

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 965**

51 Int. Cl.:

**C08G 59/40** (2006.01)

**C08J 9/00** (2006.01)

**C08L 63/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2020** **E 22158328 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023** **EP 4036143**

54 Título: **Composición epoxi elastomérica de éster de fosfato de dos partes y método de uso de la misma**

30 Prioridad:

**03.04.2019 US 201962828693 P**

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

**18.07.2024**

73 Titular/es:

**ZEPHYROS INC. (100.0%)  
160 McLean Drive  
Romeo, MI 48065, US**

72 Inventor/es:

**CZAPLICKI, MICHAEL;  
MORTAZAVIAN, HAMID y  
HICKS, KEVIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 975 965 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Composición epoxi elastomérica de éster de fosfato de dos partes y método de uso de la misma

**Campo**

- 5 Las presentes enseñanzas se refieren, en general, a una composición que tiene un primer componente y un segundo componente y a un método para usar la composición. Más específicamente, las presentes enseñanzas se refieren a materiales elastoméricos curados basados en éster de fosfato y epoxi de dos componentes capaces de desarrollar adherencia a una variedad de sustratos que pueden usarse como materiales para juntas y selladores espumados *in situ*.

**Antecedentes**

- 10 Los materiales para juntas y selladores se emplean con frecuencia en las industrias del transporte y la construcción para diversos fines. Por ejemplo, los materiales para juntas pueden proporcionar uno o más de sellado, aislamiento de agua y viento, entrada de suciedad y polvo y prevención de ruidos.

- 15 En la industria, particularmente en las industrias del transporte y la construcción, se han empleado materiales selladores y para juntas troquelados. Normalmente, los materiales para junta/sellado despegables y adhesivos troquelados comprenden espuma que se forma antes de la aplicación sobre una pieza de trabajo y la unión a una pieza de trabajo se logra mediante un adhesivo tal como un adhesivo sensible a la presión. Algunos inconvenientes de los materiales para junta/selladores troquelados incluyen la mano de obra y los recursos de proceso adicionales inherentes al proceso de troquelado, los residuos producidos por el troquelado y la necesidad de un adhesivo independiente.

- 20 Las reacciones de formación de espuma *in situ* permiten dispensar materiales para junta y sellado directamente sobre la pieza de trabajo. Cuando se desea la activación a temperatura ambiente (por ejemplo, expansión y curado), las espumas basadas en poliuretano son las más comunes. Las espumas de poliuretano tienen una serie de inconvenientes, algunos de los cuales son la inclusión de monómeros u oligómeros con función isocianato, alto contenido de COV, una capacidad limitada para adherirse a ciertos sustratos, poca resistencia a la hidrólisis en  
25 ambientes mojados o húmedos, inadecuación para su uso en sistemas de reacción más lenta, alta sensibilidad a los cambios de temperatura durante la dosificación y la formación de espuma, y la necesidad de una alta especificidad en las proporciones de mezcla al formular, donde cada formulación es sensible a la razón de mezcla. Otro tipo de materiales para juntas/sellado que se curan *in situ* son los basados en silicona. Estos tienen sus propios inconvenientes, incluida una mala adherencia a una variedad de sustratos, poca resistencia al desgarramiento, alto coste y  
30 falta de capacidad de ajuste en expansión y rigidez.

- Como alternativa a las espumas basadas en poliuretano, se han utilizado ácidos fosfóricos para reacciones de formación de espuma *in situ* en materiales poliméricos. Sin embargo, el tiempo de reacción con ácido fosfórico es muy rápido, lo que no es ideal para procesos de montaje que requieren tiempo para ubicar el material polimérico sobre una superficie antes de la formación de espuma. Por tanto, puede ser preferible un tiempo de reacción algo retrasado. En  
35 algunas situaciones, puede haber preocupaciones sobre el bajo pH y el riesgo de salpicaduras de ácido fosfórico. Por lo tanto, pueden preferirse materiales alternativos con un pH más alto y un menor riesgo de salpicaduras. Las dificultades de fabricar materiales elastoméricos debido a la multifuncionalidad del ácido fosfórico es otro inconveniente del uso de ácido fosfórico. También existe una diferencia significativa en la viscosidad entre el ácido fosfórico y el material polimérico. Esto presenta desafíos tanto para la fabricación (por ejemplo, mezcla) como para el  
40 almacenamiento del material. El ácido fosfórico también tiene un peso molecular mucho más bajo que muchos materiales poliméricos, lo que genera proporciones de mezcla indeseables. Serían preferibles relaciones de mezcla relativamente similares de 1:1,2:1 o 4:1 (normalmente material monomérico u oligomérico con respecto al ácido fosfórico). Por último, la naturaleza reactiva del ácido fosfórico dificulta la formulación de materiales adhesivos y selladores, ya que muchos componentes químicos pueden ser inestables cuando se utilizan junto con el ácido fosfórico  
45 debido a su muy alta reactividad. Sería preferible tener la capacidad de incluir una variedad de restos diferentes que puedan ser ventajosos para la adherencia, la compatibilidad física o química, las propiedades mecánicas u otras razones.

La Publicación internacional n.º WO 2016/149700 A1, incorporada en la presente memoria como referencia para todos los fines, describe el uso de ésteres de fosfato como una alternativa al ácido fosfórico.

- 50 A pesar de las enseñanzas anteriores, sigue existiendo la necesidad de un material elastomérico mejorado que pueda utilizarse como materiales para junta y sellado. Existe la necesidad de espuma y materiales para junta y sellado que se formen *in situ* y que se curen a temperatura ambiente (por ejemplo, ambiental). Existe una necesidad de materiales para juntas y selladores que proporcionen expansión y reticulación en un intervalo más amplio de temperaturas ambiente en comparación con los materiales para juntas y sellado conocidos. Existe una necesidad de materiales para  
55 juntas y sellado que proporcionen adherencia a una amplia variedad de sustratos, incluidos sustratos no tratados y no limpios. Existe la necesidad de materiales para juntas y sellado que utilicen un componente capaz de curar y formar espuma sin necesidad de componentes adicionales. Existe una necesidad de materiales para juntas y sellado que proporcionen propiedades deseables contra el fuego, el humo y la toxicidad (FST) y al mismo tiempo eliminan el uso

o reduzcan la cantidad de agentes indeseables para impartir las mismas.

Las presentes enseñanzas proporcionan uno o más de los beneficios mencionados anteriormente. Los materiales para junta y sellado de las presentes enseñanzas se pueden utilizar para uno o más de los siguientes: llenado de cavidades, sellado o amortiguación.

## 5 Compendio

Las presentes enseñanzas proporcionan un sistema de dos partes que comprende: un primer componente que incluye una o más resinas epoxi; un segundo componente que incluye uno o más ésteres de fosfato; y en donde, al mezclar el primer componente y el segundo componente, la composición puede reaccionar para crear un producto terminado aceptable en un intervalo de temperatura de aproximadamente 0°C a aproximadamente 50°C. Opcionalmente, para reducir el tiempo necesario para alcanzar un estado seco al tacto (por ejemplo, no pegajoso), se podría utilizar una fuente de calor.

Las presentes enseñanzas proporcionan un sistema de dos partes que comprende: un primer componente que incluye: una o más resinas epoxi, que pueden ser resinas epoxi líquidas o sólidas, resinas epoxi flexibles o resinas epoxi alifáticas multifuncionales, uno o más diluyentes reactivos, y uno o más aditivos del primer componente; un segundo componente que incluye: uno o más ésteres de fosfato que incluyen un primer éster de fosfato, un segundo éster de fosfato opcional y un tercer éster de fosfato opcional; uno o más aditivos del segundo componente; y en donde, al mezclar el primer componente y el segundo componente para formar una composición curable, la composición curable se cura a una temperatura de aproximadamente 0°C a aproximadamente 50°C, en donde los ésteres de fosfato se producen mediante la reacción de ácido fosfórico y un grupo epóxido de un precursor de éster de fosfato a una razón estequiométrica de 0,7:1 a 1:0,7 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico.

El segundo componente puede incluir el tercer éster de fosfato. El segundo componente puede incluir al menos un éster de fosfato que es un producto de la reacción entre un ácido fosfórico y una epoxi monofuncional. El uno o más ésteres de fosfato pueden incluir un éster de fosfato derivado del líquido de cáscara de anacardo (CNSL). El segundo componente puede incluir algo de ácido fosfórico añadido.

El primer componente puede incluir uno o más aditivos del primer componente. El uno o más aditivos del primer componente pueden incluir un carbonato metálico que puede ser carbonato de calcio, uno o más minerales, fibras de refuerzo, sílice hidrófoba o cualquier combinación de los mismos. El carbonato de calcio puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 40% en peso del lado A de la composición (por ejemplo, el primer componente). El carbonato de calcio puede incluir un carbonato de calcio ultrafino, un carbonato de calcio fino, un carbonato de calcio de finura media o cualquier combinación de los mismos. El primer componente puede incluir carbonato de calcio fino en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 8% en peso. El primer componente puede incluir carbonato de calcio de finura media en una cantidad de aproximadamente 13% a aproximadamente 18% en peso.

El segundo componente puede incluir uno o más aditivos del segundo componente. El uno o más aditivos del segundo componente pueden incluir minerales, fibra de refuerzo, sílice hidrófoba o cualquier combinación de los mismos.

La una o más resinas epoxi pueden incluir una o más resinas epoxi líquidas, una o más resinas epoxi flexibles, una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales, uno o más diluyentes reactivos o cualquier combinación de los mismos. La una o más resinas epoxi pueden incluir un producto de reacción de epíclorhidrina y bisfenol A. La una o más resinas epoxi pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 30% en peso. La una o más resinas epoxi (que pueden ser una resina epoxi flexible) pueden incluir una resina epoxi de éter glicídico difuncional, una resina epoxi basada en BPA no modificada, una resina de polibutadieno epoxidado multifuncional o cualquier combinación de las mismas. Para producir una composición final que sea elastomérica, se espera que uno o más de los ingredientes constituyentes de los productos formulados sean flexibles o elastoméricos. La una o más resinas epoxi pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 45% en peso. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden incluir un sorbitol epoxidado. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 30% en peso. El uno o más diluyentes reactivos pueden incluir un diglicidil éter de poliglicol, un triglicidil éter de trimetiloletano o ambos. El uno o más diluyentes reactivos pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 25% en peso.

La temperatura de reacción puede ser de aproximadamente 0°C a aproximadamente 50°C. La temperatura de reacción puede ser de aproximadamente 15°C a aproximadamente 25°C. El tiempo de curado de la composición curable puede ser de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 25 minutos, que podría acelerarse usando una fuente de calentamiento. El tiempo de curado de la composición curable puede ser de aproximadamente 7 minutos a aproximadamente 10 minutos. El producto de reacción resultante puede tener una expansión de volumen de aproximadamente 100% a aproximadamente 800%. El producto de reacción resultante puede tener una expansión de volumen de aproximadamente 400% a aproximadamente 500%.

