde la al menos una hebra de fibra de vidrio se recubre al menos parcialmente con una composición de apresto. En algunas realizaciones, la composición de apresto es compatible con una resina polimérica termoendurecible. En otras realizaciones, la composición de apresto puede comprender una composición de apresto de almidón-aceite.

Los hilos pueden tener diversas densidades lineales de masa, dependiendo de la aplicación deseada. En algunas realizaciones, un hilo de la presente invención tiene una densidad lineal de masa de aproximadamente 10.079 m/kg (5.000 yardas/libra) a aproximadamente 20.159 m/kg (10.000 yardas/libra).

Los hilos pueden tener diversos niveles de torsión y direcciones, dependiendo de la aplicación deseada. En algunas realizaciones, un hilo de la presente invención tiene una torsión en la dirección z de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2 vueltas cada 2,54 cm (cada pulgada). En otras realizaciones, un hilo de la presente invención

tiene una torsión en la dirección z de aproximadamente 0,7 vueltas cada 2,54 cm (cada pulgada).

Los hilos se pueden preparar a partir de una o más hebras que se tuercen en conjunto y/o doblan, dependiendo de la aplicación deseada. Los hilos se pueden preparar a partir de una o más hebras que se tuercen en conjunto, pero no se doblan; tales hilos se conocen como "sencillos". Los hilos de la presente invención se pueden preparar a partir de una o más hebras que se tuercen en conjunto, pero no se doblan. En algunas realizaciones, los hilos de la presente invención comprenden 1-4 hebras torcidas en conjunto. En otras realizaciones, los hilos de la presente invención comprenden 1 hebra torcida.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a tejidos que comprenden al menos una hebra de fibra de vidrio. En algunas divulgaciones, un tejido comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un tejido, en algunas divulgaciones, comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un tejido comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un tejido comprende al menos una hebra de fibra de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 4-8 por ciento en peso de CaO , el 6-11 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O , el 0-3 por ciento en peso de SrO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un tejido de la presente invención puede comprender al menos una hebra de fibra de vidrio que comprenda una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención. En algunas realizaciones, un tejido de la presente invención comprende un hilo, tal como se desvela en el presente documento. Los tejidos de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden comprender al menos un hilo de relleno que comprenda al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento. Los tejidos de la presente invención, en algunas realizaciones, pueden comprender al menos un hilo de urdimbre que comprenda al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento. En algunas realizaciones, un tejido de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un tejido, el tejido de fibra de vidrio es un tejido tejido de acuerdo con el estilo de tejido industrial n.º 7781. En otras realizaciones, el tejido comprende un tejido de ligamento tafetán, un tejido de sarga, un tejido de sarga interrumpida, un tejido de ligamento raso, un tejido de unión por cosido (también conocido como tejido no rizado) o un tejido "tridimensional".

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos. En algunas divulgaciones, un material compuesto comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el

0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto, en algunas realizaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. Un material compuesto, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 4-8 por ciento en peso de CaO , el 6-11 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O , el 0-3 por ciento en peso de SrO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto, la resina polimérica comprende una resina epoxídica. En otras realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto, la resina polimérica puede comprender resinas de polietileno, polipropileno, poliamida, poliimida, tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, polidiciclopentadieno, sulfuro de polifenileno, poliéter éter cetona, ésteres de cianato, bis-maleimidas y poliuretano termoendurecible.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos aeroespaciales. En algunas realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención presenta propiedades deseables para su uso en las aplicaciones aeroespaciales, tales como una resistencia alta, un alargamiento alto, un módulo alto y/o una densidad baja.

En algunas realizaciones, un material compuesto aeroespacial comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en

una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto aeroespacial, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto aeroespacial comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto aeroespacial comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 4-8 por ciento en peso de CaO , el 6-11 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O , el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto aeroespacial de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto aeroespacial de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos aeroespaciales de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto aeroespacial, la resina polimérica comprende una resina epoxídica. En otras realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto aeroespacial, la resina polimérica puede comprender resinas de polietileno, polipropileno, poliamida, poliimida, tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, polidiciclopentadieno, sulfuro de polifenileno, poliéter éter cetona, ésteres de cianato, bis-maleimidas y poliuretano termoendurecible. Los ejemplos de piezas en las que se podrían usar los materiales compuestos aeroespaciales de la presente invención pueden incluir, pero sin limitación, paneles de suelo, compartimentos superiores, galeras, respaldos de asiento y otros compartimentos internos que sean potencialmente propensos al impacto, así como componentes externos, tales como las palas del rotor del helicóptero.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos de aviación. En algunas realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención presenta propiedades deseables para su uso en las aplicaciones de aviación, tales como una resistencia alta, un alargamiento alto, un módulo alto, una densidad inferior, una resistencia específica alta y/o un módulo específico alto. El alargamiento alto de algunos materiales compuestos de aviación de la presente invención puede hacer que tales materiales compuestos sean especialmente deseables para su uso en las aplicaciones de aviación en las que es importante una resistencia al

impacto alta, tales como las aplicaciones interiores de las aeronaves. En algunas realizaciones, los materiales compuestos de aviación de la presente invención pueden demostrar un rendimiento de impacto aumentado en comparación con los materiales compuestos formados a partir de tejidos de vidrio E. Los materiales compuestos de aviación de la presente invención pueden ser adecuados para su uso en los interiores de las aeronaves (incluyendo, entre otras cosas, compartimentos de almacenamiento de equipaje, asientos y suelos). En algunas divulgaciones, un material compuesto de aviación comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto de aviación, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto de aviación comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto de aviación comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto de aviación de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de aviación de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos de aviación de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto de aviación, la resina polimérica comprende una resina fenólica. En otras realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto de aviación, la resina polimérica puede comprender resinas epoxídicas, de polietileno, polipropileno, poliamida, poliimida, tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, polidiciclopentadieno, sulfuro de

polifenileno, poliéter éter cetona, ésteres de cianato, bis-maleimidas y poliuretano termoendurecible. Los ejemplos de piezas en las que se podrían usar los materiales compuestos de aviación de la presente invención pueden incluir, pero sin limitación, paneles de suelo, compartimentos superiores, galeras, respaldos de asiento y otros compartimentos internos que sean potencialmente propensos al impacto, así como componentes externos, tales como las palas del rotor del helicóptero.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para automóviles. En algunas realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención presenta propiedades deseables para su uso en las aplicaciones para automóviles, tales como una resistencia alta, un alargamiento alto y una densidad de fibra baja. La combinación de una resistencia alta y un alargamiento alto (o fallo a tensión) de algunos materiales compuestos de la presente invención puede hacer que tales materiales compuestos sean especialmente deseables para su uso en las aplicaciones para automóviles en las que es importante una resistencia al impacto alta, tales como los componentes estructurales de automóviles, las carrocerías y los parachoques. En algunas realizaciones, los materiales compuestos para automóviles de la presente invención pueden demostrar un rendimiento de impacto aumentado en comparación con los materiales compuestos formados a partir de tejidos de vidrio E, tejidos de vidrio R y/o tejidos de vidrio S. En algunas divulgaciones, un material compuesto para automóviles comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto para automóviles, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto para automóviles comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto para automóviles comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto para automóviles de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un

tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para automóviles de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos para automóviles de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto para automóviles, la resina polimérica puede comprender una resina termoplástica o una resina termoendurecible. Los ejemplos de resinas termoplásticas comunes que se usan en los materiales compuestos para automóviles incluyen, sin limitación, resinas de polipropileno, poliamida, poliamida de alta temperatura, poliéster y de otros tipos termoplásticas conocidas por aquellos expertos en la materia. Los ejemplos de resinas termoendurecibles comunes que se usan en los materiales compuestos para automóviles incluyen, sin limitación, resinas epoxídicas, fenólicas, de poliéster y de otros tipos termoendurecibles conocidas por aquellos expertos en la materia. Los ejemplos de piezas en las que se podrían usar los materiales compuestos para automóviles de la presente invención pueden incluir, pero sin limitación, componentes estructurales de automóviles, carrocerías y parachoques.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos que se pueden usar en las aplicaciones de energía eólica. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica presenta propiedades deseables para su uso en las aplicaciones de energía eólica, tales como un módulo alto, un alargamiento alto, una densidad de fibra baja y/o un módulo específico alto. Los materiales compuestos de la presente invención pueden ser adecuados para su uso en las palas de turbinas eólicas, particularmente las palas de turbinas eólicas largas que son más ligeras, pero también fuertes en comparación con otras palas de turbinas eólicas largas.

En algunas divulgaciones, un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 4-8 por ciento en peso de CaO , el 6-11 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O , el 0-3 por ciento en peso de SrO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina

polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos de la presente invención adecuados para su uso en las aplicaciones de energía eólica pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica, la resina polimérica comprende una resina epoxídica. En otras realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto adecuado para su uso en las aplicaciones de energía eólica, la resina polimérica puede comprender resinas de poliéster, ésteres de vinilo, poliuretanos termoendurecibles o resinas de polidiciclopentadieno.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención presenta propiedades deseables para su uso en tales aplicaciones, tales como una resistencia alta, un alargamiento alto, una densidad baja y/o una resistencia específica alta.

En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En

algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto para su uso en recipientes y/o tanques de alta presión, la resina polimérica puede comprender una resina termoendurecible. Los ejemplos de resinas termoendurecibles comunes que se usan en recipientes y/o tanques de alta presión incluyen, sin limitación, resinas epoxídicas, fenólicas, de poliéster, de éster de vinilo y de otros tipos termoendurecibles conocidas por aquellos expertos en la materia.

En algunas realizaciones, los materiales compuestos de la presente invención pueden ser útiles en las aplicaciones de seguridad y/o protección. Por ejemplo, los materiales compuestos de la presente invención, en algunas realizaciones, son adecuados para su uso en las aplicaciones de esfuerzo mecánico alto, incluyendo, pero sin limitación, las aplicaciones de impacto de energía alto. Las fibras de vidrio útiles en algunas realizaciones de la presente invención pueden presentar propiedades especialmente deseables en las aplicaciones de impacto de energía alto, tales como las aplicaciones de resistencia balística o a las explosiones. En comparación con las fibras de vidrio que comprenden vidrio E, las fibras de vidrio útiles en algunas realizaciones de la presente invención pueden presentar una constante dieléctrica baja, una pérdida dieléctrica baja, una temperatura de transición vítrea alta y/o una expansión térmica baja.

En algunas realizaciones, los materiales compuestos de la presente invención pueden ser adecuados para su uso en las aplicaciones de blindaje. Por ejemplo, algunas realizaciones de los materiales compuestos se pueden usar en la producción de paneles de blindaje. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP (en inglés "proyector de simulación de fragmentos") de calibre 0,30 (por ejemplo, de al menos aproximadamente 274 m/s (900 pies por segundo (en inglés "fps")) a una densidad de área de panel de aproximadamente $9,76 \text{ kg/m}^2$ (2 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 5-6 mm) cuando se mide mediante la norma del método de ensayo del departamento de defensa estadounidense para el ensayo de balística para la determinación de la V50 para el blindaje, MIL-STD-662F, de diciembre de 1997 (en lo sucesivo en el presente documento "MIL-STD-662F"). En este contexto, la expresión "material compuesto" se refiere genéricamente a un material que comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, mientras que el término "panel" se refiere a un material compuesto que tiene una forma o unas dimensiones físicas similares a una lámina. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,50 (por ejemplo, de al menos aproximadamente 365 m/s (1.200 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente $23,4 - 23,9 \text{ kg/m}^2$ (4,8 - 4,9 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 13 - 13,5 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. Como los valores de la V50 pueden depender de la densidad de área de panel y el espesor de panel, los materiales compuestos de la presente invención pueden tener diferentes valores de la V50, dependiendo de la manera en la que se construya el panel. Una ventaja de algunas realizaciones de la presente invención es la provisión de materiales compuestos que tienen valores de la V50 superiores a los materiales compuestos contruidos de manera similar ensamblados usando fibras de vidrio E.