La composición curable se puede dispensar sobre cualquier superficie que pueda beneficiarse de un material elastomérico espumado. Esto puede incluir una pieza de trabajo que consiste en un componente de automóvil. El

producto de reacción de la composición curable puede ser una junta o un sellador. El sistema de dos partes puede estar libre de agentes de curado latentes, aceleradores de curado o ambos.

Las enseñanzas del presente documento se dirigen, además, a un método que comprende: proporcionar un sistema de dos partes, incluyendo el sistema de dos partes un primer componente y un segundo componente, incluyendo el primer componente una o más resinas epoxi, e incluyendo el segundo componente uno o más ésteres de fosfato; y mezclar el primer componente y el segundo componente para formar un producto de reacción; y en donde, al mezclar el primer componente y el segundo componente para formar una composición curable, la composición curable se cura a una temperatura de aproximadamente 0°C a aproximadamente 50°C.

El segundo componente puede incluir dos o tres ésteres de fosfato diferentes. El primer componente puede incluir uno o más aditivos del primer componente. El segundo componente puede incluir uno o más aditivos del segundo componente. El uno o más aditivos del primer componente pueden incluir carbonato de calcio.

El método puede incluir curar la composición a una temperatura de aproximadamente 10°C a aproximadamente 35°C. El curado puede ocurrir a una temperatura de aproximadamente 15°C a aproximadamente 25°C. El tiempo de curado de la composición curable puede ser de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 15 minutos. El tiempo de curado de la composición curable puede ser de aproximadamente 7 minutos a aproximadamente 10 minutos. El producto de reacción puede tener una expansión de volumen de aproximadamente 100% a aproximadamente 800%. El producto de reacción puede tener una expansión de volumen de aproximadamente 400% a aproximadamente 500%.

El método puede incluir dispensar la composición curable sobre una pieza de trabajo que consiste en un componente de automóvil. El producto de reacción de la composición curable puede ser una junta o sellador. El sistema de dos partes puede estar libre de agentes de curado latentes, aceleradores de curado o ambos. El documento EP-A-0794236 describe revestimientos de resina epoxi modificada con fósforo.

#### Descripción detallada

Las presentes enseñanzas satisfacen una o más de las necesidades anteriores mediante las composiciones y métodos mejorados descritos en la presente memoria. Las explicaciones e ilustraciones presentadas en este documento tienen como objetivo familiarizar a otros expertos en la técnica con las enseñanzas, sus principios y su aplicación práctica. Los expertos en la técnica pueden adaptar y aplicar las enseñanzas en sus numerosas formas, como mejor se adapten a los requisitos de un uso particular. En consecuencia, las realizaciones específicas de las presentes enseñanzas tal como se exponen no pretenden ser exhaustivas ni limitantes de las enseñanzas. Por lo tanto, el alcance de las enseñanzas no debería determinarse con referencia a la descripción anterior, sino que debería determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes a los que tienen derecho dichas reivindicaciones. Las descripciones de todos los artículos y referencias, incluidas las solicitudes de patentes y las publicaciones, se incorporan como referencia para todos los fines. También son posibles otras combinaciones, como se deducirá de las siguientes reivindicaciones, que también se incorporan por referencia en esta descripción escrita.

La solicitud reclama el beneficio de prioridad de la fecha de presentación de la solicitud provisional de Estados Unidos con n.º de serie 62/828,693, presentada el 3 de abril de 2019.

Las presentes enseñanzas proporcionan una composición, que puede ser una composición de dos partes que comprende un lado A (es decir, un "primer componente") y un lado B (es decir, un "segundo componente"). Al mezclar, la composición de dos partes puede formar una composición curable y el producto de reacción, cuando está completamente curado, puede ser un material elastomérico que puede utilizarse como junta o material sellante.

El lado A puede comprender una o más resinas epoxi, uno o más aditivos, uno o más monómeros o ambos. La una o más resinas epoxi pueden incluir una o más resinas epoxi líquidas, una o más resinas epoxi flexibles, una o más resinas epoxi novolaca de fenol, una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales, uno o más diluyentes reactivos, una o más resinas epoxi modificadas con silano, uno o más monómeros, o cualquier combinación de los mismos. El uno o más aditivos pueden incluir uno o más agentes endurecedores (por ejemplo, partículas poliméricas de núcleo-cubierta), carbonato metálico, minerales, fibra de refuerzo, sílice hidrófoba, alúmina tabular o cualquier combinación de los mismos.

El lado B puede comprender uno o más ésteres de fosfato, ácido fosfórico, uno o más aditivos, uno o más monómeros o cualquier combinación de los mismos. El uno o más ésteres de fosfato pueden incluir un primer éster de fosfato, un segundo éster de fosfato, un tercer éster de fosfato o cualquier combinación de los mismos. El uno o más aditivos pueden incluir minerales, fibra de refuerzo, sílice hidrófoba o cualquier combinación de los mismos.

El uno o más ésteres de fosfato pueden ser uno o más ésteres de fosfato personalizados. Uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico y diversos alcoholes. El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico y un grupo epóxido de un precursor de éster de fosfato (es decir, componente que aún no ha reaccionado con ácido fosfórico). El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico con el éter glicídico del

líquido de cáscara de anacardo (CNSL), como el que se vende con el nombre comercial Cardolite® LITE 2513HP, disponible comercialmente en Cardolite Corporation, Monmouth Junction NJ. El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico con un éter de fenilglicidilo como el que se vende con el nombre comercial ERISYS® GE-13, disponible comercialmente en CVC Thermoset Specialties, Moorestown, NJ. El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico con éter de 2-etilhexil glicidilo como el que se vende con el nombre comercial ERISYS® GE-6, disponible comercialmente en CVC Thermoset Specialties, Moorestown, NJ. El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden producirse mediante la reacción de ácido fosfórico con un para-butilfenol terciario epoxidado tal como el vendido bajo el nombre comercial ERISYS® GE-11, disponible comercialmente en CVC Thermoset Specialties, Moorestown, NJ, o cualquier otra epoxi monofuncional. El uno o más ésteres de fosfato personalizados pueden ser el producto de reacción del ácido fosfórico y una molécula funcional monoépóxido en general.

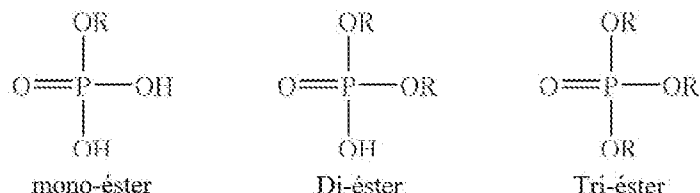
El uno o más ésteres de fosfato pueden ser uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados, cuando se intercambian en el lado B en lugar de un éster de fosfato personalizado puede dar como resultado una composición curable que reacciona más lentamente y forma espuma, presumiblemente debido a un nivel más bajo de ácido fosfórico libre y, por lo tanto, un pH más alto del lado B. La reacción y la formación de espuma de uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados se pueden mejorar (es decir, se puede aumentar la velocidad de reacción) mediante la adición de ácido fosfórico en el lado B. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden tener un pH de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 en solución acuosa. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden tener una viscosidad de aproximadamente 10.000 cP a aproximadamente 42.500 cP a 25°C, medida según ASTM D445. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden ser un éster de fosfato etoxilado de nonilfenol. Ejemplos de ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados adecuados pueden ser los vendidos con los nombres comerciales Dextrol™ OC-110, Dextrol OC-40 y Strodex MO-100 disponibles comercialmente en Ashland, Inc. (Covington, KY).

Los ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden estar presentes en el lado B. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 50% en peso del lado B. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 30% en peso del lado B. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 14% en peso del lado B. El uno o más ésteres de fosfato comerciales pre-reaccionados pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 12% en peso del lado B.

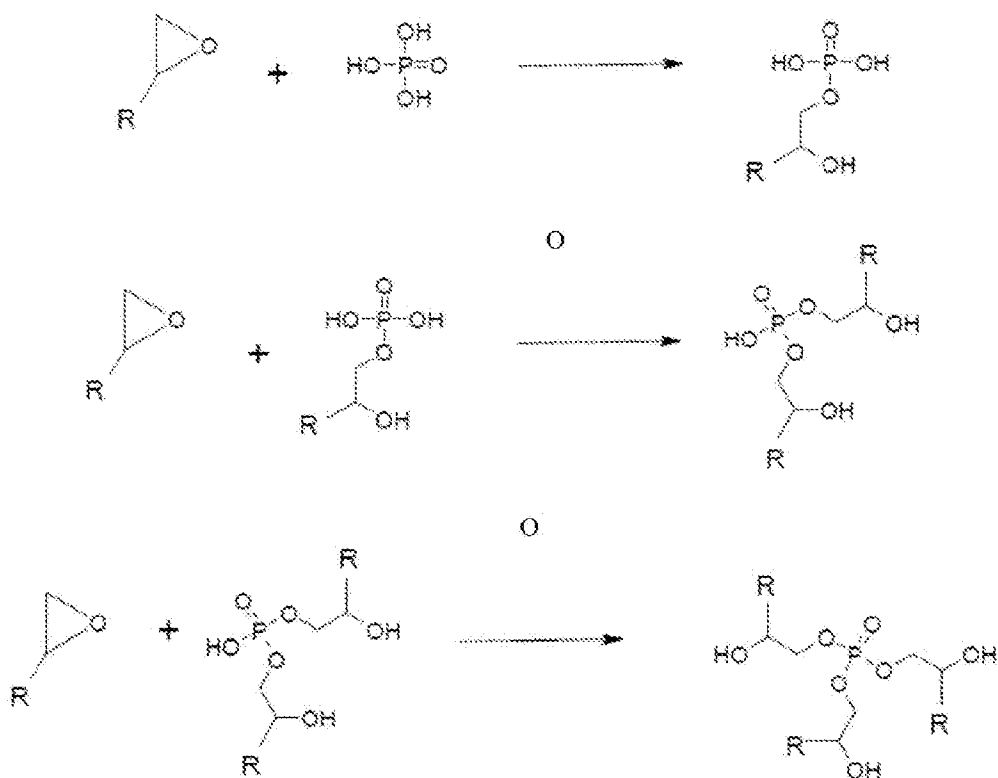
El uno o más ésteres de fosfato se producen mediante una reacción de aproximadamente 0,7:1 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico con aproximadamente 1:0,7 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico. El uno o más ésteres de fosfato se pueden producir mediante una reacción de aproximadamente 0,8:1 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico con aproximadamente 1:0,8 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico. El uno o más ésteres de fosfato se pueden producir mediante una reacción de aproximadamente 0,9:1 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico con aproximadamente 1:0,9 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico. El uno o más ésteres de fosfato se pueden producir mediante una reacción de aproximadamente 1:1 de precursor de éster de fosfato con ácido fosfórico. El uno o más ésteres de fosfato se pueden producir mediante una reacción de aproximadamente 0,8:1 de precursor de éster de fosfato con ácido fosfórico.

El líquido de cáscara de anacardo (CNSL) puede incluir productos químicos comúnmente extraídos del líquido de cáscara de anacardo (CNSL), incluidos ácidos anacárdicos, cardol, cardanol o cualquier combinación de los mismos. Preferiblemente, el éter glicidílico del líquido de cáscara de anacardo (CNSL) es un éter glicidílico de cardanol.

El uno o más ésteres de fosfato se pueden seleccionar entre mono-ésteres, di-ésteres o tri-ésteres como se muestra a continuación:



El uno o más ésteres de fosfato se pueden obtener a partir de la reacción de grupos epóxido con ácido fosfórico como se representa a continuación:



El lado B puede comprender uno o más ésteres de fosfato, uno o más precursores de éster de fosfato, o ambos. El lado B puede comprender uno o más precursores de éster de fosfato que pueden combinarse con ácido fosfórico antes de la combinación con el lado A. El lado B puede comprender uno o más ésteres de fosfato que reaccionan previamente (es decir, la reacción de epóxido y fosfato) antes de la adición al lado B.

El primer éster de fosfato puede ser el producto de reacción del ácido fosfórico con el éter glicídico del líquido de cáscara de anacardo (CNSL) (p. ej., Cardolite® LITE 2513HP). El segundo éster de fosfato puede ser el producto de reacción de una cantidad estequiométrica de aproximadamente 1:1 de 2-etilhexil-glicidilo (p. ej., ERISYS® GE-6) al ácido fosfórico. El tercer éster de fosfato puede ser el producto de reacción de una cantidad estequiométrica de ácido fosfórico 0,8:1 con 2-etilhexil glicidil éter (p. ej., ERISYS® GE-6). Sin embargo, existen numerosas posibilidades para el primer, segundo o tercer éster de fosfato.

El primer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 60% en peso del lado B. El primer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 25% a aproximadamente 35% en peso del lado B. El primer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 28% a aproximadamente 32% en peso del lado B. El primer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 32% en peso del lado B. El segundo éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 40% en peso del lado B. El segundo éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 15% a aproximadamente 25% en peso del lado B. El segundo éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 18% a aproximadamente 22% en peso del lado B. El segundo éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 21% en peso del lado B. El tercer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 65% en peso del lado B. El tercer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 35% a aproximadamente 45% en peso del lado B. El tercer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 42% en peso del lado B. El tercer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 58% en peso del lado B. El tercer éster de fosfato puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 60% en peso del lado B.

El lado B puede incluir ácido fosfórico. El ácido fosfórico puede ser ácido ortofosfórico, ácido polifosfórico o ambos. El ácido fosfórico puede ser ácido polifosfórico. El ácido fosfórico puede ser ácido libre en uno o más ésteres de fosfato, añadido independientemente de uno o más ésteres de fosfato, o ambos. La adición de ácido fosfórico al lado B puede dar como resultado una mayor expansión (por ejemplo, formación de espuma) del producto de reacción resultante. La adición de ácido fosfórico al lado B puede aumentar la reactividad del sistema de dos partes para ayudar a mantener los niveles deseados de expansión, curado o ambos cuando las temperaturas son inferiores a 23°C.

El ácido fosfórico añadido independientemente puede estar en solución acuosa en una cantidad del 85% o más (es decir, "calidad para reactivo"). El ácido fosfórico añadido independientemente puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 20% en peso del lado B. El ácido fosfórico añadido independientemente puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 6% en peso del lado B. El ácido fosfórico añadido independientemente puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 4% en peso del lado B.

El uno o más ésteres de fosfato, producidos a partir de la reacción de ácido fosfórico y precursor de éster de fosfato, pueden incluir ácido libre. El uno o más ésteres de fosfato pueden tener aproximadamente 1% o más de ácido libre, aproximadamente 3% o más de ácido libre, aproximadamente 5% o más de ácido libre, aproximadamente 15% o menos de ácido libre, aproximadamente 13% o menos de ácido libre, o incluso aproximadamente 11% o menos de ácido libre.

El sistema de dos partes, al añadir el lado A y el lado B, puede formar espuma como resultado de una reacción de carbonato metálico o bicarbonato metálico y un ácido, generando la liberación de gas (por ejemplo, dióxido de carbono para servir como agente espumante químico). Tal mecanismo de reacción se describe en la patente de EE. UU. n.º 5.648.401, incorporada en la presente memoria como referencia para todos los propósitos.

La reacción, la formación de espuma o ambas pueden ocurrir a una temperatura de aproximadamente 50°C o menos, aproximadamente 30°C o menos, aproximadamente 20°C o menos, o incluso aproximadamente 0°C o menos. El curado, la formación de espuma o ambos pueden ocurrir a una temperatura de aproximadamente 0°C o más, aproximadamente 10°C o más, o incluso aproximadamente 20°C o más. El curado, la formación de espuma o ambos pueden ocurrir a una temperatura de aproximadamente 10°C a aproximadamente 35°C. El curado, la formación de espuma o ambos pueden ocurrir a una temperatura de aproximadamente 10°C. El curado, la formación de espuma o ambos pueden ocurrir a temperatura ambiente (por ejemplo, a una temperatura de aproximadamente 15°C a aproximadamente 25°C). El curado, la formación de espuma o ambos pueden ocurrir a una temperatura de aproximadamente 23°C.

Las presentes enseñanzas contemplan un tiempo de curado, un tiempo de formación de espuma o ambos relativamente rápidos en comparación con otros agentes de curado o sistemas de curado que se producen sin la adición de un estímulo (por ejemplo, a temperatura ambiente). El tiempo de curado del producto de reacción puede ser 75 minutos o menos, 50 minutos o menos, 30 minutos o menos, 20 minutos o menos, 2 minutos o más, 8 minutos o más, o incluso 16 minutos o más. El tiempo de curado del producto de reacción resultante puede ser de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 20 minutos. El tiempo de curado del producto de reacción resultante puede ser de aproximadamente 10 minutos. El tiempo de curado del producto de reacción resultante puede ser de aproximadamente 7 minutos. El tiempo de curado del producto de reacción resultante puede ser de aproximadamente 5 minutos.

La formación de espuma puede comenzar antes de que se complete la reacción del producto de reacción resultante. El tiempo de formación de espuma (es decir, el marco de tiempo dentro del cual el sistema de dos partes forma espuma activamente) del producto de reacción puede ser 30 minutos o menos o incluso 20 minutos o menos. El tiempo de formación de espuma del producto de reacción puede ser de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 10 minutos. El tiempo de formación de espuma del producto de reacción puede ser de aproximadamente 5 minutos. El tiempo de formación de espuma del producto de reacción puede ser de aproximadamente 7 minutos.

El lado A puede incluir uno o más materiales con funcionalidad epóxido (es decir, una o más resinas epoxi). La una o más resinas epoxi pueden ser cualquier resina epoxi dimérica, oligomérica o polimérica convencional. La una o más resinas epoxi pueden contener al menos un grupo funcional epóxido (es decir, monofuncional) o pueden contener más de un grupo funcional epóxido (es decir, multifuncional). La una o más resinas epoxi pueden contener uno o más grupos funcionales epóxido, dos o más grupos funcionales epóxido, tres o más grupos funcionales epóxido o incluso cuatro o más grupos funcionales epóxido. La una o más resinas epoxi pueden ser resinas epoxi modificadas (por ejemplo, modificadas con silano, modificadas con elastómero y similares). La una o más resinas epoxi pueden ser alifáticas, cicloalifáticas, aromáticas o similares, o cualquier combinación de las mismas. La una o más resinas epoxi se pueden suministrar como un sólido (por ejemplo, como gránulos, pedazos, trozos o similares, o cualquier combinación de los mismos) o como un líquido (por ejemplo, una resina epoxi líquida). Sin embargo, si se utilizan resinas sólidas, es posible que primero se disuelvan en una resina líquida u otro disolvente adecuado. Como se usa en la presente memoria, a menos que se indique lo contrario, una resina epoxi es un sólido si es sólida a una temperatura de 23°C y es una resina líquida si es líquida a una temperatura de 23°C. La una o más resinas epoxi pueden incluir una o más resinas epoxi líquidas, una o más resinas epoxi flexibles, una o más resinas epoxi novolaca de fenol, una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales, uno o más diluyentes reactivos, una o más resinas epoxi modificadas con silano, o cualquier combinación de las mismas.

El sistema de dos partes puede incluir una o más resinas epoxi líquidas. La una o más resinas epoxi líquidas pueden funcionar como base para el componente de resina epoxi. La una o más resinas epoxi líquidas pueden ser un producto de reacción de epíclorhidrina (en adelante, "EPH") y cualquier bisfenol convencional. La una o más resinas epoxi líquidas pueden ser un producto de reacción de EPH y bisfenol A (en adelante, "BPA"), bisfenol F (en adelante, "BPF"), o ambos. La una o más resinas epoxi líquidas (que pueden ser resinas epoxi líquidas normales o comerciales) pueden

tener un peso equivalente de epóxido (en adelante "EEW") de aproximadamente 100 g/equivalente a aproximadamente 1000 g/equivalente medido según ASTM D1652-97. La una o más resinas epoxi líquidas pueden tener un porcentaje de epóxido de aproximadamente 20 a aproximadamente 25. La una o más resinas epoxi líquidas pueden tener una viscosidad de aproximadamente 10 cP a aproximadamente 100.000 cP a 25°C medida según ASTM D445. Un ejemplo de una resina epoxi líquida basada en BPA adecuada puede ser D.E.R.<sup>™</sup> 331, disponible comercialmente en The Olin Corporation (Clayton, MO). Un ejemplo de una resina epoxi líquida basada en BPF adecuada puede ser la YDF-170 disponible comercialmente en Kukdo Chemical (Corea del Sur).

La una o más resinas epoxi líquidas pueden estar presentes como parte del lado A. La una o más resinas epoxi líquidas pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 50% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi líquidas pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 30% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi líquidas pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente el 8% en peso del lado A.