En algunas divulgaciones, un material compuesto comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una

composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el material compuesto se adapta para su uso en las aplicaciones resistencia a las explosiones o de balística. Un material compuesto, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una

composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes y en donde el compuesto se adapta para su uso en las aplicaciones de resistencia a las explosiones o de balística. En algunas divulgaciones, un material compuesto comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso, en donde el material compuesto se adapta para su uso en las aplicaciones resistencia a las explosiones o de balística. Un material compuesto, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 4-8 por ciento en peso de CaO , el 6-11 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O , el 0-3 por ciento en peso de SrO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso y en donde el material compuesto se adapta para su uso en las aplicaciones de resistencia a las explosiones o de balística. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención adaptado para su uso en las aplicaciones de resistencia a las explosiones o de balística puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a paneles, tales como paneles de blindaje, que comprenden materiales compuestos de la presente invención. En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,30 (por ejemplo, de al menos aproximadamente 274 m/s (900 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 9,76 kg/m² (2 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 5-6 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En otras realizaciones, un material compuesto de la presente invención se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,30 (por ejemplo, de al menos aproximadamente 304 m/s (1.000 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 9,76 kg/m² (2 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 5-6 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En otras realizaciones más de la presente invención, un material compuesto se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,30 (por ejemplo, de al menos aproximadamente 335 m/s (1.100 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 9,76 kg/m² (2 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 5-6 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En algunas realizaciones de la presente invención, un material compuesto se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,30 (por ejemplo, de aproximadamente 274 m/s (900 fps) a aproximadamente 347 m/s (1.140 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 9,76 kg/m² (2 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 5-6 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F.

En algunas realizaciones, un material compuesto de la presente invención se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,50 (por ejemplo, de al

menos aproximadamente 365 m/s (1.200 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 23,4 - 23,9 kg/m² (4,8 - 4,9 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 13 - 13,5 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En otras realizaciones de la presente invención, un material compuesto se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,50 (de al menos aproximadamente 396 m/s (1.300 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 23,4 - 23,9 kg/m² (4,8 - 4,9 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 13 - 13,5 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En otras realizaciones más de la presente invención, un material compuesto se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,50 (de al menos aproximadamente 426 m/s (1.400 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 23,4 - 23,9 kg/m² (4,8 - 4,9 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 13 - 13,5 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F. En algunas realizaciones de la presente invención, un material compuesto se puede formar hasta dar un panel, en donde se espera que el panel presente valores deseables de la V50 de FSP de calibre 0,50 (por ejemplo, de aproximadamente 365 m/s (1.200 fps) a aproximadamente 438 m/s (1.440 fps) a una densidad de área de panel de aproximadamente 23,4 - 23,9 kg/m² (4,8 - 4,9 libras/pie²) y un espesor de panel de aproximadamente 13 - 13,5 mm) cuando se mide mediante la MIL-STD-662F.

Los materiales compuestos de la presente invención adaptados para su uso en la resistencia a las explosiones o de balística pueden comprender diversas resinas poliméricas. En algunas realizaciones de la presente invención, un material compuesto comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, el material compuesto se puede formar hasta dar un panel, tal como un panel de blindaje para la resistencia balística o a las explosiones, y la resina polimérica comprende una resina epoxídica. Un material compuesto de la presente invención, en algunas realizaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, el material compuesto se puede formar hasta dar un panel, tal como un panel de blindaje para la resistencia balística o a las explosiones, y la resina polimérica comprende una resina de polidiciclopentadieno. En algunas realizaciones de la presente invención, la resina polimérica puede comprender resinas de polietileno, polipropileno, poliamidas (incluyendo nailon), tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, poliuretano termoendurecible, ésteres de cianato o bis-maleimida.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales compuestos para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención presenta propiedades deseables para su uso en tales aplicaciones, tales como un módulo alto, una resistencia alta, un alargamiento alto, un coeficiente de expansión térmica bajo, una temperatura de reblandecimiento vítreo alta y/o una temperatura de transición vítreo alta.

En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO₂, del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al₂O₃, el 12 por ciento en peso o menos de CaO, el 7-17 por ciento en peso de MgO, el 0-1 por ciento en peso de Na₂O, el 0-1 por ciento en peso de K₂O, el 0-5 por ciento en peso de Li₂O, el 0-2 por ciento en peso de TiO₂, el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃, el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃, el 0-4 por ciento en peso de SnO₂, el 0-4 por ciento en peso de ZnO, al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO₂, el 14-19 por ciento en peso de Al₂O₃, el 5 por ciento en peso o menos de CaO, el 10-16 por ciento en peso de MgO, el 0-1 por ciento en peso de Na₂O, el 0-1 por ciento en peso de K₂O, el 0-2 por ciento en peso de Li₂O, el 0-2 por ciento en peso de TiO₂, el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃, el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃, el 0-4 por ciento en peso de SnO₂, el 0-4 por ciento en peso de ZnO, al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO₂, el 14-19 por ciento en peso de Al₂O₃, el 5 por ciento en peso o menos de CaO, el 10-16 por ciento en peso de MgO, el 0-1 por ciento en peso de Na₂O, el 0-1 por ciento en peso de K₂O, el 0,4-2 por ciento en peso de Li₂O, el 0-2 por ciento en peso de TiO₂, el 0-3 por ciento en peso de B₂O₃, el 0-1 por ciento en peso de Fe₂O₃, el 0-4 por ciento en peso de SnO₂, el 0-4 por ciento en peso de ZnO, al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de Na₂O + K₂O es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos comprende una resina

polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio dispuesta en la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, dispuesto en la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales compuestos para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material compuesto para su uso en carcasas para misiles y otros dispositivos de suministro de explosivos, la resina polimérica puede comprender una resina termoendurecible. Los ejemplos de resinas termoendurecibles comunes que se pueden usar en tales aplicaciones incluyen, sin limitación, resinas epoxídicas, fenólicas, de poliéster y de otros tipos termoendurecibles conocidas por aquellos expertos en la materia.

Aunque en el presente documento se describen varios usos y aplicaciones de ejemplo de los materiales compuestos de la presente invención, las personas expertas en la materia pueden identificar otros usos posibles de tales materiales compuestos, incluyendo, por ejemplo, otras aplicaciones en la industria del petróleo y el gas, otras aplicaciones relacionadas con el transporte y las infraestructuras, otras aplicaciones en energías alternativas, otras aplicaciones de aislamiento térmico a alta temperatura (es decir, protección térmica) (debido a una resistencia superior, un módulo superior, una temperatura de reblandecimiento superior y una temperatura de transición vítrea superior), etc.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a materiales preimpregnados. Los materiales preimpregnados de la presente invención pueden comprender una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento. En algunas divulgaciones, un material preimpregnado comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 56-68 por ciento en peso de SiO_2 , del 11 a menos del 20 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 12 por ciento en peso o menos de CaO , el 7-17 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-5 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. Un material preimpregnado, en algunas divulgaciones, comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras

raras en una cantidad no menor del 1 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes. En algunas divulgaciones, un material preimpregnado comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 60-68 por ciento en peso de SiO_2 , el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 , el 5 por ciento en peso o menos de CaO , el 10-16 por ciento en peso de MgO , el 0-1 por ciento en peso de Na_2O , el 0-1 por ciento en peso de K_2O , el 0,4-2 por ciento en peso de Li_2O , el 0-2 por ciento en peso de TiO_2 , el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 , el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 , el 0-4 por ciento en peso de SnO_2 , el 0-4 por ciento en peso de ZnO , al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 8 por ciento en peso y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas divulgaciones, un material preimpregnado comprende una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio comprende una composición de vidrio que comprende los siguientes componentes: el 59-62 por ciento en peso de SiO_2 ; el 14-19 por ciento en peso de Al_2O_3 ; el 4-8 por ciento en peso de CaO ; el 6-11 por ciento en peso de MgO ; el 0-1 por ciento en peso de Na_2O ; el 0-1 por ciento en peso de K_2O ; el 0-2 por ciento en peso de Li_2O ; el 0-3 por ciento en peso de TiO_2 ; el 0-3 por ciento en peso de B_2O_3 ; el 0-1 por ciento en peso de Fe_2O_3 ; el 0-2 por ciento en peso de Cu_2O ; el 0-3 por ciento en peso de SrO ; al menos un óxido de tierras raras en una cantidad entre aproximadamente el 2 y aproximadamente el 6 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes, en donde el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La_2O_3 , Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , CeO_2 , Sm_2O_3 y Gd_2O_3 . El al menos un óxido de tierras raras, en algunas realizaciones, está presente en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso. En otras realizaciones, un material preimpregnado de la presente invención puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de una de las otras composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención.

En algunas realizaciones, un material preimpregnado de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, en contacto con la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material preimpregnado de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos una parte de una mecha que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, dispuesta en la resina polimérica. En otras realizaciones, un material preimpregnado de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un hilo, tal como se desvela en el presente documento, en contacto con la resina polimérica. En otras realizaciones más, un material preimpregnado de la presente invención comprende una resina polimérica y al menos un tejido, tal como se desvela en el presente documento, en contacto con la resina polimérica. En algunas realizaciones, un material preimpregnado de la presente invención comprende al menos un hilo de relleno que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento, y al menos un hilo de urdimbre que comprende al menos una hebra de fibra de vidrio, tal como se desvela en el presente documento.

Los materiales preimpregnados de la presente invención pueden comprender diversas resinas poliméricas, dependiendo de las propiedades y aplicaciones deseadas. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden un material preimpregnado, la resina polimérica comprende una resina epoxídica. En otras realizaciones de la presente invención que comprenden un material preimpregnado, la resina polimérica puede comprender resinas de polietileno, polipropileno, poliamida, poliimida, tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretano termoplástico, fenólicas, de poliéster, éster de vinilo, polidiciclopentadieno, sulfuro de polifenileno, poliéter éter cetona, ésteres de cianato, bis-maleimidas y poliuretano termoendurecible.

Aunque muchas de las aplicaciones de las fibras de vidrio descritas en el presente documento son aplicaciones de refuerzo, algunas realizaciones de las fibras de vidrio de la presente invención se pueden utilizar en las aplicaciones de electrónica, tales como las placas de circuito impreso ("PCB" en inglés). Más particularmente, algunas realizaciones de la presente invención se refieren a refuerzos de fibra de vidrio que tienen propiedades eléctricas que permiten potenciar el rendimiento de una PCB. Por ejemplo, algunas realizaciones de las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener una constante dieléctrica (D_k) deseable en las aplicaciones de electrónica. La constante dieléctrica de un material (D_k), también conocida como "permitividad", es una medida de la capacidad de un material para almacenar energía eléctrica. Un material a usar como condensador tiene, deseablemente, una D_k relativamente alta, mientras que un material a usar como parte de un sustrato de PCB tiene, deseablemente, una D_k baja, particularmente en los circuitos de alta velocidad. La D_k es la relación de la carga que se almacenaría (es decir, la capacidad eléctrica) de un material dado entre dos placas de metal respecto a la cantidad de carga que se almacenaría en un hueco (aire o vacío) entre las mismas dos placas de metal. Como otro ejemplo, algunas realizaciones de las fibras de vidrio de la presente invención pueden tener un coeficiente de expansión térmica deseable en las aplicaciones de electrónica. Por consiguiente, algunas realizaciones de la presente invención se pueden usar en diversas aplicaciones eléctricas, incluyendo, sin limitación, placas de circuito impreso, precursores de placas de circuito impreso (por ejemplo, tejidos, laminados, materiales preimpregnados, etc.). En tales realizaciones, la placa de circuito impreso u otro material compuesto a usar en las aplicaciones eléctricas puede comprender una resina polimérica y una pluralidad de fibras de vidrio en contacto con la resina polimérica, en donde

al menos una de la pluralidad de fibras de vidrio se formó a partir de cualquiera de las composiciones de vidrio desveladas en el presente documento como parte de la presente invención. La resina polimérica puede incluir cualquiera de aquellas conocidas por aquellos expertos en la materia para su uso en las placas de circuito impreso u otras aplicaciones eléctricas.