El sistema de dos partes puede incluir una o más resinas epoxi flexibles. La una o más resinas epoxi flexibles pueden funcionar para reducir el módulo elástico, aumentar la deformación hasta el fallo, disminuir el tiempo de recuperación, disminuir el grado de densidad de reticulación en el producto de reacción, aumentar la resistencia al impacto, mejorar la adherencia, mejorar la resistencia al desprendimiento, o cualquier combinación de los mismos, del producto de reacción. La una o más resinas epoxi flexibles pueden mejorar la capacidad de atrapar gas del sistema de dos partes en parte actuando como un modificador de la viscosidad o reduciendo la permeabilidad al gas. La una o más resinas epoxi flexibles pueden ser una resina epoxi de éter glicidílico difuncional, una resina epoxi basada en BPA no modificada, una resina de polibutadieno epoxidada multifuncional o cualquier combinación de las mismas. La una o más resinas epoxi flexibles pueden tener un EEW de aproximadamente 260 a aproximadamente 500 medido según ASTM D1652-97. La una o más resinas epoxi flexibles pueden tener una viscosidad de aproximadamente 700 cP a aproximadamente 500.000 cP a 25°C, medida según ASTM D445. Ejemplos de resinas epoxi flexibles adecuadas pueden incluir NC-514 (disponible comercialmente de Cardolite Corporation, Monmouth Junction NJ), Araldite<sup>®</sup> PY 4122 (disponible comercialmente en Huntsman Advanced Materials, Inc., Salt Lake City, UT), Poly bd<sup>®</sup> 605E (disponible comercialmente en Cray Valley, Exton, PA), o cualquier combinación de las mismas.

La una o más resinas epoxi flexibles pueden estar presentes en el lado A. La una o más resinas epoxi flexibles pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 50% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi flexibles pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 35% a aproximadamente 45% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi flexibles pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente el 39% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi flexibles pueden incluir una resina epoxi de éter glicidílico difuncional en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 18% en peso del lado A, una resina epoxi basada en BPA no modificada en una cantidad de aproximadamente 8% a aproximadamente 16% en peso del lado A, y una resina de polibutadieno epoxidado multifuncional en una cantidad de aproximadamente 8% a aproximadamente 16% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi flexibles pueden incluir una resina epoxi de éter glicidílico difuncional en una cantidad de aproximadamente 14% en peso del lado A, una resina epoxi basada en BPA no modificada en una cantidad de aproximadamente 12% en peso del lado A, y una resina de polibutadieno epoxidado multifuncional en una cantidad de aproximadamente 12% en peso del lado A. El sistema de dos componentes puede incluir una resina epoxi de éter glicidílico difuncional, un epoxi difuncional derivado de cardanol y una resina de polibutadieno epoxidada multifuncional, respectivamente a una razón de aproximadamente 1:1:1. El sistema de dos componentes puede incluir una resina epoxi de éter glicidílico difuncional, un epoxi difuncional derivado de cardanol y una resina de polibutadieno epoxidado multifuncional, respectivamente a una razón de aproximadamente 1:0,8:0,8. El sistema de dos componentes puede incluir una resina epoxi de éter glicidílico difuncional, un epoxi difuncional derivado de cardanol y una resina de polibutadieno epoxidado multifuncional, respectivamente a una razón de aproximadamente 1:0,9:0,9.

El sistema de dos partes descrito en la presente memoria también puede incluir una o más resinas epoxi fenol novolaca. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden funcionar para impartir resistencia química, resistencia a disolventes, resistencia a la temperatura o cualquier combinación de las mismas, al producto de reacción. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden estar presentes como una parte del lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden tener un EEW de aproximadamente 165 g/equivalente a aproximadamente 183 g/equivalente, medido según ASTM D1652-97. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden tener una funcionalidad epoxi promedio de aproximadamente 2,1 a aproximadamente 6,5. Una de las funciones principales de las resinas EPN es aumentar la densidad de reticulación de la red mediante su multifuncionalidad. Esto también es importante para controlar la velocidad de reacción y la capacidad de evitar el colapso de la espuma durante y/o después del proceso de reacción. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden tener una viscosidad de aproximadamente 18.000 cP a aproximadamente 30.000 cP a 25°C medida según ASTM D445. Ejemplos de resinas epoxi fenol novolaca adecuadas pueden ser las vendidas con los nombres comerciales Epalloy 8250 y Epalloy 8330, disponibles comercialmente en CVC Thermoset Specialties (Moorestown, NJ).

La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 30% a aproximadamente 50% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 35% a aproximadamente 45% en peso del primer componente o lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 38% a aproximadamente



42% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 42% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca funcional pueden incluir una resina epoxi fenol novolaca aproximadamente 3,6 funcional presente en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 18% en peso del lado A y una resina novolaca epoxi fenol aproximadamente 6,5 funcional presente en una cantidad de aproximadamente 22% a aproximadamente 32% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi fenol novolaca pueden incluir una resina epoxi fenol novolaca aproximadamente 3,6 funcional presente en una cantidad de aproximadamente 15% en peso del lado A y una resina epoxi fenol novolaca aproximadamente 6,5 funcional presente en una cantidad de aproximadamente 28% en peso del lado A. El sistema de dos partes puede incluir una resina epoxi fenol novolaca aproximadamente 3,6 funcional y una resina epoxi fenol novolaca aproximadamente 6,5 funcional a una razón de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:3.

El sistema de dos partes puede incluir una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden funcionar para aumentar el grado de reticulación del producto de reacción, aumentar la resistencia química del producto de reacción, o ambas cosas. Estas resinas tienen la capacidad de aumentar la densidad de reticulación del producto de reacción resultante mientras preservan o mejoran la naturaleza elastomérica del producto de reacción. En general, los materiales multifuncionales harán que el producto de reacción sea menos elastomérico. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden incluir un sorbitol epoxidado. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden tener un EEW de aproximadamente 160 g/equivalente a aproximadamente 195 g/equivalente, medido según ASTM D1652-97. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden tener una viscosidad de aproximadamente 4.000 cP a aproximadamente 18.000 cP a 25°C, medida según ASTM D445. Ejemplos de resinas epoxi alifáticas multifuncionales adecuadas pueden ser las vendidas con los nombres comerciales ERISYS® GE-60 y ERISYS® GE-61, disponible comercialmente en CVC Thermoset Specialties (Moorestown, NJ).

La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes como una parte del lado A. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 8% a aproximadamente 16% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 14% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 12% en peso del lado A.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más diluyentes reactivos. El uno o más diluyentes reactivos pueden funcionar para reducir la viscosidad general del sistema de dos partes, con el fin de modificar el proceso de dosificación o el flujo del sistema de dos partes sobre una pieza de trabajo después de la dosificación, disminuir el grado de reticulación del producto de reacción cuando es monofuncional. Cuando estadísticamente es más que difuncional, el diluyente puede aumentar la densidad de reticulación. El uno o más diluyentes reactivos pueden ser poliméricos, por lo que el diluyente reactivo puede aumentar la flexibilidad del producto de reacción; el uno o más diluyentes reactivos pueden ser multifuncionales, por lo que el diluyente reactivo puede promover una mayor reticulación e impartir resistencia química al producto de reacción; o ambos. El uno o más diluyentes reactivos pueden incluir un diglicidil éter de poliglicol, un triglicidil éter de trimetiloletano o ambos. El uno o más diluyentes reactivos pueden tener un EEW de aproximadamente 100 g/equivalente a aproximadamente 300 g/equivalente medido según ASTM D1652-97. El uno o más diluyentes reactivos pueden tener una viscosidad de aproximadamente 10 cP a aproximadamente 1000 cP a 25°C medida según ASTM D445. Un ejemplo de diluyentes reactivos adecuados, pueden ser los vendidos con los nombres comerciales ERISYS® GE-31 y ERISYS® GE-24, disponibles comercialmente en CVC Thermoset Specialties (Moorestown, NJ).

El uno o más diluyentes reactivos pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso del lado A. El uno o más diluyentes reactivos pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 8% a aproximadamente 16% en peso del lado A. El uno o más diluyentes reactivos pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 14% en peso del lado A. El uno o más diluyentes reactivos pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente el 13% en peso del lado A. El uno o más diluyentes reactivos pueden incluir un diglicidil éter de poliglicol presente en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 6% en peso del lado A, y un triglicidil éter de trimetiloletano presente en una cantidad de aproximadamente 6% a aproximadamente 14% del lado A. El uno o más diluyentes reactivos pueden incluir un diglicidil éter de poliglicol presente en una cantidad de aproximadamente el 4% en peso del lado A, y un triglicidil éter de trimetiloletano presente en una cantidad de aproximadamente el 9% del lado A. El sistema de dos partes puede incluir un diglicidil éter de poliglicol y un triglicidil éter de trimetiloletano, respectivamente, a una razón de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:3.

El sistema de dos partes puede incluir una o más resinas epoxi modificadas con silano. La una o más resinas epoxi modificadas con silano pueden funcionar para impartir una adherencia mejorada al producto de reacción, particularmente adherencia al vidrio, metales o ambos. Un ejemplo de una resina epoxi modificada con silano adecuada puede ser la vendida con el nombre comercial EPOKUKDO® KSR-177 disponible comercialmente en Kukdo Chemical (Corea del Sur). Otro material adecuado sería un prepolímero de silicona con grupos epóxido cicloalifáticos. Un ejemplo de uno de dichos materiales está disponible con el nombre comercial Silmer EPC Di-50, disponible en Siltech Corporation en Ontario, Canadá.

La una o más resinas epoxi modificadas con silano pueden estar presentes en el lado A. La una o más resinas epoxi modificadas con silano pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 15% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi modificadas con silano pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 6% en peso del lado A. La una o más resinas epoxi modificadas con silano pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 4% en peso del lado A.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más monómeros. El uno o más monómeros pueden funcionar para mejorar las propiedades de adherencia del producto de reacción, particularmente a sustratos metálicos, aumentar la flexibilidad del producto de reacción, aumentar la resistencia al impacto del producto de reacción o cualquier combinación de los mismos. El uno o más monómeros pueden ser monofuncionales, difuncionales o incluso polifuncionales. El uno o los monómeros pueden ser un producto de reacción de esterificación de un alcohol y ácido acrílico o ácido metacrílico. El uno o más monómeros pueden ser un monómero acrílico monofuncional. Preferiblemente, uno o más monómeros pueden ser una mezcla de éster de ácido metacrilato y acrilato de 2-(2-etoxietoxi)etilo. Un ejemplo de un monómero adecuado puede ser el vendido con el nombre comercial SR 9050 disponible comercialmente en Sartomer (Exton, PA).

El sistema de dos partes puede incluir uno o más monómeros en el lado A, el lado B o ambos. El uno o más monómeros pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 26% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El uno o más monómeros pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 12% a aproximadamente 24% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El uno o más monómeros pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 14% a aproximadamente 22% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El uno o más monómeros pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 18% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación.

La velocidad de curado, el grado de reticulación o ambos pueden ser función de la funcionalidad del sistema de dos partes (lado A y lado B). Puede desearse una funcionalidad mayor (es decir, el número promedio de grupos funcionales en uno o más componentes polimerizables) para un sistema de dos partes que tiene componentes prepolimerizados que tienen una longitud de polímero más corta (es decir, menor viscosidad); por lo que la falta de estructura estructural resultante de polímeros más cortos se compensa con un mayor grado de reticulación. Puede desearse una funcionalidad más baja para un sistema de dos partes que tiene componentes prepolimerizados que tienen una longitud más larga (es decir, que normalmente dan como resultado una viscosidad más alta); por lo que la presencia de más esqueleto estructural resultante de polímeros más largos excluye la necesidad de una alta funcionalidad.

La funcionalidad del lado B puede reducirse al menos parcialmente mediante la reacción del carbonato metálico en el lado A con ácido fosfórico y los ésteres de fosfato y, como resultado, puede reducirse la funcionalidad del lado B. El lado A puede incluir componentes con mayor funcionalidad para compensar una funcionalidad reducida del lado B. El lado A se puede formular con una funcionalidad aumentada mediante el uso de ingredientes reactivos con una funcionalidad superior a dos.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más aditivos. El uno o más aditivos pueden incluir uno o más agentes endurecedores, carbonato de calcio, minerales, fibra de refuerzo, sílice hidrófoba, alúmina tabular o cualquier combinación de los mismos.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más agentes endurecedores. Uno o más agentes endurecedores pueden funcionar para distribuir energía dentro del producto de reacción (es decir, aumentar la resistencia al impacto). Uno o más agentes endurecedores pueden contribuir a una mayor resistencia al desprendimiento en T. El uno o más agentes endurecedores pueden comprender termoplásticos, termoendurecibles o termoestables, elastómeros, similares o cualquier combinación de los mismos. El uno o más agentes endurecedores pueden incluir elastómeros (incluidos materiales que contienen elastómeros), polímeros de núcleo-cubierta (que pueden incluir, entre otros, elastómeros) o ambos.

Los polímeros de núcleo-cubierta pueden comprender un primer material polimérico (es decir, material de núcleo) y un segundo material polimérico (es decir, material de cubierta). El primer material polimérico puede estar completamente encapsulado por el segundo material polimérico. El polímero de núcleo-cubierta puede incluir un primer material polimérico en una cantidad de aproximadamente 30% o más, 50% o más, o incluso 70% o más en peso. El primer material polimérico, el segundo material polimérico, o ambos pueden comprender uno, dos, tres o incluso más de tres polímeros que se combinan entre sí, se hacen reaccionar juntos (por ejemplo, polimerizados secuencialmente), o ambos, o pueden ser parte de los mismos o diferentes sistemas poliméricos núcleo-cubierta. Ejemplos de polímeros de núcleo-cubierta adecuados pueden ser los vendidos con los nombres comerciales Kane Ace™ MX-267 y MX-257, ambos disponibles comercialmente en Kaneka North America LLC (Pasadena, TX).

Los polímeros de núcleo-cubierta pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 25% en peso del lado A, del lado B, o tanto del lado A como del lado B en combinación (por ejemplo, si están presentes en el cantidad del 10% en peso, entonces puede estar presente en una cantidad del 5% en el lado A y del 5% en el lado B). El polímero de núcleo-cubierta puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El polímero de

núcleo-cubierta puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 5% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El polímero de núcleo-cubierta puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 17% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más carbonatos metálicos. Uno o más carbonatos metálicos pueden funcionar para producir gas en presencia de un ácido, actuar como carga, controlar el inicio o la extensión total del proceso de formación de espuma (por ejemplo, expansión), o ambos. El uno o más carbonatos metálicos pueden ser carbonato metálico o bicarbonato metálico. Ejemplos de cargas adecuadas incluyen carbonato de calcio, carbonato de níquel, carbonato de bario, bicarbonato de sodio y bicarbonato de potasio. Preferiblemente uno o más carbonatos metálicos pueden incluir carbonato de calcio. El tamaño de partícula del carbonato metálico, bicarbonato metálico o ambos puede controlar la expansión y el curado del sistema de dos partes, por lo que el área superficial total del carbonato metálico, bicarbonato metálico o ambos, disponible para reaccionar con el ácido es una función tanto del tamaño de partícula del carbonato, bicarbonato metálicos o ambos, como de la cantidad presente en el sistema de dos partes.

El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) puede estar presentes como una o más cargas de carbonato de calcio. La una o más cargas de carbonato de calcio pueden tener un tamaño de partícula medio de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 micrómetros. El carbonato de calcio puede tener un tamaño de partícula de finura media. Por ejemplo, el tamaño medio de partícula del carbonato de calcio de finura media puede ser de aproximadamente 22 micrómetros. Un ejemplo de carbonato de calcio de finura media adecuado puede ser Hubercarb® Q200, disponible comercialmente en Huber Engineered Materials, Atlanta, GA. El carbonato de calcio puede tener un tamaño de partícula fino. Por ejemplo, el tamaño medio de partículas del carbonato de calcio fino puede ser de aproximadamente 4 micrómetros. Un ejemplo de carbonato de calcio fino adecuado puede ser Hubercarb® Q4, disponible comercialmente en Huber Engineered Materials, Atlanta, GA. El carbonato de calcio puede tener un tamaño de partícula ultrafino. Por ejemplo, el tamaño medio de partícula del carbonato de calcio ultrafino puede ser de aproximadamente 1 micrómetro. Un ejemplo de carbonato de calcio ultrafino adecuado puede ser Hubercarb® Q2, disponible comercialmente en Huber Engineered Materials, Atlanta, GA. El sistema de dos partes puede incluir carbonato de calcio de finura media, carbonato de calcio fino, carbonato de calcio ultrafino o cualquier combinación de los mismos.

El carbonato de calcio puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 25% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 18% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 8% a aproximadamente 12% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 20% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede incluir tanto un carbonato de calcio fino presente en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 8% en peso del lado A como un carbonato de calcio de finura media presente en una cantidad de aproximadamente 13% a aproximadamente 18% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede incluir tanto un carbonato de calcio fino presente en una cantidad de aproximadamente 6% en peso del lado A como un carbonato de calcio de finura media presente en una cantidad de aproximadamente 15% en peso del lado A. El carbonato de calcio puede incluir tanto un carbonato de calcio fino presente en una cantidad de aproximadamente 5% en peso del lado A como un carbonato de calcio de finura media presente en una cantidad de aproximadamente 5% en peso del lado A. La razón de un carbonato de calcio de finura media a un carbonato de calcio fino puede ser de aproximadamente 3:1 a aproximadamente 1:3. La razón de carbonato de calcio de finura media a carbonato de calcio fino puede ser de aproximadamente 1:1.

El carbonato de calcio puede incluir un revestimiento. El revestimiento puede ser cualquier material que se descomponga durante el proceso de activación, el proceso de expansión o ambos, de modo que la expansión se retrase, se ralentice o ambas cosas. El revestimiento puede ser una cera, un ácido graso o combinaciones de los mismos.

El sistema de dos partes puede incluir uno o más minerales. El uno o más minerales (es decir, "refuerzo mineral") pueden funcionar para reforzar estructuralmente el producto de reacción. El uno o más minerales pueden mejorar la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión o ambas del producto de reacción. El uno o más minerales pueden ser cualquier mineral de silicato adecuado, incluidos, sin que ello pretenda ser limitante, inosilicatos (por ejemplo, wollastonita) y filosilicatos (por ejemplo, caolinita, vermiculita, talco, moscovita, etc.). La forma externa característica de un cristal individual o grupo de cristales de uno o más minerales puede ser acicular o en forma de aguja. El tamaño medio de partícula del uno o más minerales puede ser de aproximadamente 10 micrómetros a aproximadamente 20 micrómetros. El tamaño medio de partícula puede ser de aproximadamente 12 micrómetros a aproximadamente 18 micrómetros.

El uno o más minerales pueden incluir Wollastonita ( $\text{CaSiO}_3$ ). La wollastonita puede ser relativamente pura (es decir, menos del 2% en peso de impurezas tales como otros óxidos metálicos). La wollastonita puede contener impurezas que incluyen uno o más óxidos de hierro, magnesio, manganeso, aluminio, potasio, sodio o estroncio que sustituyen al calcio en la estructura mineral. Ejemplos de wollastonita adecuada pueden ser la vendida con el nombre comercial NYGLOS® 12 y NYGLOS® 8 disponibles comercialmente en NYCO Minerals Inc. (Willsboro, NY).

El uno o más minerales pueden estar presentes como parte del lado A, del lado B o de ambos. La wollastonita puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 10% en peso del lado A, del lado B o

de ambos lados A y B en combinación. La wollastonita puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 3% a aproximadamente 7% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La wollastonita puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 4% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación.

- 5 La arcilla de caolín calcinada puede estar presente como parte del lado A. La arcilla de caolín calcinada puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 5% en peso del lado A. La arcilla de caolín calcinada puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 4% en peso del lado A, del lado B o tanto del lado A como del lado B en combinación. La arcilla de caolín calcinada puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 2% en peso en el lado A.
- 10 El sistema de dos partes puede incluir una o más fibras de refuerzo. La fibra de refuerzo puede funcionar para reforzar estructuralmente el producto de reacción. La una o más fibras de refuerzo pueden mejorar la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión o ambas del producto de reacción. La una o más fibras de refuerzo pueden estar presentes en el lado A, el lado B o ambos. La una o más fibras de refuerzo pueden estar dispersas homogéneamente dentro del lado A, el lado B o ambos. La una o más fibras de refuerzo pueden comprender fibras poliméricas, fibras de vidrio (es decir, fibra de vidrio) o ambas. Las fibras poliméricas pueden incluir nailon, poliamida, poliéster, polipropileno, polietileno, politetrafluoroetileno, fibras de aramida (por ejemplo, Kevlar®), similares, o cualquier combinación de los mismos. Las fibras de vidrio pueden incluir vidrio de aluminoborosilicato ("vidrio E"), vidrio de cal alcalina ("vidrio A" o "vidrio C"), vidrio de resistencia eléctrica/química ("vidrio E-CR"), vidrio de borosilicato ("vidrio D"), vidrio de aluminosilicato ("vidrio R" o "vidrio S"), o cualquier combinación de los mismos. La fibra de refuerzo puede ser fibra cortada. La fibra de refuerzo puede tener una longitud cortada de aproximadamente 0,1 cm o más, aproximadamente 0,3 cm o más, o incluso aproximadamente 0,6 cm o más. La fibra de refuerzo puede tener una longitud cortada de aproximadamente 2,0 cm o menos, aproximadamente 1,5 cm o menos, o incluso aproximadamente 1,0 cm o menos. Ejemplos de fibra de vidrio adecuada pueden ser hebras cortadas disponibles comercialmente en Jushi USA (Columbia, SC).
- 20
- 25 La fibra de refuerzo puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,01% en peso a aproximadamente 3% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La fibra de refuerzo puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 1% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La fibra de refuerzo puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,2% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. El sistema de dos partes puede incluir uno o más tixotrópicos para controlar la viscosidad.
- 30