5 A continuación, en cuanto a los métodos de fabricación de las fibras de vidrio de la presente invención y los productos relacionados, las fibras de vidrio de la presente invención se pueden preparar de la manera convencional bien conocida en la técnica, mediante la combinación de las materias primas usadas para suministrar los óxidos específicos que forman la composición de las fibras. Las fibras de vidrio de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención se pueden formar usando cualquier proceso conocido en la técnica para la formación de fibras de vidrio y, más deseablemente, cualquier proceso conocido en la técnica para la formación de fibras de vidrio esencialmente continuas. Por ejemplo, aunque sin limitación, en el presente documento, las fibras de vidrio de acuerdo con las realizaciones no limitantes de la presente invención se pueden formar usando métodos de formación de fibras por fusión directa o por fusión indirecta. Estos métodos son bien conocidos en la técnica y no se cree que sea necesario un análisis adicional de los mismos en vista de la presente divulgación. Véase, *por ejemplo*, K. L. Loewenstein, *The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers*, 3ª ed., Elsevier, N.Y., 1993, en las páginas 47-48 y 117-234.

20 Después de la formación de las fibras de vidrio, se puede aplicar una composición de apresto primario a las fibras de vidrio usando cualquier método adecuado conocido por un experto habitual en la materia. En algunas realizaciones, la composición de apresto se puede aplicar inmediatamente después de la formación de las fibras de vidrio. En general, las fibras de vidrio usadas para formar hebras de fibra de vidrio, tejidos, materiales compuestos, laminados y materiales preimpregnados de la presente invención se recubrirán al menos parcialmente con una composición de apresto. Un experto en la materia puede elegir una de las muchas composiciones de apresto disponibles en el mercado para las fibras de vidrio basándose en varios factores, incluyendo, por ejemplo, las propiedades de rendimiento de las composiciones de apresto, la flexibilidad deseada del tejido resultante, el coste y otros factores. En algunas realizaciones, la composición de apresto no comprende una composición de apresto de almidón-aceite. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden una composición de apresto que no comprende una composición de apresto de almidón-aceite, una fibra de vidrio o hebra de fibra de vidrio aprestada no necesita someterse a tratamiento adicionalmente con una composición de encolado antes de usar la fibra o hebra en las aplicaciones de tejido. En otras realizaciones que comprenden una composición de apresto que no comprende una composición de apresto de almidón-aceite, una fibra de vidrio o hebra de fibra de vidrio aprestada se puede someter a tratamiento adicionalmente con una composición de encolado antes de usar la fibra o hebra en las aplicaciones de tejido. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden una composición de apresto primario, la composición de apresto puede comprender una composición de apresto de almidón-aceite. En algunas realizaciones de la presente invención que comprenden una composición de apresto de almidón-aceite, la composición de apresto de almidón-aceite se puede retirar posteriormente de un tejido formado a partir de al menos una fibra de vidrio o hebra de fibra de vidrio aprestada. En algunas realizaciones, el apresto de almidón-aceite se puede retirar de un tejido usando cualquier método adecuado conocido por un experto habitual en la materia, tal como, pero sin limitación, la limpieza por calor. En realizaciones de la presente invención que comprenden tejidos de los que se ha retirado una composición de apresto de almidón-aceite, un tejido de la presente invención se puede someter a tratamiento adicionalmente con un recubrimiento de acabado.

45 Los ejemplos no limitantes de composiciones de apresto disponibles en el mercado que se pueden usar en algunas realizaciones de la presente invención incluyen las composiciones de apresto usadas a menudo en las mechas de un extremo individual, tales como Hybon® 2026, Hybon® 2002, Hybon® 1383, Hybon® 2006, Hybon® 2022, Hybon® 2032, Hybon® 2016 e Hybon® 1062, así como las composiciones de apresto usadas a menudo en los hilos, tales como 1383, 611, 900, 610, 695 y 690, refiriéndose cada una de las mismas a composiciones de apresto para productos disponibles en el mercado a través de PPG Industries, Inc.

50 Las hebras de fibra de vidrio de la presente invención se pueden preparar mediante cualquier método adecuado conocido por un experto habitual en la materia. Los tejidos de fibra de vidrio de la presente invención, generalmente, se pueden preparar mediante cualquier método adecuado conocido por un experto habitual en la materia, tal como, pero sin limitación, el entretejido de hilos de trama (también denominados "hilos de relleno") en una pluralidad de hilos de urdimbre. Tal entretejido se puede lograr mediante el posicionamiento de los hilos de urdimbre en una matriz generalmente paralela y plana sobre un telar y, después de eso, el tejido de los hilos de trama en los hilos de urdimbre mediante el paso de los hilos de trama por encima y por debajo de los hilos de urdimbre en un patrón repetitivo predeterminado. El patrón usado depende del estilo de tejido deseado.

60 Los hilos de urdimbre generalmente se pueden preparar usando técnicas conocidas por aquellos expertos en la materia. Los hilos de urdimbre se pueden formar mediante la atenuación de una pluralidad de corrientes de vidrio fusionado a partir de un casquillo o hilador. Después de eso, se puede aplicar una composición de apresto a las fibras de vidrio individuales y las fibras se pueden agrupar para formar una hebra. Las hebras se pueden procesar posteriormente hasta dar hilos mediante la transferencia de las hebras a una bobina a través de un bastidor de torsión. Durante esta transferencia, se puede dar una torsión a las hebras para ayudar a mantener unido el haz de fibras. Estas hebras torcidas se pueden enrollar, a continuación, alrededor de la bobina y las bobinas se pueden usar

en los procesos de tejido.

El posicionamiento de los hilos de urdimbre en el telar, generalmente, se puede realizar usando técnicas conocidas por aquellos expertos habituales en la materia. El posicionamiento de los hilos de urdimbre en el telar se puede realizar por medio de un plegador de telar. Un plegador de telar comprende una cantidad especificada de hilos de urdimbre (también denominados "extremos") enrollados en una disposición esencialmente paralela (también denominada "lámina de urdimbre") alrededor de un núcleo cilíndrico. La preparación del plegador de telar puede comprender combinar múltiples paquetes de hilos, comprendiendo cada paquete una fracción de la cantidad de extremos requeridos para el plegador de telar, hasta dar un paquete o plegador de telar individual. Por ejemplo y aunque sin limitación, en el presente documento, un tejido de estilo 7781 de 127 cm de ancho (50 pulgadas), que utiliza una entrada de hilos DE75, requiere normalmente 2.868 extremos. Sin embargo, el equipo convencional para la formación de un plegador de telar no permite que todos estos extremos se transfieran de las bobinas a un plegador individual en una operación. Por lo tanto, múltiples plegadores que comprenden una fracción de la cantidad de extremos requeridos, normalmente denominados "plegadores de sección", se pueden producir y, después de eso, combinar para formar el plegador de telar. De manera similar a un plegador de telar, un plegador de sección puede incluir un núcleo cilíndrico que comprenda una pluralidad de hilos de urdimbre esencialmente paralelos enrollados alrededor del mismo. Aunque un experto en la materia reconocerá que el plegador de sección puede comprender cualquier cantidad de hilos de urdimbre requeridos para formar el plegador de telar final, generalmente, la cantidad de extremos contenidos en un plegador de sección está limitada por la capacidad de la fileta de urdimbre. En un tejido de estilo 7781, normalmente, se proporcionan cuatro plegadores de sección de 717 extremos cada uno de hilos DE75 y, cuando se combinan, ofrecen los 2.868 extremos requeridos para la lámina de urdimbre, tal como se ha analizado anteriormente.

Los materiales compuestos de la presente invención se pueden preparar mediante cualquier método adecuado conocido por un experto habitual en la materia, tal como, pero sin limitación, el moldeo por infusión de resina asistida por vacío, el prensado por extrusión, el moldeo por compresión, el moldeo por transferencia de resina, el bobinado de filamentos, el curado en autoclave/por material preimpregnado y la extrusión por estirado. Los materiales compuestos de la presente invención se pueden preparar usando técnicas de moldeo, tales como las conocidas por aquellos expertos habituales en la materia. En particular, las realizaciones de materiales compuestos de la presente invención que incorporan tejidos de fibra de vidrio tejidos se pueden preparar usando técnicas conocidas por aquellos expertos en la materia para la preparación de tales materiales compuestos.

Como ejemplo, algunos materiales compuestos de la presente invención se pueden preparar usando un moldeo por compresión asistido por vacío, técnica que es bien conocida por aquellos expertos en la materia y se describe brevemente más adelante. Tal como saben aquellos expertos en la materia, con el moldeo por compresión asistido por vacío, se coloca una pila de tejidos de vidrio preimpregnados dentro de una platina de prensa. En algunas realizaciones de la presente invención, la pila de tejidos de vidrio preimpregnados puede incluir uno o más tejidos de la presente invención, tal como se describe en el presente documento, que se han cortado hasta el tamaño y la forma deseados. Tras finalizar la operación de apilamiento de la cantidad correspondiente de capas, la prensa se cierra y las platinas se conectan a una bomba de vacío, de tal manera que la platina superior se comprime sobre la pila de tejidos hasta que se alcanza la presión deseada. El vacío ayuda a la evacuación del aire atrapado dentro de la pila y proporciona un contenido de hueco reducido en el laminado moldeado. Después de la conexión de las platinas a una bomba de vacío, la temperatura de las platinas se aumenta, a continuación, para acelerar la velocidad de conversión de la resina (por ejemplo, una resina termoendurecible) hasta un ajuste de temperatura predeterminado específico para la resina utilizada y se mantiene a ese ajuste de temperatura y presión hasta que el laminado alcanza el curado completo. En este punto, se apaga el calor y las platinas se enfrían mediante circulación de agua hasta que estas alcanzan la temperatura ambiente. A continuación, se pueden abrir las platinas y se puede retirar el laminado moldeado de la prensa.

Como otro ejemplo, algunos materiales compuestos de la presente invención se pueden preparar usando una tecnología de infusión de resina asistida por vacío, tal como se describe adicionalmente en el presente documento. Una pila de tejidos de fibra de vidrio de la presente invención se puede cortar hasta el tamaño deseado y se puede colocar sobre un tablero de vidrio sometido a tratamiento con liberación de silicona. A continuación, la pila se puede cubrir con una cubierta pelable, equipada con un medio para potenciar el flujo, y embolsarse al vacío usando una película de embolsado de nailon. A continuación, el denominado "estratificado" puede estar sujeto a una presión de vacío de aproximadamente 91.432 Pa (27 pulgadas de Hg). Por separado, la resina polimérica que se ha de reforzar con los tejidos de fibra de vidrio se puede preparar usando técnicas conocidas por aquellos expertos en la materia para esa resina particular. Por ejemplo, en algunas resinas poliméricas, una resina adecuada (por ejemplo, una resina epoxídica curable con amina) se puede mezclar con un agente de curado adecuado (por ejemplo, una amina para una resina epoxídica curable con amina) en las proporciones recomendadas por el fabricante de la resina o conocidas de otro modo por una persona experta habitual en la materia. A continuación, la resina combinada se puede desgasificar en una cámara de vacío durante 30 minutos y se puede infundir a través de la preforma de tejido hasta que se logre el empapado sustancialmente completo de la pila de tejido. En este punto, el tablero se puede cubrir con mantas calentadas (con un ajuste hasta una temperatura de aproximadamente 45 - 50 °C) durante 24 horas. A continuación, los materiales compuestos rígidos resultantes se pueden desmoldear y curarse posteriormente a aproximadamente 121 °C (250 °F) durante 4 horas en un horno de convección programable. Sin

embargo, tal como conocen las personas expertas habituales en la materia, diversos parámetros, tales como el tiempo de desgasificación, el tiempo de calentamiento y las condiciones de curado posterior, pueden variar basándose en el sistema de resina específico usado y las personas expertas habituales en la materia entienden la manera de seleccionar tales parámetros basándose en un sistema de resina particular.

Los materiales preimpregnados de la presente invención se pueden preparar mediante cualquier medio adecuado conocido por un experto habitual en la materia, tal como, pero sin limitación, el paso de hebras de fibra de vidrio, mechas o tejidos a través de un baño de resina; usando una resina basada en disolvente; o usando una película de resina.

Tal como se ha señalado anteriormente, los materiales compuestos de la presente invención pueden comprender una resina polimérica, en algunas realizaciones. Se puede usar diversas resinas poliméricas. Las resinas poliméricas que se sabe que son útiles en las aplicaciones de refuerzo pueden ser particularmente útiles, en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, la resina polimérica puede comprender una resina termoendurecible. Los sistemas de resina termoendurecible útiles, en algunas realizaciones de la presente invención, pueden incluir, pero sin limitación, sistemas de resina epoxídica, resinas con base fenólica, poliésteres, ésteres de vinilo, poliuretanos termoendurecibles, resinas de polidiciclopentadieno (pDCPD), ésteres de cianato y bis-maleimidas. En algunas realizaciones, la resina polimérica puede comprender una resina epoxídica. En otras realizaciones, la resina polimérica puede comprender una resina termoplástica. Los polímeros termoplásticos útiles, en algunas realizaciones de la presente invención, incluyen, pero sin limitación, polietileno, polipropileno, poliamidas (incluyendo nailon), tereftalato de polibutileno, policarbonato, poliuretanos termoplásticos (TPU), sulfuros de polifenileno y poliéter éter cetona (PEEK). Los ejemplos no limitantes de resinas poliméricas disponibles en el mercado útiles en algunas realizaciones de la presente invención incluyen la resina epoxídica EPIKOTE MGS® RIMR 135 con el agente de curado Epikure MGS RIMH 1366 (disponible a través de Momentive Specialty Chemicals Inc., de Columbus, Ohio), la epoxi Applied Poleramic MMFCS2 (disponible a través de Applied Poleramic, Inc., Benicia, California) y la epoxi modificada EP255 (disponible a través de Barrday Composite Solutions, Millbury, MA).

La invención se ilustrará a través de la siguiente serie de realizaciones específicas. Sin embargo, un experto en la materia entenderá que los principios de la invención contemplan muchas otras realizaciones.

Ejemplos

La Tabla 1 proporciona una pluralidad de composiciones de vidrio que permiten formar fibras de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, así como datos relacionados con diversas propiedades de tales composiciones. Los Ejemplos 1, 20, 21, 25, 62 y 77 son Ejemplos comparativos, mientras que los ejemplos restantes representan Ejemplos de referencia. La Tabla 2 proporciona una pluralidad de composiciones de vidrio que permiten formar fibras de acuerdo con diversas otras divulgaciones, en donde los Ejemplos 114 y 116 son de acuerdo con la presente invención, así como datos relacionados con diversas propiedades de tales composiciones. La Tabla 3 también proporciona una pluralidad de composiciones de vidrio que permiten formar fibras de acuerdo con diversas otras divulgaciones, así como datos relacionados con diversas propiedades de tales composiciones.

Los vidrios en estos Ejemplos se prepararon mediante la fusión de mezclas de productos químicos de calidad comercial y reactiva (los productos químicos de calidad reactiva se usaron solo en los óxidos de tierras raras) en forma de polvo en crisoles de Rh/Pt al 10 % a temperaturas entre 1.500 °C y 1.550 °C (2.732 °F - 2.822 °F) durante cuatro horas. Cada lote era de aproximadamente 1.000 gramos. Después del período de fusión de 4 horas, el vidrio fusionado se vertió sobre una placa de acero para su enfriamiento rápido. Las especies volátiles, tales como óxidos de álcali y fluoruro, no se ajustaron en los lotes por su pérdida de emisiones debido a sus bajas concentraciones en los vidrios. Las composiciones en los Ejemplos representan composiciones en lotes. Se usaron ingredientes comerciales en la preparación de los vidrios. En el cálculo del lote, se consideraron los factores de retención de materias primas especiales para calcular los óxidos en cada vidrio. Los factores de retención se basan en los años de fusión del lote de vidrio y el rendimiento de los óxidos en el vidrio, tal como se midió. Por tanto, se considera que las composiciones en lotes ilustradas en los Ejemplos son cercanas a las composiciones medidas.

Propiedades de fusión

La viscosidad de fusión en función de la temperatura y la temperatura en líquido se determinó mediante el uso del método de ensayo de la ASTM C965, "Práctica convencional para la medición de la viscosidad del vidrio por encima del punto de reblandecimiento", y C829, "Prácticas convencionales para la medición de la temperatura en líquido del vidrio mediante el método del horno de gradiente", respectivamente.

Las Tablas 1 a 3 incluyen la temperatura en líquido medida (T_L), la temperatura de referencia de formación (T_F) definida mediante una viscosidad de fusión de 100 Pa·s (1.000 P) y la temperatura de referencia de fusión (T_m) definida mediante una viscosidad de 10 Pa·s (100 P), para las composiciones de vidrio. También se muestra la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura en líquido (ΔT). Las Tablas 1 a 3 también proporcionan las temperaturas de reblandecimiento ($T_{\text{reblandecimiento}}$), las temperaturas de transición vítrea (T_g) y los coeficientes de expansión térmica (CTE en inglés) para algunas de las composiciones. Los valores de la temperatura de

reblandecimiento ($T_{\text{reblandecimiento}}$) se midieron de acuerdo con el método de ensayo de la ASTM C338 - 93, "Método de ensayo convencional para la determinación del punto de reblandecimiento del vidrio" (2008). Los valores de la temperatura de transición vítrea (T_g) se midieron de acuerdo con el método de ensayo de la ASTM C336-71, "Punto de recocido y punto de tensión mediante el alargamiento de fibra". Los valores del coeficiente de expansión térmica (CTE) se determinaron de acuerdo con la ASTM E228-11, "Método de ensayo convencional para la determinación de la expansión térmica lineal de materiales sólidos con un dilatómetro de varilla de empuje".

Propiedades mecánicas

10 En cuanto al ensayo de resistencia a la tracción de la fibra, las muestras de fibra de las composiciones de vidrio se produjeron a partir de una unidad de estirado de fibra de punta individual de 10Rh/90Pt. Se alimentaron aproximadamente 85 gramos de vidrio de desecho de una composición dada a la unidad de fusión de casquillo y se acondicionaron a una temperatura cercana o igual a la viscosidad de fusión de 10 Pa·s (100 P) durante dos horas. Posteriormente, la masa fusionada se disminuyó hasta una temperatura cercana o igual a la viscosidad de fusión de 100 Pa·s (1.000 P) y se estabilizó durante una hora antes del estirado de la fibra. El diámetro de la fibra se controló para producir una fibra de aproximadamente 10 µm de diámetro mediante el control de la velocidad del bobinador de estirado de fibra. Todas las muestras de fibra se capturaron en el aire sin ningún contacto con objetos extraños. El estirado de la fibra se completó en una sala con una humedad controlada de entre el 40 y el 45 % de HR.

20 La resistencia a la tracción de la fibra se midió usando un analizador de resistencia a la tracción Kawabata KES-G1 (Kato Tech Co. Ltd., Japón) equipado con una celda de carga Kawabata tipo C. Las muestras de fibra se montaron en tiras entramadas de papel usando un adhesivo de resina. Se aplicó una fuerza de tracción a la fibra hasta el fallo, a partir del que se determinó la resistencia de la fibra, basándose en el diámetro y la tensión de rotura de la fibra. El ensayo se realizó a temperatura ambiente con la humedad controlada entre el 40 y el 45 % de HR. Los valores promedios se calcularon basándose en un tamaño de muestra de 65 a 72 fibras para cada composición. Las Tablas 1 a 3 indican las resistencias a la tracción promedias de las fibras formadas a partir de algunas de las composiciones. Las resistencias específicas se calcularon mediante la división de los valores de la resistencia a la tracción (en N/m²) por las densidades correspondientes (en g/m³).

30 El módulo de Young también se midió en determinadas composiciones de vidrio en las Tablas 1 y 2 usando la siguiente técnica. Aproximadamente 50 gramos del vidrio de desecho de vidrio que tiene una composición correspondiente al Ejemplo adecuado en la Tabla 1, la Tabla 2 o la Tabla 3 se volvieron a fusionar en un crisol de 90Pt/10Rh durante dos horas a una temperatura de fusión definida en 10 Pa·s (100 P). El crisol se transfirió posteriormente a un horno calentado eléctricamente de tubo vertical. La temperatura del horno se ajustó previamente a una temperatura de extracción de fibra cercana o igual a una viscosidad de fusión de 100 Pa·s (1.000 P). El vidrio se equilibró a la temperatura durante una hora antes del estirado de la fibra. La parte superior del horno de estirado de fibra tenía una cubierta con un orificio central, por encima del que se montó una bobina de cobre enfriada con agua para regular el enfriamiento de la fibra. A continuación, se sumergió manualmente una varilla de sílice en la masa fusionada a través de la bobina de enfriamiento y se extrajo y recogió una fibra de aproximadamente 1 a 1,5 m de largo. El diámetro de la fibra varió de 100 µm en un extremo a 1.000 µm en el otro extremo.

Los módulos elásticos se determinaron usando una técnica de pulso acústico de ultrasonidos (unidad Panatherm 5010 de Panametrics, Inc. de Waltham, Massachusetts) para las fibras extraídas de las masas fusionadas de vidrio. Se obtuvo un tiempo de reflexión de onda extensiva usando pulsos de 200 kHz de una duración de veinte microsegundos. Se midió la longitud de la muestra y se calculó la velocidad de onda extensiva respectiva (V_E). La densidad de la fibra (ρ) se midió usando un picnómetro Micromeritics AccuPyc 1330. Se realizaron aproximadamente 20 mediciones en cada composición y se calculó el módulo de Young promedio (E) a partir de la siguiente Fórmula:

$$E = V_E^2 \times \rho$$

50 El dispositivo de ensayo del módulo usa una guía de onda con un diámetro de 1 mm, que establece que el diámetro de la fibra en el lado de contacto con la guía de onda es aproximadamente igual al diámetro de la guía de onda. En otras palabras, el extremo de la fibra que tenía un diámetro de 1.000 µm se conectó en el lado de contacto de la guía de onda. Las fibras con diversos diámetros se sometieron a ensayo para determinar el módulo de Young y los resultados muestran que un diámetro de fibra de 100 a 1.000 µm no influye en el módulo de fibra. Los valores del módulo específico se calcularon mediante la división de los valores del módulo de Young por las densidades correspondientes.