El sistema de dos partes puede incluir sílice hidrófoba. La sílice hidrófoba puede funcionar para controlar la viscosidad (por ejemplo, espesar), controlar la tixotropía, aumentar la hidrofobia o una combinación de los mismos. La sílice hidrófoba puede ser sílice pirógena. La sílice hidrófoba puede tener un tratamiento superficial. Por ejemplo, la sílice hidrófoba puede ser sílice pirógena con superficie tratada con poldimetilsiloxano (en adelante "PDMS") o hexametildisilazano (en adelante "HMDZ"). La sílice hidrófoba puede estar presente como parte del lado A, del lado B o de ambos. Ejemplos de sílice hidrófoba adecuada pueden ser la vendida con el nombre comercial AEROSIL® R 202 disponible comercialmente en Evonik Corporation (Parsippany, NJ); y los vendidos bajo el nombre comercial CAB-O-SIL® TS-530 y TS-720 disponibles comercialmente en Cabot Corporation (Boston, MA).

- 40 La sílice hidrófoba puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,25% a aproximadamente 6% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La sílice hidrófoba puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,5% a aproximadamente 4% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La sílice hidrófoba puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 2% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La sílice hidrófoba puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2% en peso del lado A. La sílice hidrófoba puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 3% a aproximadamente 5% en peso del lado B. La razón de sílice hidrófoba en el lado A con respecto al lado B puede ser de aproximadamente 1:6 a aproximadamente 6:1. La razón de sílice hidrófoba en el lado A con respecto al lado B puede ser aproximadamente 1:4. La razón de sílice hidrófoba en el lado A con respecto al lado B puede ser de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 2:1.
- 45

- 50 El sistema de dos partes puede incluir alúmina tabular. La alúmina tabular puede funcionar para impartir dureza, resistencia al choque térmico, resistencia al choque mecánico, alta capacidad calorífica, alta resistencia eléctrica o cualquier combinación de las mismas, al producto de reacción. La alúmina tabular puede estar presente en el lado A, el lado B o ambos. La alúmina tabular puede ser alfa alúmina convertida a su forma de corindón (es decir, óxido de aluminio cristalino) y sinterizada y puede proporcionarse como gránulos o polvos graduados. La alúmina tabular puede graduarse (es decir, separarse por tamaño) desde aproximadamente 44 micrómetros hasta aproximadamente 4760 micrómetros. La alúmina tabular puede graduarse hasta aproximadamente 44 micrómetros.
- 55

- La alúmina tabular puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 15% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La alúmina tabular puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 4% a aproximadamente 12% en peso del lado A, del lado B o de ambos lados A y B en combinación. La alúmina tabular puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 5% en peso del lado A. La alúmina tabular puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 10% en peso del lado A.
- 60

El sistema de dos partes puede incluir uno o más aditivos funcionales para mejorar una o más propiedades diversas de la composición. Ejemplos de aditivos funcionales adecuados pueden incluir antioxidantes, antiozonantes, absorbentes de ultravioleta, agentes antiestáticos, colorantes, agentes de acoplamiento, agentes de curado, retardantes de llama, agentes de soplado, estabilizadores térmicos, modificadores de impacto, lubricantes, plastificantes, conservantes, coadyuvantes de procesamiento, estabilizadores, similares, y cualquier combinación de los mismos.

La viscosidad del lado A, del lado B o de ambos puede ser suficientemente alta a aproximadamente 23°C para impedir que el sistema de dos partes fluya de manera indeseable hacia áreas adyacentes a la perla dispensada al dispensar el sistema de dos partes sobre una pieza de trabajo o para controlar el flujo (es decir, permitir una cantidad deseada de flujo) en áreas adyacentes a la perla dispensada al dispensar el sistema de dos partes. La viscosidad del lado A, del lado B o de ambos, necesaria para impedir un flujo indeseable o controlar el flujo, puede depender del tamaño de la perla dispensada. Por ejemplo, cuanto más gruesa sea la perla del sistema de dos partes dispensada, mayor será la viscosidad necesaria para impedir el flujo no deseado o controlar el flujo. La viscosidad del lado A a 23°C puede ser de aproximadamente 20.000 cP a aproximadamente 50.000 cP o incluso de aproximadamente 35.000 cP a aproximadamente 45.000 cP a velocidades de cizalla muy bajas que se aproximan a las condiciones de hundimiento. La viscosidad del lado A y del lado B a 23°C puede ser de aproximadamente 250.000 cP a aproximadamente 400.000 cP. La viscosidad del lado A a 10°C puede ser de aproximadamente 280.000 cP a aproximadamente 350.000 cP o incluso de aproximadamente 300.000 cP a aproximadamente 325.000 cP. La viscosidad del lado B a 23°C puede ser de aproximadamente 20.000 cP a aproximadamente 50.000 cP o incluso de aproximadamente 35.000 cP a aproximadamente 45.000 cP. La viscosidad del lado B a 10°C puede ser de aproximadamente 130.000 cP a aproximadamente 220.000 cP o incluso de aproximadamente 175.000 cP a aproximadamente 195.000 cP.

El sistema de dos partes puede formar espuma, al mezclar el lado A y el lado B, más de aproximadamente un 50%, más de aproximadamente un 100%, más de aproximadamente un 200%, menos de aproximadamente un 800%, menos de aproximadamente un 700%, o incluso menos de aproximadamente el 600% del volumen original del sistema de dos partes. El sistema de dos partes puede expandirse desde aproximadamente un 400% hasta aproximadamente un 500% del volumen original del sistema de dos partes. El sistema de dos partes puede expandir aproximadamente un 400% del volumen original del sistema de dos partes.

El sistema de dos partes puede estar libre de agentes de curado (es decir, agentes de curado convencionales), aceleradores de curado o ambos. Los agentes de curado típicos incluyen bases de Lewis (es decir, catalizadores aniónicos), ácidos de Lewis (es decir, catalizadores catiónicos), catalizadores de UV, aminas, anhídridos, fenoles, tioles o cualquier combinación de los mismos. En lugar de los agentes de curado antes mencionados, el sistema de dos partes se puede curar mediante una reacción de polimerización, catalizada por ácido fosfórico, entre ésteres de fosfato y grupos epóxido, grupos hidroxilo o ambos. El sistema de dos partes puede curarse y expandirse mediante la interacción química entre el éster de fosfato y el carbonato metálico. Se ha descubierto que utilizar el sistema de curado y expansión de la presente descripción puede reducir la complejidad de las formulaciones al reducir el número de componentes generales (es decir, agentes de curado, aceleradores de curado y agentes de soplado); sin embargo, lograr la expansión deseada y el tiempo de curado se vuelve más difícil de optimizar.

En una realización no limitante de las presentes enseñanzas, el sistema de dos partes puede incluir uno o más de los siguientes en el lado A ("primer componente"): resina epoxi líquida, resina epoxi flexible, resina epoxi alifática multifuncional, diluyente reactivo, pulpa de aramida, carbonato de calcio de finura media, carbonato de calcio fino, sílice hidrófoba y wollastonita. El sistema de dos partes puede incluir uno o más de los siguientes en el lado B ("segundo componente"): un primer éster de fosfato, un segundo éster de fosfato, un tercer éster de fosfato, una fibra de aramida y sílice hidrófoba.

El sistema de dos partes se puede mezclar a una razón de 1:4 a 4:1, del lado A al lado B. El sistema de dos partes se puede mezclar a una razón de 1:2 a 2:1, del lado A al lado B. El sistema de dos partes se puede mezclar a una razón de 1:1, del lado A al lado B. El sistema de dos partes se puede mezclar a una razón de 2:1, del lado A al lado B.

A continuación en la Tabla 1 se proporcionan intervalos de formulación de ejemplo no limitantes según las presentes enseñanzas.

Tabla 1

| <b>Primer Componente (Lado A)</b>            | <b>% en peso</b> |
|----------------------------------------------|------------------|
| <i>Resina epoxi líquida</i>                  | 6,0 - 10,0       |
| <i>Resina epoxi flexible</i>                 | 35,0 - 45,0      |
| <i>Resina epoxi alifática multifuncional</i> | 8,0 - 16,0       |
| <i>Diluyente reactivo</i>                    | 8,0 - 16,0       |
| <i>Fibra de aramida</i>                      | 0,1 - 1,0        |
| <i>Carbonato de calcio (finura media)</i>    | 13,0 - 18,0      |
| <i>Carbonato de calcio (fino)</i>            | 4,0 - 8,0        |
| <i>Sílice pirógena</i>                       | 0,5 - 2,0        |
| <i>Wollastonita</i>                          | 3,0 - 7,0        |
| <b>Segundo Componente (Lado B)</b>           | <b>% en peso</b> |
| <i>Primer éster de fosfato</i>               | 25,0 - 35,0      |
| <i>Segundo éster de fosfato</i>              | 15,0 - 25,0      |
| <i>Tercer éster de fosfato</i>               | 35,0 - 45,0      |
| <i>Pulpa de aramida</i>                      | 0,1 - 1,0        |
| <i>Sílice pirógena</i>                       | 3,0 - 5,0        |

Un aspecto importante de los materiales para junta y sellador discutidos en la presente memoria es tener una deformación por compresión mejorada (por ejemplo, la resistencia de la composición contra la deformación permanente después de que se elimina una fuerza aplicada según ASTM D3571-17). La falta de suficiente deformación por compresión da como resultado un fallo de sellado del material elastomérico contra el agua, el polvo, el aislamiento del viento y la prevención de ruidos. Las muestras de ensayo se comprimieron al 50% de la dimensión de los cubos. Luego los cubos comprimidos se pusieron en un horno a 70°C durante 22 horas. Se sacaron y se mantuvieron a temperatura ambiente durante un período de recuperación de treinta minutos. La deformación medida resultante fue inferior al 10%. Además de tener una alta recuperación en la deformación por compresión, también es deseable una baja rigidez a la compresión.

Puede ser deseable lograr una deformación por compresión adecuada (por ejemplo, menos del 10% de deformación y baja rigidez a la compresión), una estructura celular uniforme, cadenas elastoméricas largas y una composición de celdas parcialmente abiertas, manteniendo al mismo tiempo la integridad de la espuma. La capacidad de recuperación después de la deformación puede estar relacionada con el mantenimiento de una parte elástica alta del módulo complejo en relación con el módulo de pérdida. Los módulos de almacenamiento y pérdida a menudo se representan como  $G'$  (módulo de almacenamiento por cizalla) y  $G''$  (módulo de pérdida por cizalla) medidos mediante medios como el análisis mecánico dinámico (DMA). Por lo tanto, es posible que los aspectos estructurales de la estructura polimérica que contribuyen a la recuperación en comparación con la deformación permanente (por ejemplo, fluencia) serían deseables, lo que incluye la incorporación de moléculas con elementos elásticos y métodos para hacer que el material sea menos termoplástico (es decir, mayor densidad de reticulación), además de una estructura celular más uniforme. Para lograr una estructura celular uniforme, se puede utilizar una combinación de carbonato metálico fino, resina epoxi alifática multifuncional y resina de polibutadieno epoxidada. Para mantener una mayor densidad de reticulación, se puede utilizar resina epoxi alifática multifuncional. Se puede usar resina de polibutadieno epoxidada, resina epoxi de glicidil éter difuncional, una resina epoxi de baja viscosidad (una reacción de epíclorhidrina y polipropilenglicol) y un prepolímero de silicio con un grupo epoxi cicloalifático, en el lado A, para mejorar las propiedades elastoméricas. Se puede usar un primer éster de fosfato (un producto de reacción del líquido de cáscara de anacardo de éter glicidílico y ácido fosfórico), en el lado B, para mejorar las propiedades elastoméricas. El prepolímero de silicio con polímero de grupo epoxi cicloalifático también puede contribuir a un mayor tiempo abierto.

La Tabla 2 proporciona los datos técnicos de una formulación según las presentes enseñanzas a una temperatura de reacción de 23°C. "Exotermia máxima" puede referirse a la temperatura máxima alcanzada tras el curado y puede ser una función tanto del grado de reticulación como de la velocidad de curado; un mayor grado de reticulación puede producir una reacción exotérmica mayor; una velocidad de curado más alta puede producir una exotermia máxima más alta, ya que el producto de la reacción adquiere calor de la reacción exotérmica más rápido de lo que cede calor. Las propiedades mecánicas se determinaron según ASTM D1621. Las muestras de ensayo se comprimieron al 50% de la dimensión de los cubos. La velocidad de movimiento de la cruceta se mantuvo constante en 12,7 mm/min.

Tabla 2

| <b>Características Físicas</b>                                                       | <b>Ejemplo 1</b>     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Apariencia                                                                           | Pasta cremosa ligera |
| Razón de mezcla en volumen                                                           | 2:1                  |
| Temperatura ensayada                                                                 | 23°C                 |
| Tiempo hasta expansión (s)                                                           | 30                   |
| Expansión (%)                                                                        | 350                  |
| Tiempo de curado (min)                                                               | 8                    |
| Densidad relativa curado (g/cm <sup>3</sup> )                                        | 0,30                 |
| Exotermia máxima (°C)                                                                | 110                  |
| <b>Propiedades mecánicas</b>                                                         |                      |
| Tensión máxima (kPa)                                                                 | 36                   |
| Carga máxima (N)                                                                     | 22                   |
| Módulo (kPa)                                                                         | 100                  |
| Deformación en el máximo (%)                                                         | 33                   |
| Tensión en el límite elástico (kPa)                                                  | 23                   |
| Tiempo hasta recuperación 100% después de 1 semana al 50% de compresión a 23°C (min) | 2                    |

A continuación en la Tabla 3 se proporcionan ejemplos adicionales de formulaciones según las presentes enseñanzas. Las cantidades se expresan como porcentaje en peso. Las cantidades estequiométricas de éster de fosfato precursor del ácido fosfórico aparecen entre paréntesis.

Tabla 3

| <b>Primer Componente (Lado A)</b>                        | <b>Ejemplo 2</b> |
|----------------------------------------------------------|------------------|
| <i>Resina epoxi líquida</i>                              | 9,0              |
| <i>Diglicidil éter de bisfenol F</i>                     | 14,3             |
| <i>Sorbitol epoxidado</i>                                | 12,3             |
| <i>Resina epoxi no modificada</i>                        | 12,5             |
| <i>Polibutadienos epoxidados terminados en hidroxilo</i> | 12,5             |
| <i>Diepóxido de poliglicol alifático</i>                 | 4,0              |
| <i>Triglicidil éter de metiloleetano</i>                 | 9,0              |
| <i>Pulpa de aramida</i>                                  | 0,5              |
| <i>Carbonato de calcio (molido de finura media)</i>      | 15,0             |
| <i>Carbonato de calcio (tamaño de partícula fino)</i>    | 6,0              |
| <i>Sílice pirrógena</i>                                  | 1,0              |
| <i>Wollastonita</i>                                      | 4,0              |

|                                                  |       |
|--------------------------------------------------|-------|
| <b>TOTAL</b>                                     | 100,0 |
| <b>Segundo Componente (Lado B)</b>               |       |
| <i>Primer éster de fosfato de ácido</i>          | 31,8  |
| Diluyente reactivo con epoxi / $H_3PO_4$ (0,8:1) |       |
| <i>Segundo éster de fosfato de ácido</i>         | 21,2  |
| Diluyente reactivo con epoxi / $H_3PO_4$ (1:1)   |       |
| <i>Tercer éster de fosfato de ácido</i>          | 42,5  |
| Diluyente reactivo con epoxi / $H_3PO_4$ (0,8:1) |       |
| <i>Pulpa de aramida</i>                          | 0,2   |
| <i>Sílice pirógena</i>                           | 4,2   |
| <b>TOTAL</b>                                     | 100,0 |

La Tabla 4 proporciona los datos técnicos de las formulaciones según la Tabla 1 a una temperatura de reacción de 23°C. El módulo de compresión puede ser una función de la tensión de compresión (fuerza por unidad de área) aplicada a una muestra y la compresión (deformación) resultante. Por lo tanto, normalmente se desea un módulo de compresión más bajo para materiales elastoméricos. Dadas dos muestras con módulo de compresión uniforme, una muestra que tiene una densidad más baja indica que la matriz del producto de reacción es más rígida, lo que puede ser un producto de un mayor grado de reticulación. Cuando se observa como una razón entre densidad y módulo de compresión, una razón más baja puede indicar una matriz global más rígida del producto de reacción. El ejemplo comparativo A puede ser una junta espumada previamente convencional, troquelada, con refuerzo de PSA. Las propiedades de compresión se determinaron según ASTM D1621 usando cubos de 25,4 mm. Las muestras de ensayo se comprimieron al 50% de la dimensión de los cubos. La velocidad de la cruceta se mantuvo constante a 12,7 mm/min.

Tabla 4

|                                       | <b>Ejemplo A<br/>Comparativo</b> | <b>Ejemplo 3</b> | <b>Ejemplo 4</b> | <b>Ejemplo 5</b> | <b>Ejemplo 6</b>  |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <b>Lado A y Lado B</b>                |                                  |                  |                  |                  |                   |
| <b>Densidad (<math>g/cm^3</math>)</b> | 0,46                             | 0,34             | 0,34             | 0,40             | 0,30              |
| <b>Módulo de compresión (kPa)</b>     | 170                              | 247              | 164              | 216              | 236               |
| <b>Razón</b>                          | 0,0027                           | 0,0014           | 0,0021           | 0,0019           | 0,0013            |
|                                       | <b>Ejemplo 7</b>                 | <b>Ejemplo 8</b> | <b>Ejemplo 9</b> | <b>Ejemplo 9</b> | <b>Ejemplo 10</b> |
| <b>Lado A y Lado B</b>                |                                  |                  |                  |                  |                   |
| <b>Densidad (<math>g/cm^3</math>)</b> | 0,27                             | 0,30             | 0,28             | 0,28             | 0,32              |
| <b>Módulo de compresión (kPa)</b>     | 305                              | 173              | 103              | 96               | 328               |
| <b>Razón</b>                          | 0,0009                           | 0,0017           | 0,0027           | 0,0029           | 0,0010            |

A continuación en la Tabla 5 se proporcionan ejemplos adicionales de formulaciones según las presentes enseñanzas. Las cantidades se expresan como porcentaje en peso. Las cantidades estequiométricas de éster de fosfato precursor del ácido fosfórico aparecen entre paréntesis.



Tabla 5

| <b>Primer Componente (Lado A)</b>                | <b>Ejemplo 11</b> | <b>Ejemplo 12</b> |
|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Resina epoxi de glicidil eter di-funcional       | 11,60             | 20,20             |
| Resina epoxi fenol novolaca                      | 4,83              |                   |
| Resina epoxi alifática multifuncional            | 29,95             | 24,04             |
| Resina de polibutadieno epoxidado                | 20,29             | 20,19             |
| Flexibilizante                                   | 5,80              | 7,69              |
| Resina epoxi líquida                             | 6,76              | 4,81              |
| Pre-polímero de silicona                         | 6,76              | 8,65              |
| Carbonato de calcio                              | 8,70              | 8,65              |
| Silice pirógena                                  | 5,31              | 5,77              |
| TOTAL                                            | 100,0             | 100,0             |
| <b>Segundo Componente (Lado B)</b>               |                   |                   |
| Primer éster de fosfato de ácido                 | 50,99             | 87,21             |
| Diluyente reactivo con epoxi / $H_3PO_4$ (0,8:1) |                   |                   |
| Segundo éster de fosfato de ácido                | 39,66             | 5,81              |
| Diluyente reactivo con epoxi / $H_3PO_4$ (1:1)   |                   |                   |
| Silice pirógena                                  | 8,22              | 5,81              |
| $H_3PO_4$ al 85%                                 | 1,13              | 1,17              |
| Total                                            | 100,00            | 100,00            |

El sistema de dos partes puede proporcionarse como cartuchos, bidones o tambores uno al lado del otro. El sistema de dos partes se puede mezclar antes de su aplicación sobre una pieza de trabajo. El sistema de dos partes se puede aplicar a una pieza de trabajo mediante cualquier dispensador adecuado mediante el cual se mezcla el sistema de dos partes antes de su aplicación sobre la pieza de trabajo. Por ejemplo, el sistema de dos partes se puede dispensar sobre una pieza de trabajo a través de un mezclador estático que está configurado para suministrar una composición curable mixta que tiene una razón de mezcla adecuada, como se describe en la presente memoria.