Los valores de "Tensión de fallo de fibra (%)" (es decir, el alargamiento de fibra) en las Tablas 1 a 3 se determinaron basándose en la ley de Hooke mediante la división de los valores de la resistencia a la tracción por los valores del módulo de Young correspondientes (en las mismas unidades (por ejemplo, todos en MPa)) y la multiplicación por 100.

Tabla 1

	1	2	3	4	5	6
SiO₂	61,49	61,46	61,37	61,46	61,37	61,46
Al₂O₃	15,28	15,36	15,57	15,36	15,57	15,36
Fe₂O₃	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
CaO	15,43	13,18	12,51	13,18	12,51	13,18
MgO	6,12	6,26	6,21	6,26	6,21	6,26
Na₂O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
K₂O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sc₂O₃	0,00	2,08	2,68	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	0,00	0,00	2,08	2,68	0,00
La₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,50	0,50	0,51	0,50	0,51	0,50
Li₂O	0,74	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
SO₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.198	1.197	1.241	1.197	1.201	1.199
T_F (°C)	1.285	1.288	1.296	1.306	1.312	1.300
ΔT (°C)	87	91	55	109	111	101
T_m (°C)	1.489	1.485	1.495	1.509	1.513	1.507
Densidad de fibra (g/cm³)	2,62	2,62	2,62	2,62	2,63	2,63
Módulo de fibra (GPa)	89,2	91,0	91,6	90,6	90,2	88,0
Resistencia de fibra (MPa)	3.570	4.108	4.376	4.264	4.727	4.321
Tensión de fallo de fibra (%)	4,0	4,5	4,8	4,7	5,2	4,9
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,5	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)	1,4	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7

Tabla 1 (continuación)

	7	8	9	10	11	12
SiO₂	61,37	61,46	61,37	59,74	59,73	59,73
Al₂O₃	15,57	15,36	15,57	16,00	17,46	17,46
Fe₂O₃	0,29	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
CaO	12,51	13,18	12,51	9,63	7,46	7,46
MgO	6,21	6,26	6,21	8,58	7,13	7,13
Na₂O	0,05	0,05	0,05	0,19	0,19	0,19
K₂O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	4,24	6,34	4,44
Y₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La₂O₃	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90
Nd₂O₃	0,00	2,08	2,68	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,51	0,50	0,51	0,63	0,69	0,69
Li₂O	0,72	0,72	0,72	0,61	0,61	0,61
SO₃	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.198	1.201	1.201	1.355		1.376
T_F (°C)	1.309	1.300	1.308	1.308	1.349	1.315
ΔT (°C)	111	99	107	-47		-61
T_m (°C)	1.515	1.506	1.513	1.491	1.515	1.507
Densidad de fibra (g/cm³)	2,63	2,62	2,62	2,63		
Módulo de fibra (GPa)	88,4	88,1	88,9	92,1		

Tabla 1 (continuación)

	7	8	9	10	11	12
Resistencia de fibra (MPa)	4.639					
Tensión de fallo de fibra (%)	5,3					
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)	3,4	3,4	3,5	3,6		
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)	1,8					

Tabla 1 (continuación)

	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	59,73	59,74	59,73	59,73	59,73	59,73
Al ₂ O ₃	17,46	16,00	17,46	17,46	17,46	17,46
Fe ₂ O ₃	0,29	0,27	0,29	0,29	0,29	0,29
CaO	7,46	9,63	7,46	7,46	7,46	7,46
MgO	7,13	8,58	7,13	7,13	7,13	7,13
Na ₂ O	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
K ₂ O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sc ₂ O ₃	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44
Y ₂ O ₃	0,00	4,24	6,34	4,44	3,17	0,00
La ₂ O ₃	3,17	0,00	0,00	1,90	3,17	0,00
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,69	0,63	0,69	0,69	0,69	2,59
Li ₂ O	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
SO ₃	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T _L (°C)	1.302	1.194	1.194	1.193	1.197	
T _F (°C)	1.317	1.287	1.327	1.326	1.330	
ΔT (°C)	15	93	133	133	133	
T _m (°C)	1.512	1.476	1.515	1.523	1.532	
Densidad de fibra (g/cm ³)	2,64	2,65	2,65	2,65	2,65	
Módulo de fibra (GPa)	91,8	92,1	92,2	91,5	91,9	
Resistencia de fibra (MPa)			5.255	5.181	5.195	
Tensión de fallo de fibra (%)			5,7	5,7	5,7	
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)			2,0	2,0	2,0	

Tabla 1 (continuación)

	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	59,73	60,31	60,22	59,85	59,85	60,37
Al ₂ O ₃	17,46	15,62	16,28	15,58	15,58	14,48
Fe ₂ O ₃	0,29	0,23	0,28	0,27	0,27	0,25
CaO	7,46	13,84	13,06	11,05	11,05	5,46
MgO	7,13	8,63	8,61	8,70	8,70	8,03
Na ₂ O	0,19	0,06	0,06	0,20	0,20	0,18
K ₂ O	0,09	0,07	0,09	0,09	0,09	0,08
Sc ₂ O ₃	4,44	0,00	0,00	2,88	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	2,88	0,00
La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,69	0,45	0,64	0,61	0,61	0,57
Li ₂ O	0,61	0,78	0,75	0,76	0,76	0,70
SO ₃	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01

Tabla 1 (continuación)

	19	20	21	22	23	24
ZrO₂	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃						
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)		1.211	1.225	1.240	1.195	1.260
T_F (°C)		1.251	1.265	1.264	1.268	1.320
ΔT (°C)		40	40	24	73	60
T_m (°C)		1.441	1.457	1.450	1.458	1.523
Densidad de fibra (g/cm³)		2,62	2,62	2,64	2,64	2,70
Módulo de fibra (GPa)		90,2	90,5	92,4	91,1	89,5
Resistencia de fibra (MPa)		4.622	4.739	4.913	4.759	4.978
Tensión de fallo de fibra (%)		5,13	5,2	5,3	5,2	5,6
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)		3,51	3,5	3,6	3,5	3,4
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)		1,8	1,9	1,9	1,8	1,9

Tabla 1 (continuación)

	25	26	27	28	29	30
SiO₂	59,54	59,73	59,77	62,85	54,20	59,94
Al₂O₃	17,28	17,35	17,36	19,78	15,20	15,66
Fe₂O₃	0,30	0,29	0,28	0,32	0,26	0,25
CaO	9,68	4,99	0,69	2,77	6,41	13,03
MgO	11,28	11,25	11,20	7,00	6,73	7,80
Na₂O	1,12	1,12	1,12	2,40	0,03	0,03
K₂O	0,10	0,09	0,09	0,00	0,07	0,09
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	3,16	3,88	0,00
Y₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99
La₂O₃	0,00	4,49	8,78	0,00	3,88	0,00
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,68	0,68	0,68	0,78	0,02	0,52
Li₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,65
SO₃	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,93	8,71	0
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.265	1.268	1.324	1.344	1.300	1.211
T_F (°C)	1.285	1.316	1.361	1.397	1.414	1.275
ΔT (°C)	20	48	37	53	114	64
T_m (°C)	1.471	1.508	1.559	1.613	1.631	1.466
Densidad de fibra (g/cm³)	2,61	2,64	2,67	2,51	2,53	2,64
Módulo de fibra (GPa)	90,0	90,5	90,1	87,1	85,9	90,4
Resistencia de fibra (MPa)	5.105	5.294	5.445	5.503	5.492	
Tensión de fallo de fibra (%)	5,7	5,9	6,0	6,3	6,4	
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5	3,5
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	

Tabla 1 (continuación)

	31	32	33	34	35	36
SiO₂	59,94	59,94	60,85	61,67	61,67	59,52

Tabla 1 (continuación)

	31	32	33	34	35	36
Al₂O₃	15,66	15,66	15,90	16,33	16,33	17,24
Fe₂O₃	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27
CaO	13,03	13,03	13,23	6,01	6,01	6,35
MgO	7,80	7,80	7,92	10,26	10,26	10,85
Na₂O	0,03	0,03	0,03	0,16	0,16	0,17
K₂O	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10
Sc₂O₃	0,00	1,99	0,51	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	4,44
La₂O₃	1,99	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,52	0,52	0,53	0,58	0,58	0,61
Li₂O	0,65	0,65	0,66	0,42	0,42	0,44
SO₃	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.209	1.212	1.213	1.258	1.247	1.232
T_F (°C)	1.265	1.263	1.270	1.329	1.331	1.300
ΔT (°C)	56	51	57	71	84	68
T_m (°C)	1.458	1.451	1.466	1.529	1.535	1.489
Densidad de fibra (g/cm³)	2,64	2,64		2,62	2,62	2,65
Módulo de fibra (GPa)	90,6	90,3		92,2	90,9	94,1
Resistencia de fibra (MPa)						5.224
Tensión de fallo de fibra (%)						5,6
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,5	3,5		3,6	3,5	3,6
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)						2,0

Tabla 1 (continuación)

	37	38	39	40	41	42
SiO₂	59,52	59,00	59,52	60,36	59,84	61,69
Al₂O₃	17,24	17,25	17,40	17,65	18,14	21,64
Fe₂O₃	0,27	0,29	0,29	0,29	0,30	0,34
CaO	6,35	6,18	5,37	4,05	3,57	1,01
MgO	10,85	10,65	10,73	10,86	11,85	10,12
Na₂O	0,17	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
K₂O	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	5,84	5,90	5,98	5,47	4,21
La₂O₃	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,61	0,68	0,68	0,69	0,71	0,85
Li₂O	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.237	1.276	1.297	1.336	1.316	
T_F (°C)	1.302	1.315	1.324	1.340	1.332	1.392
ΔT (°C)	65	39	27	4	16	
T_m (°C)	1.496	1.500	1.509	1.529	1.518	1.599
T_{reblandecimiento} (°C)		951	958	978	962	995
CTE (10⁻⁶/°C)						3,1

Densidad de fibra (g/cm ³)	2,66	2,63	2,66	2,65	2,65	2,58
Módulo de fibra (GPa)	92,8	92,8	93,2	94,1	93,6	92,4
Resistencia de fibra (MPa)		5.076				
Tensión de fallo de fibra (%)		5,5				
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)		2,0				

Tabla 1 (continuación)

	43	44	45	46	47	48
SiO ₂	61,69	60,82	60,82	59,40	60,03	60,48
Al ₂ O ₃	21,64	21,34	21,34	17,25	17,40	17,67
Fe ₂ O ₃	0,34	0,34	0,34	0,25	0,26	0,26
CaO	1,01	0,99	0,99	5,78	5,93	4,95
MgO	10,12	9,98	9,98	10,78	10,83	10,64
Na ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
K ₂ O	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,00	5,56	0,00	4,79	4,03	4,34
La ₂ O ₃	4,21	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,85	0,84	0,84	0,52	0,57	0,56
Li ₂ O	0,00	0,00	0,00	1,06	0,81	0,95
SO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T _L (°C)				1.235	1.237	1.232
T _F (°C)	1.401	1.397	1.390	1.273	1.289	1.299
ΔT (°C)				38	52	67
T _{reblandecimiento} (°C)	992	993	990			
T _m (°C)	1.603	1.595	1.589	1.467	1.484	1.499
Densidad de fibra (g/cm ³)	2,58	2,60	2,61	2,65	2,64	2,63
Módulo de fibra (GPa)	91,6	92,7	92,0	94,7	93,8	93,1
Resistencia de fibra (MPa)				5.307	5.237	5.357
Tensión de fallo de fibra (%)				5,6	5,6	5,8
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)				2,0	2,0	2,1
Constante dieléctrica a 1 GHz	5,69	5,82	5,87			
Pérdida de disipación a 1 GHz	0,0020	0,0018	0,0017			

Tabla 1 (continuación)

	49	50	51	52	53	54
SiO ₂	59,90	56,85	54,76	57,72	60,07	59,40
Al ₂ O ₃	16,54	15,70	15,12	16,67	17,56	17,25
Fe ₂ O ₃	0,24	0,23	0,22	0,22	0,22	0,25
CaO	5,38	5,10	4,92	4,63	4,65	5,78
MgO	11,55	10,96	10,56	9,94	9,97	10,78
Na ₂ O	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05

Tabla 1 (continuación)

	49	50	51	52	53	54
K₂O	0,10	0,09	0,09	0,11	0,12	0,10
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	4,71	9,56	12,89	8,67	4,88	2,40
La₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,50	0,48	0,46	0,43	0,39	0,52
Li₂O	1,03	0,98	0,94	1,55	2,08	1,06
SO₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01
T_L (°C)	1.252	1.223	1.225	1.201	1.216	1.240
T_F (°C)	1.273	1.247	1.232	1.252	1.262	1.273
ΔT (°C)	21	24	7	51	46	33
T_m (°C)	1.464	1.427	1.403	1.441	1.465	1.467
Densidad de fibra (g/cm³)	2,65	2,74	2,81	2,71		
Módulo de fibra (GPa)	93,8	96,4	97,6	95,3		
Resistencia de fibra (MPa)				5.013		
Tensión de fallo de fibra (%)				5,3		
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,6	3,6	3,5	3,6		
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)				1,8		

Tabla 1 (continuación)

	55	56	57	58	59	60
SiO₂	59,40	60,03	60,03	60,16	60,16	59,43
Al₂O₃	17,25	17,40	17,40	18,32	18,32	18,10
Fe₂O₃	0,25	0,26	0,26	0,28	0,28	0,27
CaO	5,78	5,93	5,93	5,43	5,43	5,36
MgO	10,78	10,83	10,83	10,19	10,19	10,07
Na₂O	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
K₂O	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	2,02	0,00	4,09	0,00	0,00
La₂O₃	4,79	2,02	4,03	0,00	4,09	5,25
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,52	0,57	0,57	0,61	0,61	0,60
Li₂O	1,06	0,81	0,81	0,79	0,79	0,78
SO₃	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,01	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.245	1.240	1.245	1.233	1.233	1.227
T_F (°C)	1.275	1.288	1.290	1.305	1.302	1.298
ΔT (°C)	30	48	45	71	69	71
T_m (°C)	1.473	1.483	1.487	1.503	1.503	1.495
Densidad de fibra (g/cm³)		2,64	2,64	2,63	2,63	2,65
Módulo de fibra (GPa)		93,1	92,9	92,8	91,4	91,6
Resistencia de fibra (MPa)				5.368		
Tensión de fallo de fibra (%)				5,8		

ES 2 799 886 T3

Tabla 1 (continuación)

	55	56	57	58	59	60
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)		3,60		3,6		
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)				2,1		

Tabla 1 (continuación)

	61	62	63	64	65	66
SiO ₂	59,99	60,51	60,39	60,20	59,60	58,69
Al ₂ O ₃	17,86	15,46	15,43	15,39	15,23	15,00
Fe ₂ O ₃	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
CaO	4,49	14,49	14,46	14,42	14,27	14,05
MgO	9,92	8,17	8,15	8,13	8,05	7,93
Na ₂ O	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
K ₂ O	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,20	0,50	1,50	3,00
La ₂ O ₃	5,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,59	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53
Li ₂ O	0,77	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42
SO ₃	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99
T _L (°C)	1.240	1.205	1.208	1.200	1.202	1.209
T _F (°C)	1.316	1.273	1.268	1.271	1.269	1.256
ΔT (°C)	76	68	60	71	67	47
T _m (°C)	1.518	1.468	1.462	1.465	1.459	1.440
Densidad de fibra (g/cm ³)	2,65	2,63				
Módulo de fibra (GPa)	91,8	89,5				
Resistencia de fibra (MPa)						
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)	3,5					
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)						

Tabla 1 (continuación)

	67	68	69	70	71	72
SiO ₂	58,08	57,48	56,27	60,39	60,20	59,60
Al ₂ O ₃	14,84	14,69	14,38	15,43	15,39	15,23
Fe ₂ O ₃	0,25	0,24	0,24	0,26	0,26	0,25
CaO	13,91	13,76	13,47	14,46	14,42	14,27
MgO	7,84	7,76	7,60	8,15	8,13	8,05
Na ₂ O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
K ₂ O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	4,00	5,00	7,00	0,00	0,00	0,00
La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,20	0,50	1,50
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,52	0,52	0,51	0,54	0,54	0,54
Li ₂ O	0,42	0,41	0,40	0,43	0,43	0,43
SO ₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	99,99	100,00	100,00	99,99	99,99	99,99

Tabla 1 (continuación)

	67	68	69	70	71	72
T_L (°C)	1.206	1.208	1.212	1.207	1.205	1.204
T_F (°C)	1.260	1.255	1.244	1.265	1.265	1.259
ΔT (°C)	54	47	32	58	60	55
T_m (°C)	1.444	1.463	1.480	1.456	1.457	1.447
Densidad de fibra (g/cm ³)						
Módulo de fibra (GPa)						
Resistencia de fibra (MPa)						
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)						
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)						

Tabla 1 (continuación)

	73	74	75	76	77	78	79	80
SiO ₂	58,69	58,08	57,48	56,27	60,72	60,81	58,91	58,91
Al ₂ O ₃	15,00	14,84	14,69	14,38	15,57	13,01	16,95	16,95
Fe ₂ O ₃	0,25	0,25	0,24	0,24	0,27	0,23	0,25	0,25
CaO	14,05	13,91	13,76	13,47	22,52	19,17	4,35	4,35
MgO	7,93	7,84	7,76	7,60	0,19	0,16	10,49	10,49
Na ₂ O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,04	0,04
K ₂ O	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,10	0,10
Sc ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,01	3,98	0,00
La ₂ O ₃	3,00	4,00	5,00	7,00	0,00	0,00	0,00	3,98
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,53	0,52	0,52	0,51	0,63	0,53	2,09	2,09
Li ₂ O	0,42	0,42	0,41	0,40	0,00	0,00	0,78	0,78
SO ₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	2,05
B ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	99,99	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T_L (°C)	1.202	1.199	1.196		1.231	1.272		
T_F (°C)	1.253	1.248	1.245		1.325	1.346	1.297	1.298
ΔT (°C)	51	49	49		94	74		
T_m (°C)	1.440	1.432	1.427		1.528	1.543	1.491	1.496
$T_{\text{reblandecimiento}}$ (°C)					943	962	912	904
T_g (°C)							722	716
CTE (10 ⁻⁶ /°C)							4,11	4,13
Densidad de fibra (g/cm ³)					2,62	2,68	2,66	2,66
Módulo de fibra (GPa)					82,0	83,7	93,8	92,4
Resistencia de fibra (MPa)					3.948	4.029		
Tensión de fallo de fibra (%)					4,8	4,8		
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)					3,2	3,2	3,6	3,5
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)					1,5	1,5		

Tabla 1 (continuación)

	81	82	83	84	85	86	87	88	89
SiO₂	61,43	59,81	59,04	58,66	57,41	58,17	54,56	56,41	51,18
Al₂O₃	15,14	14,74	14,55	14,45	14,15	14,33	13,44	13,90	12,61
Fe₂O₃	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,24	0,22
CaO	14,70	12,52	11,46	10,95	10,72	12,17	9,36	11,80	8,78
MgO	7,98	7,77	7,67	7,62	7,45	7,55	7,08	7,32	6,65
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sc₂O₃	0,00	4,43	6,56	7,60	9,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,05	14,88	0,00	0,00
La₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	20,15
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Li₂O	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,47	0,44	0,45	0,41
SO₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T_L (°C)	1.199	1.337	1.434	1.462	1.516	1.204	1.294	1.184	1.158
T_F (°C)	1.296	1.285	1.284	1.307	1.348	1.280	1.260	1.266	1.237
ΔT (°C)	97	-52	-150	-155	-168	76	-34	82	79
T_m (°C)	1.495	1.471	1.458	1.447	1.449	1.464	1.426	1.450	1.406
T_{reblandecimiento} (°C)	898	917	920	925	931	911	922	899	903
T_g (°C)	717	740	750	759	757	734	748	721	729
CTE (10⁻⁶/°C)	4,63	4,61	4,54	4,54	4,44				
Densidad de fibra (g/cm³)	2,60	2,64				2,70		2,78	
Módulo de fibra (GPa)	89,4	92,4				91,6		90,8	
Resistencia de fibra (MPa)									
Tensión de fallo de fibra (%)									
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,5	3,6				3,5		3,3	
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)									

Tabla 1 (continuación)

	90	91	92	93
SiO₂	63,08	65,03	65,03	64,49
Al₂O₃	16,16	15,35	15,35	14,61
Fe₂O₃	0,24	0,23	0,23	0,19
CaO	4,40	3,37	3,37	3,00
MgO	10,63	10,86	10,86	9,67
Na₂O	0,04	0,04	0,04	0,03
K₂O	0,09	0,09	0,09	0,08
Sc₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00
Y₂O₃	0,00	0,00	3,68	0,00
La₂O₃	4,04	3,68	0,00	4,33
Nd₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO₂	0,52	0,47	0,47	0,39
Li₂O	0,79	0,89	0,89	0,79
SO₃	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO₂	0,00	0,00	0,00	0,00
B₂O₃	0,00	0,00	0,00	0,00
P₂O₅	0,00	0,00	0,00	2,42
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0
T_L (°C)	1.267			
T_F (°C)	1.332	1.355	1.350	1.396

Tabla 1 (continuación)

	90	91	92	93
ΔT (°C)	65			
T_m (°C)	1.542	1.572	1.562	1.619
Densidad de fibra (g/cm ³)	2,60			2,55
Módulo de fibra (GPa)	91,4			87,7
Resistencia de fibra (MPa)				
Tensión de fallo de fibra (%)				
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)	3,6			3,5
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)				

Determinados de estos datos se representaron en las Figuras 1-4. La Figura 1 es un gráfico que muestra los valores del módulo de Young con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE₂O₃) en las composiciones de vidrio de los Ejemplos 1-17, 22 y 23. La Figura 2 es un gráfico que muestra los valores de la resistencia a la tracción de la fibra original con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE₂O₃) en las composiciones de vidrio de los Ejemplos 1-17, 22 y 23. La Figura 3 es un gráfico que muestra las temperaturas de reblandecimiento y transición vítrea con respecto a la cantidad de óxidos de tierras raras (RE₂O₃) en las composiciones de vidrio de los Ejemplos 81-89. La Figura 4 es un gráfico que muestra el coeficiente lineal de expansión térmica con respecto a la cantidad de óxido de escandio (Sc₂O₃) en las composiciones de vidrio de los Ejemplos 81-89.