El producto de reacción resultante proporciona una excelente adherencia a muchos sustratos junto con un tiempo de curado rápido. El producto de reacción resultante puede proporcionar una excelente adherencia al vidrio, metal, polímero (por ejemplo, termoplásticos, termoendurecibles o termoestables, o elastómeros) o cualquier combinación de los mismos. En particular, el producto de reacción proporciona una excelente adherencia a los termoplásticos.

El sistema de dos partes se puede curar y/o expandir antes o después del montaje completo de las piezas de trabajo sobre las que se aplica el sistema de dos partes. Por ejemplo, el sistema de dos partes puede dispensarse sobre una primera pieza de trabajo, curarse y/o expandirse, y luego puede aplicarse una segunda pieza de trabajo, complementaria a la primera pieza de trabajo, sobre la primera pieza de trabajo. Como otro ejemplo, el sistema de dos partes se puede dispensar sobre una primera pieza de trabajo, se puede aplicar una segunda pieza de trabajo complementaria a la primera pieza de trabajo sobre la primera pieza de trabajo y luego se puede curar y/o expandir el sistema de dos partes. Un sistema de dos partes que se cura y/o expande después del montaje completo de la pieza de trabajo puede expandirse para llenar un espacio entre una primera pieza de trabajo y una segunda pieza de trabajo. La primera pieza de trabajo, la segunda pieza de trabajo o ambas pueden incluir ranuras en donde se dispensa o se expande el sistema de dos partes, o ambas. El material de dos componentes se puede dispensar en una cavidad.

El sistema de dos partes se puede utilizar en aplicaciones de transporte. El sistema de dos partes se puede utilizar en aplicaciones automotrices. El sistema de dos partes se puede utilizar en aplicaciones que incluyen, sin que ello pretenda ser limitantes, interiores de vehículos, exteriores de vehículos, conductos HVAC, espejos laterales, gabinetes electrónicos, luces traseras, faros delanteros, vehículos comerciales, construcción o similares.

Las presentes enseñanzas proporcionan un método que puede comprender: proporcionar un sistema de dos partes, incluyendo el sistema de dos partes un lado A (es decir, el primer componente) y un lado B (es decir, el segundo componente). El lado A incluye una o más resinas epoxi y el lado B incluye uno o más ésteres de fosfato y opcionalmente ácido fosfórico. El lado A y el lado B se pueden mezclar para formar una composición curable. El método puede incluir una etapa de curar la composición curable a una temperatura inferior a 50°C, formando así un producto de reacción. El método puede comprender una etapa de mezclar el primer componente y el segundo componente para formar un producto de reacción. El método puede comprender una etapa en donde el producto de reacción del primer componente y el segundo componente se cura a una temperatura inferior a 50°C. El método se puede emplear con un lado A que incluye una o más resinas epoxi, carbonato de calcio o ambos. El método se puede emplear con un lado B que incluye uno o más ésteres de fosfato, ácido fosfórico o ambos. El método se puede emplear con un lado A, un lado B o ambos que tienen uno o más aditivos.

El uso de las enseñanzas contenidas en la presente memoria puede dar como resultado una junta que exhiba suficiente retardo de llama para cumplir con uno o más de los requisitos para demostrar retardo de llama (por ejemplo,

para cumplir con los requisitos de combustión vertical y/o densidad de humo (o algún otro requisito) como se establece en 14 C.F.R. §25.853 y 14 C.F.R. §25.856 (el Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos para interiores de compartimentos, incluido, sin que ello pretenda ser limitantes, 14 C.F.R. §25.853(a), y el Apéndice F al que se hace referencia y los procedimientos allí mencionados).

- 5 Como se utiliza en la presente memoria, a menos que se indique lo contrario, las enseñanzas prevén que cualquier miembro de un género (lista) puede ser excluido del género; y/o cualquier miembro de un grupo Markush puede ser excluido del grupo.

A menos que se indique lo contrario, cualquier valor numérico mencionado en este documento incluye todos los valores desde el valor inferior hasta el valor superior en incrementos de una unidad, siempre que haya una separación de al menos 2 unidades entre cualquier valor inferior y cualquier valor superior. Como ejemplo, si se establece que la cantidad de un componente, una propiedad o un valor de una variable de proceso tal como, por ejemplo, temperatura, presión, tiempo y similares es, por ejemplo, de 1 a 90, preferiblemente de 20 a 80, más preferiblemente de 30 a 70, se pretende que valores intermedios del intervalo tales como (por ejemplo, de 15 a 85, de 22 a 68, de 43 a 51, de 30 a 32, etc.) estén dentro de las enseñanzas de esta memoria descriptiva. Asimismo, los valores intermedios individuales también están dentro de las enseñanzas actuales. Para valores inferiores a uno, se considera que una unidad es 0,0001, 0,001, 0,01 o 0,1, según corresponda. Estos son sólo ejemplos de lo que se pretende específicamente y todas las combinaciones posibles de valores numéricos entre el valor más bajo y el valor más alto enumerados deben considerarse expresamente indicadas en esta solicitud de manera similar. Como puede verse, la enseñanza de cantidades expresadas como "partes en peso" en la presente memoria también contempla los mismos intervalos expresados en términos de porcentaje en peso. Por lo tanto, una expresión de un intervalo en términos de "al menos 'x' partes en peso de la composición resultante" también contempla una enseñanza de intervalos de la misma cantidad citada de "x" en porcentaje en peso de la composición resultante".

A menos que se indique lo contrario, todos los intervalos incluyen ambos puntos finales y todos los números entre los puntos finales. El uso de "alrededor de" o "aproximadamente" en relación con un intervalo se aplica a ambos extremos del intervalo. Por tanto, "aproximadamente de 20 a 30" pretende cubrir "de aproximadamente 20 a aproximadamente 30", incluidos al menos los puntos finales especificados. A menos que se indique lo contrario, una enseñanza con el término "alrededor de" o "aproximadamente" en combinación con una cantidad numérica abarca una enseñanza de la cantidad citada, así como aproximaciones de esa cantidad citada. A modo de ejemplo, una enseñanza de "alrededor de 100" engloba una enseñanza de 100.

La expresión "que consiste esencialmente en" para describir una combinación incluirá los elementos, ingredientes, componentes o etapas identificadas, y aquellos otros elementos ingredientes, componentes o etapas que no afecten materialmente las características básicas y novedosas de la combinación. El uso de los términos "que comprende" o "que incluye" para describir combinaciones de elementos, ingredientes, componentes o etapas en la presente memoria también contempla realizaciones que consisten en, o consisten esencialmente en, los elementos, ingredientes, componentes o etapas.

Se pueden proporcionar múltiples elementos, ingredientes, componentes o etapas mediante un único elemento, ingrediente, componente o etapa integrada. Alternativamente, un único elemento, ingrediente, componente o etapa integrada podría dividirse en varios elementos, ingredientes, componentes o etapas separados. La descripción de "un" o "uno" para describir un elemento, ingrediente, componente o etapa no pretende excluir elementos, ingredientes, componentes o etapas adicionales.

Se entiende que la descripción anterior pretende ser ilustrativa y no restrictiva. Muchas realizaciones, así como muchas aplicaciones además de los ejemplos proporcionados resultarán evidentes para los expertos en la técnica al leer la descripción anterior. Por lo tanto, el alcance de la invención no debe determinarse con referencia a la descripción anterior, sino que debe determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de dos partes que comprende:
  - a. un primer componente que incluye:
    - (i) una o más resinas epoxi líquidas;
    - 5 (ii) una o más resinas epoxi flexibles;
    - (iii) una resina epoxi alifática multifuncional;
    - (iv) uno o más diluyentes reactivos; y
    - (v) uno o más aditivos del primer componente;
  - b. un segundo componente que incluye:
    - 10 (vi) un primer éster de fosfato;
    - (vii) un segundo éster de fosfato;
    - (viii) un tercer éster de fosfato opcional; y
    - (ix) uno o más aditivos del segundo componente;

en donde los ésteres de fosfato se producen mediante la reacción de ácido fosfórico y un grupo epóxido de un precursor de éster de fosfato a una razón estequiométrica de 0,7:1 a 1:0,7 de precursor de éster de fosfato a ácido fosfórico; y

en donde, tras mezclar el primer componente y el segundo componente se forma una composición curada a una temperatura de 0°C a 50°C.
- 20 2. El sistema de dos partes de la reivindicación 1, en donde el primer éster de fosfato es un éster de fosfato derivado del líquido de cáscara de anacardo (CNSL).
3. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 o 2, en donde el segundo éster de fosfato es un producto de reacción de una cantidad estequiométrica de glicidil éter de 2-etilhexilo a ácido fosfórico 1:1.
4. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 3, en donde el tercer éster de fosfato opcional es un producto de reacción de una cantidad estequiométrica de glicidil éter de 2-etilhexilo a ácido fosfórico 0,8:1.
- 25 5. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 4, en donde uno o más aditivos del primer componente incluyen uno o más de carbonato de calcio, minerales, fibra de refuerzo, sílice hidrófoba o cualquier combinación de los mismos.
6. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 5, en donde uno o más aditivos del segundo componente incluyen una o más de fibra de refuerzo, sílice hidrófoba o ambas.
- 30 7. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 6, en donde la una o más resinas epoxi líquidas
  - incluyen un producto de reacción de epíclorhidrina y bisfenol A; y/o
  - están presentes en una cantidad de 6% a 10% en peso; y/o
8. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 7, en donde la una o más resinas epoxi flexibles
  - 35 - incluyen una resina epoxi de éter glicidílico difuncional, una resina epoxi basada en BPA no modificada, una resina de polibutadieno epoxidada multifuncional, o cualquier combinación de las mismas; y/o
  - están presentes en una cantidad de 35% a 45% en peso.
9. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 8, en donde la una o más resinas epoxi alifáticas multifuncionales
  - incluyen un sorbitol epoxidado; y/o
  - 40 - están presentes en una cantidad de 8% a 16% en peso.
10. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 9, en donde el uno o más diluyentes reactivos

- incluyen un diglicidil éter de poliglicol, un triglicidil éter de trimetiloetano o ambos; y/o
- están presentes en una cantidad de 8% a 16% en peso.

11. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 10, en donde la temperatura de reacción es de 10°C a 35°C; preferiblemente de 15°C a 25°C.

5 12. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 11, en donde el tiempo de curado de la composición curada es de 5 minutos a 15 minutos; preferiblemente de 7 minutos a 10 minutos.

13. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 12, en donde la composición curada tiene una expansión de volumen de al menos 100% a 800%; preferiblemente de al menos 400% a 500%.

10 14. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 13, en donde la composición curada se dispensa sobre una pieza de trabajo que consiste en un componente de automóvil.

15. El sistema de dos partes de la reivindicación 1 a la reivindicación 14, en donde la composición curada forma una junta.