Tabla 2

	94	95	96	97	98	99
SiO ₂	61,43	62,43	63,79	64,73	65,50	66,19
Al ₂ O ₃	17,40	16,96	17,33	17,59	15,91	14,41
Fe ₂ O ₃	0,28	0,27	0,27	0,27	0,25	0,23
CaO	3,71	3,61	1,54	0,11	0,12	0,13
MgO	11,96	11,66	11,88	12,04	12,76	13,41
Na ₂ O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
K ₂ O	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
Sc ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	4,05	3,95	4,03	4,09	4,34	4,56
Nd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0,62	0,61	0,62	0,63	0,56	0,50
Li ₂ O	0,41	0,40	0,41	0,42	0,44	0,47
SO ₃	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100
T_L (°C)	1.276	1.305	1.348	1.378	1.405	1.424
T_F (°C)	1.323	1.337	1.388	1.367	1.384	1.379
ΔT (°C)	47	32	40	-11	-21	-45
T_m (°C)	1.517	1.536	1.597	1.571	1.592	1.589
Densidad de fibra (g/cm ³)						
Módulo de fibra (GPa)						
Resistencia de fibra (MPa)						
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico (x10 ⁶ m)						
Resistencia de fibra específica (x10 ⁵ m)						

Tabla 2 (continuación)

	100	101	102	103	104	105
SiO₂	66,94	66,51	65,59	65,21	61,43	62,43
Al₂O₃	17,28	17,08	16,85	18,89	17,40	16,96
Fe₂O₃	0,21	0,20	0,19	0,13	0,28	0,27
CaO	0,11	0,11	0,11	0,10	3,71	3,61
MgO	10,46	10,67	10,52	7,75	11,96	11,66
Na₂O	0,07	0,08	0,08	0,14	0,03	0,03
K₂O	0,11	0,11	0,11	0,15	0,10	0,09
Sc₂O₃	0	0	0	0	0	0
Y₂O₃	0	0	0	0	4,05	3,95
La₂O₃	2,42	2,67	4,00	2,95	0	0
Nd₂O₃	0	0	0	0	0	0
TiO₂	0,39	0,35	0,34	0,08	0,62	0,61
Li₂O	2,02	2,23	2,20	4,59	0,41	0,40
SO₃	0	0	0	0	0	0
ZrO₂	0	0	0	0	0	0
B₂O₃	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100
T_L (°C)	1.254	1.265			1.285	1.310
T_F (°C)	1.377	1.362			1.321	1.334
ΔT (°C)	123	97			36	24
T_m (°C)	1.605	1.590			1.515	1.532
Densidad de fibra (g/cm³)	2,49	2,49				
Módulo de fibra (GPa)						
Resistencia de fibra (MPa)	5.262	5.335				
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)						
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)	2,2	2,2				

Tabla 2 (continuación)

	106	107	108	109	110	111
SiO₂	63,79	64,73	65,50	66,19	66,94	66,51
Al₂O₃	17,33	17,59	15,91	14,41	17,28	17,08
Fe₂O₃	0,27	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20
CaO	1,54	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11
MgO	11,88	12,04	12,76	13,41	10,46	10,67
Na₂O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,08
K₂O	0,09	0,09	0,08	0,08	0,11	0,11
Sc₂O₃	0	0	0	0	0	0
Y₂O₃	4,03	4,09	4,34	4,56	2,42	2,67
La₂O₃	0	0	0	0	0	0
Nd₂O₃	0	0	0	0	0	0
TiO₂	0,62	0,63	0,56	0,50	0,39	0,35
Li₂O	0,41	0,42	0,44	0,47	2,02	2,23
SO₃	0	0	0	0	0	0
ZrO₂	0	0	0	0	0	0
B₂O₃	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100
T_L (°C)	1.361	1.391	1.412	1.440	1.270	1.261
T_F (°C)	1.366	1.385	1.381	1.375	1.374	1.358
ΔT (°C)	5	-6	-31	-65	104	97
T_m (°C)	1.568	1.590	1.585	1.581	1.599	1.582
Densidad de fibra (g/cm³)						2,49
Módulo de fibra (GPa)						

Tabla 2 (continuación)

	106	107	108	109	110	111
Resistencia de fibra (MPa)						5.291
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)						
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)						2,2

Tabla 2 (continuación)

	112	113	114	115	116	117
SiO ₂	65,59	65,21	60,52	60,52	60,52	60,52
Al ₂ O ₃	16,85	18,89	17,76	17,76	17,76	17,76
Fe ₂ O ₃	0,19	0,13	0,28	0,28	0,28	0,28
CaO	0,11	0,10	4,99	4,99	4,99	4,99
MgO	10,52	7,75	10,74	10,74	10,74	10,74
Na ₂ O	0,08	0,14	0,03	0,03	0,03	0,03
K ₂ O	0,11	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
Sc ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	4,00	2,95	4,22	4,22	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	4,22	4,22
Nd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0,34	0,08	0,63	0,63	0,63	0,63
Li ₂ O	2,20	4,59	0,50	0,50	0,50	0,50
SO ₃	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	3,22	0	3,22	0
SnO ₂	0	0	0	3,22	0	3,22
CeO ₂	0	0	0	0	0	4,09
TOTAL	100	100	100	100	100	100
T _L (°C)	1.254	1.293				
T _F (°C)	1.347	1.313				
ΔT (°C)	93	20				
T _m (°C)	1.568	1.547				
Densidad de fibra (g/cm ³)	2,49					
Módulo de fibra (GPa)						
Resistencia de fibra (MPa)	5.284					
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)						
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)	2,2					

Tabla 2 (continuación)

	118	119	120	121	122	123
SiO ₂	60,52	60,34	57,31	60,48	60,48	60,48
Al ₂ O ₃	17,76	11,16	10,60	17,67	17,67	17,67
Fe ₂ O ₃	0,28	0,22	0,21	0,26	0,26	0,26
CaO	4,99	11,86	11,26	4,95	4,95	4,95
MgO	10,74	15,88	15,08	10,64	10,64	10,64
Na ₂ O	0,03	0,01	0,01	0,04	0,04	0,04
K ₂ O	0,10	0,07	0,06	0,10	0,10	0,10
Sc ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	5,05	0	0	0
Nd ₂ O ₃	4,22	0	0	0	0	0

Tabla 2 (continuación)

	118	119	120	121	122	123
Sm₂O₃	0	0	0	0	4,34	0
Gd₂O₃	0	0	0	0	0	4,34
TiO₂	0,63	0,44	0,42	0,56	0,56	0,56
Li₂O	0,50	0	0	0,95	0,95	0,95
SO₃	0	0,01	0	0	0	0
ZrO₂	0	0	0	0	0	0
B₂O₃	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0
SnO₂	3,32	0	0	0	0	0
CeO₂	0	0	0	4,34	0	0
Nb₂O₅	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100
T_L (°C)						
T_F (°C)						
ΔT (°C)						
T_m (°C)						
Densidad de fibra (g/cm³)						
Módulo de fibra (GPa)						
Resistencia de fibra (MPa)						
Tensión de fallo de fibra (%)						
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)						
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)						

Tabla 2 (continuación)

	124
SiO₂	60,48
Al₂O₃	17,67
Fe₂O₃	0,26
CaO	4,95
MgO	10,64
Na₂O	0,04
K₂O	0,10
Sc₂O₃	0
Y₂O₃	0
La₂O₃	0
Nd₂O₃	0
Sm₂O₃	0
Gd₂O₃	0
TiO₂	0,56
Li₂O	0,95
SO₃	0
ZrO₂	0
B₂O₃	0
ZnO	0
SnO₂	0
CeO₂	0
Nb₂O₅	4,34
TOTAL	100
T_L (°C)	
T_F (°C)	
ΔT (°C)	
T_m (°C)	
Densidad de fibra (g/cm³)	

Tabla 2 (continuación)

	124
Módulo de fibra (GPa)	
Resistencia de fibra (MPa)	
Tensión de fallo de fibra (%)	
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)	
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)	

Tabla 3

	125	126	127	128	129	130
SiO₂	61,42	60,85	60,07	61,02	61,28	60,18
Al₂O₃	17,85	17,62	17,52	17,80	17,87	16,77
Fe₂O₃	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37
CaO	5,42	5,64	5,92	6,00	6,01	7,18
MgO	8,81	9,18	9,63	8,22	6,29	8,05
Na₂O	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
K₂O	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10
Y₂O₃	4,45	4,64	4,87	4,94	4,96	4,93
TiO₂	0,56	0,55	0,56	0,57	2,13	1,36
Li₂O	0,96	1,00	0,91	0,93	0,93	1,01
Cu₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T_L (°C)	1.188	1.188	1.200	1.185	1.208	1.154
T_F (°C)	1.319	1.307	1.297	1.320	1.338	1.294
ΔT (°C)	131	119	97	135	130	140
T_m (°C)	1.522	1.508	1.494	1.521	1.549	1.493
Densidad de fibra (g/cm³)	2,61	2,62	2,63	2,62	2,61	
Módulo de fibra (GPa)	92,3	92,0	92,8	91,9	90,0	
Resistencia de fibra (MPa)	5.490	5.492	5.340	5.467		
Tensión de fallo de fibra (%)	5,9	6,0	5,8	5,9		
Módulo de fibra específico ($\times 10^6$ m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	
Resistencia de fibra específica ($\times 10^5$ m)	2,2	2,1	2,1	2,1	0,0	

Tabla 3 (continuación)

	131	132	133	134	135	136
SiO₂	61,28	60,18	60,83	60,12	59,78	61,00
Al₂O₃	17,87	16,77	15,23	17,84	17,99	16,75
Fe₂O₃	0,38	0,37	0,37	0,39	0,40	0,25
CaO	6,01	7,18	7,90	5,88	5,93	4,67
MgO	6,29	8,05	8,86	9,47	9,55	10,20
Na₂O	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
K₂O	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
Y₂O₃	4,96	4,93	4,50	4,80	4,84	3,25
TiO₂	0,56	0,56	1,41	0,59	0,59	0,55
Li₂O	0,93	1,01	0,77	0,77	0,78	0,72
Cu₂O	1,57	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T_L (°C)	1.153	1.167	1.219	1.226	1.201	1.235
T_F (°C)	1.336	1.291	1.289	1.307	1.299	1.320
ΔT (°C)	183	124	70	81	98	85

Tabla 3 (continuación)

	131	132	133	134	135	136
T_m (°C)	1.547	1.447	1.491	1.501	1.493	1.519
Densidad de fibra (g/cm³)	2,62		2,64			2,63
Módulo de fibra (GPa)	91,1		91,8			92,6
Resistencia de fibra (MPa)	5.321		5.243			5.583
Tensión de fallo de fibra (%)	5,8		5,7			6,03
Módulo de fibra específico (x10⁶ m)	3,5		3,5			3,6
Resistencia de fibra específica (x10⁵ m)	2,1		2,0			2,2

Las características deseables que se pueden presentar en las diversas realizaciones, pero no necesariamente todas, de la presente invención pueden incluir, pero sin limitación, las siguientes: la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales compuestos y productos relacionados que tienen una densidad relativamente baja; la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales compuestos y laminados que tienen una resistencia a la tracción relativamente alta; la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales compuestos y productos relacionados que tienen una densidad relativamente baja; la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales compuestos y laminados que tienen un módulo relativamente alto; la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales compuestos y laminados que tienen un alargamiento relativamente alto; la provisión de fibras de vidrio, hebras de fibra de vidrio, tejidos de fibra de vidrio, materiales preimpregnados y otros productos útiles en las aplicaciones de refuerzo; y otras.

Se ha de entender que la presente descripción ilustra los aspectos de la invención relevantes para una comprensión clara de la invención. Determinados aspectos de la invención que resultarían evidentes para aquellos expertos habituales en la materia y que, por lo tanto, no facilitarían una mejor comprensión de la invención no se han presentado con el fin de simplificar la presente descripción. Aunque la presente invención se ha descrito en relación con determinadas realizaciones, la presente invención no está limitada a las realizaciones particulares desveladas, sino que está destinada a cubrir las modificaciones que se encuentren dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de vidrio adecuada para la formación de fibras, que comprende:

SiO ₂	el 56-68 por ciento en peso;
Al ₂ O ₃	del 11 a menos del 20 por ciento en peso;
CaO	el 12 por ciento en peso o menos;
MgO	entre el 10 y el 16 por ciento en peso;
Na ₂ O	el 0-1 por ciento en peso;
K ₂ O	el 0-1 por ciento en peso;
Li ₂ O	el 0-5 por ciento en peso;
TiO ₂	el 0-2 por ciento en peso;
B ₂ O ₃	el 0-3 por ciento en peso;
Fe ₂ O ₃	el 0-1 por ciento en peso;
SnO ₂	el 0-4 por ciento en peso;
ZnO	está presente en una cantidad de hasta el 4 por ciento en peso;

5 al menos un óxido de tierras raras en una cantidad no menor del 0,05 por ciento en peso; y el 0-11 por ciento en peso del total de otros constituyentes.

10 2. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el Al₂O₃ está presente en una cantidad de entre el 14 y el 19 por ciento en peso.

3. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el contenido de CaO es menor de aproximadamente el 5 por ciento en peso.

15 4. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde:

20 el SiO₂ está presente en una cantidad del 60-68 por ciento en peso;
el Al₂O₃ está presente en una cantidad del 14-19 por ciento en peso;
el CaO está presente en una cantidad del 5 por ciento en peso o menos;
el MgO está presente en una cantidad del 10-16 por ciento en peso; y
el Li₂O está presente en una cantidad del 0-2 por ciento en peso.

25 5. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el contenido de Na₂O + K₂O + Li₂O es mayor del 1 por ciento en peso.

6. La composición de vidrio de la reivindicación 5, en donde el contenido de Na₂O + K₂O es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso.

30 7. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el contenido de Na₂O + K₂O es menor de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso.

8. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el contenido de Li₂O es de entre aproximadamente el 0,4 y aproximadamente el 2 por ciento en peso.

35 9. La composición de vidrio de la reivindicación 1, en donde el contenido de SiO₂ es de al menos el 60 por ciento en peso.

40 10. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de al menos el 1 por ciento en peso o en una cantidad de al menos el 3 por ciento en peso.

11. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso.

45 12. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el al menos un óxido de tierras raras está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

13. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el al menos un óxido de tierras raras comprende al menos uno de La₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, Nd₂O₃, CeO₂, Sm₂O₃ y Gd₂O₃.

50 14. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el SnO₂ está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso.

15. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde el CeO_2 está presente en una cantidad de hasta aproximadamente el 4 por ciento en peso.
- 5 16. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde tanto el SnO_2 como el CeO_2 están presentes en una cantidad total de hasta aproximadamente el 8 por ciento en peso.
17. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, en donde la composición está sustancialmente libre de B_2O_3 .
- 10 18. La composición de vidrio de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, que comprende, además, Nb_2O_5 en una cantidad de hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso.

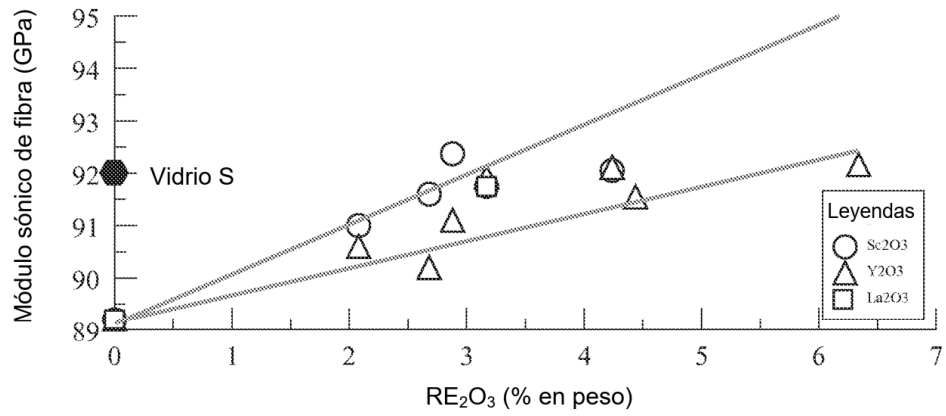


Figura 1

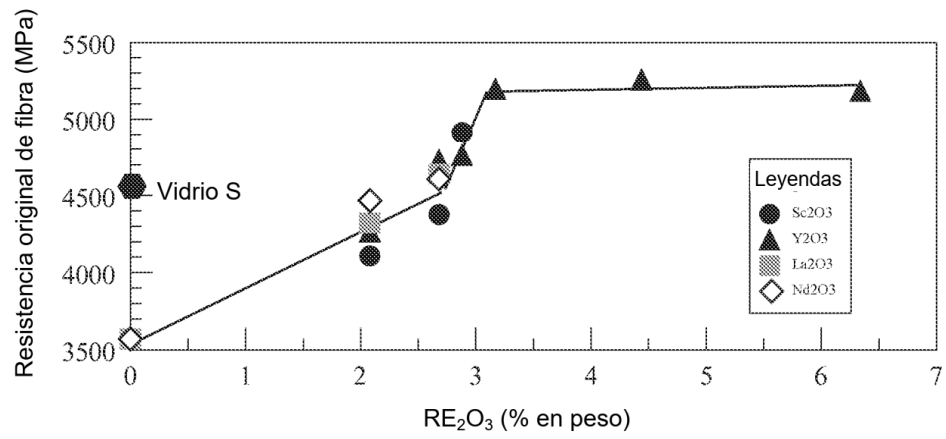


Figura 2

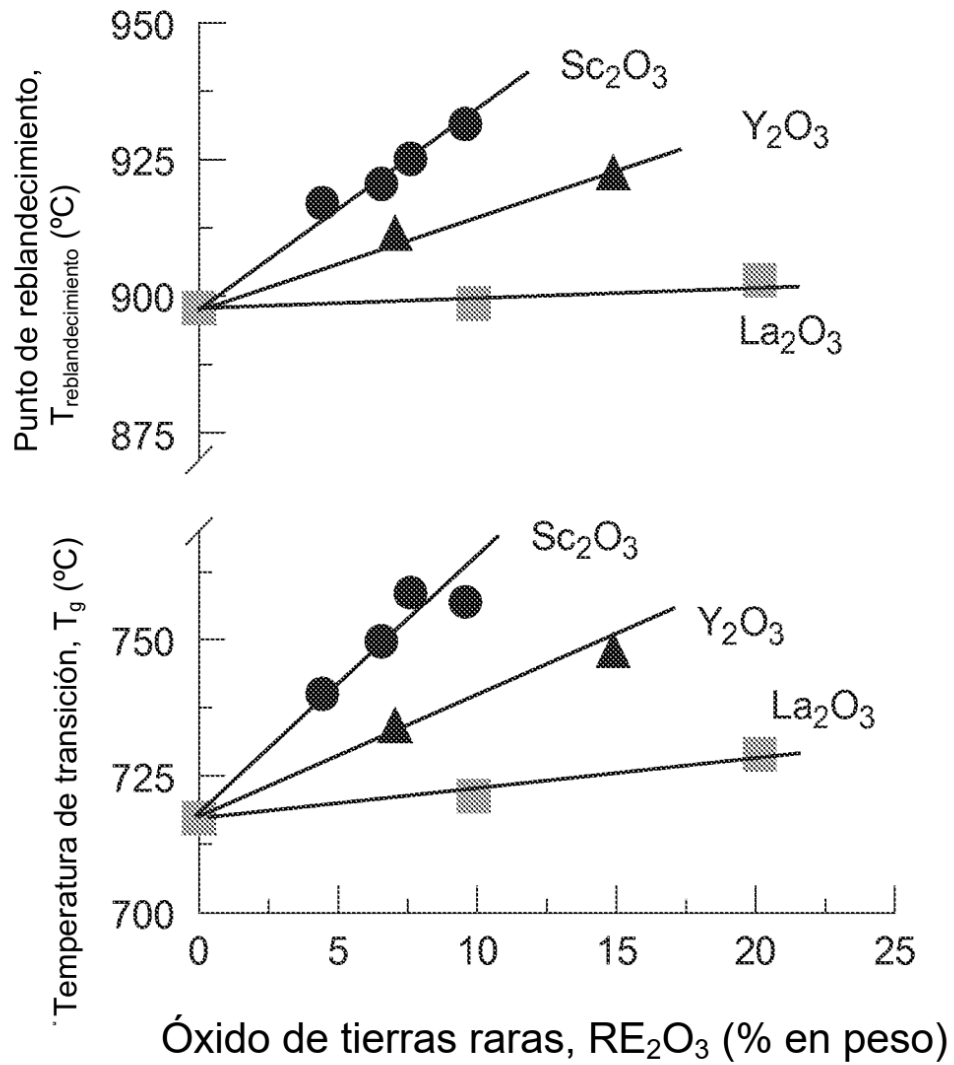


Figura 3

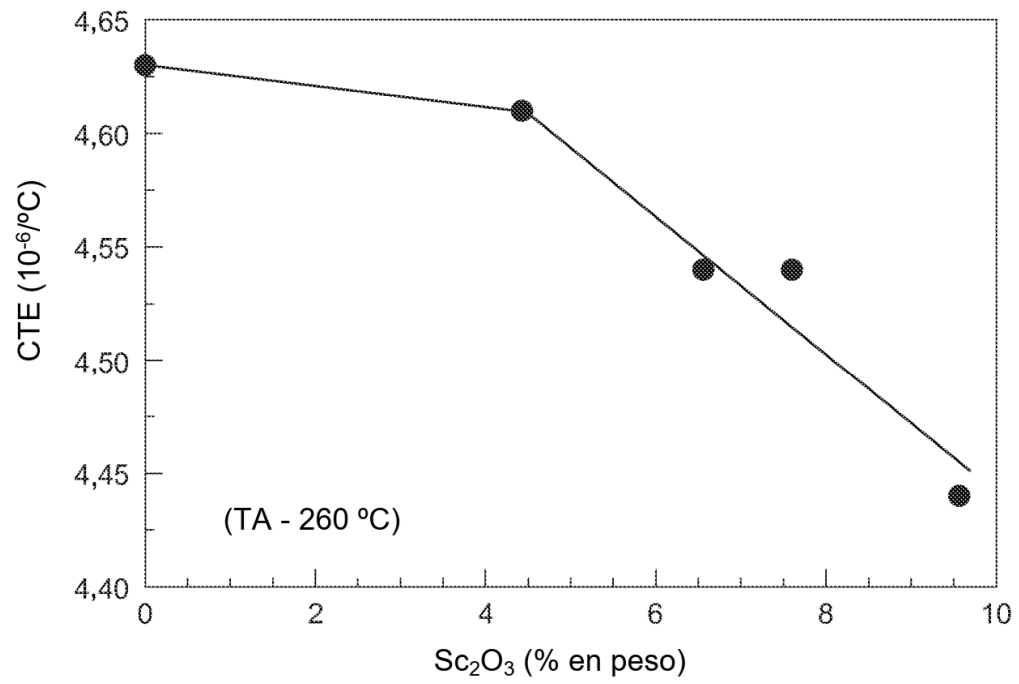


Figura 4