

COMPLEJOS DE OCTAMOLIBDATO DE AMONIO - HIDRÓXIDO METÁLICO
Y USOS DE LOS MISMOS COMO SUPRESORES DE HUMO

REFERENCIA A LA SOLICITUD RELACIONADA

5 Esta solicitud se presentó el 19 de diciembre de 2022, como una solicitud de patente internacional PCT y reivindica el beneficio de y prioridad respecto a la solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º 63/291.991, presentada el 21 de diciembre de 2021, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se dirige, en general, a supresores de humo utilizados en composiciones poliméricas y, más particularmente, a complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico que pueden usarse como supresores de humo en composiciones poliméricas.

15 SUMARIO DE LA INVENCION

Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar características requeridas o esenciales de la materia objeto reivindicada. Tampoco se pretende
20 utilizar este sumario para limitar el alcance de la materia objeto reivindicada.

En el presente documento se divulgan y describen procesos para producir complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico. Uno de dichos procesos puede comprender hacer reaccionar dimolibdato de amonio (ADM), trióxido de molibdeno (MoO_3), y un hidróxido metálico, en cualquier orden, en un
25 sistema acuoso para formar el complejo octamolibdato de amonio/hidróxido

metálico. Por poner un ejemplo, el proceso puede comprender poner en contacto previamente el dimolibdato de amonio (ADM) con el hidróxido metálico y luego poner en contacto el trióxido de molibdeno (MoO_3), para formar el complejo octamolibdato de amonio/hidróxido metálico.

5 También se divulgan y describen en el presente documento complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico, y estos complejos pueden comprender (i) octamolibdato de amonio (AOM) y (ii) un hidróxido metálico, y la cantidad de AOM presente en el complejo puede variar del 1 al 95 % en peso, tal como del 5 al 80 % en peso, del 5 al 50 % en peso, del 10 al 60 % en peso, o
10 del 10 al 30 % en peso, y similares. En general, al menos 80 % en peso, y más a menudo al menos 85, 90, 95, 98 o 99 % en peso, del octamolibdato de amonio del complejo está presente en una forma cristalina ortorrómbica.

También se proporcionan en el presente documento composiciones poliméricas, y dichas composiciones pueden comprender un polímero y
15 cualquiera de los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico divulgados en el presente documento (por ejemplo, producidos mediante cualquiera de los procesos divulgados en el presente documento). Las cantidades relativas del polímero y del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico en la composición no están particularmente limitadas,
20 ni tampoco lo está el tipo de polímero, aunque el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico es particularmente adecuado como supresor de humo para su uso en formulaciones basadas en PVC y epoxi.

Tanto el sumario anterior como la siguiente descripción detallada proporcionan ejemplos y son únicamente explicativos. Por consiguiente, el
25 sumario anterior y la siguiente descripción detallada no deben considerarse

restrictivos. Por otra parte, se pueden proporcionar características o variaciones además de las establecidas en el presente documento. Por ejemplo, ciertos aspectos pueden estar dirigidos a varias combinaciones y subcombinaciones de características descritas en la descripción detallada.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La **FIG. 1** presenta un gráfico de difracción de rayos X (XRD) del complejo en polvo producido en el Ejemplo 1.

La **FIG. 2** presenta un gráfico de difracción de rayos X (XRD) del complejo en polvo producido en el Ejemplo 2.

10 La **FIG. 3** presenta un gráfico de difracción de rayos X (XRD) de la mezcla de octamolibdato de amonio producida en el Ejemplo 9.

La **FIG. 4** presenta un gráfico de barras del humo total normalizado para las composiciones de polímeros de PVC flexible de los Ejemplos 1-2 y 8-9, y un Ejemplo de Control.

15 La **FIG. 5** presenta un gráfico de barras del humo total normalizado para las composiciones de polímero de PVC flexible de los Ejemplos 1A-1B y un Ejemplo de Control.

La **FIG. 6** presenta un gráfico de barras del humo total para las composiciones de polímero de PVC flexible del Ejemplo 1C, Ejemplo 10 y un
20 Ejemplo de Control.

DEFINICIONES

Para definir más claramente los términos utilizados en el presente documento, se proporcionan las siguientes definiciones. A menos que se indique lo contrario, las siguientes definiciones son aplicables a esta divulgación. Si se
25 utiliza un término en esta divulgación pero no se define específicamente en el

presente documento, se puede aplicar la definición del Compendio de Terminología Química de la IUPAC, 2ª Ed (1997), siempre y cuando esa definición no entre en conflicto con ninguna otra divulgación o definición aplicada en el presente, ni haga indefinida o no habilite cualquier reivindicación a la que se aplique esa definición. En la medida en que cualquier definición o uso proporcionado por cualquier documento incorporado en el presente documento por referencia entre en conflicto con la definición o uso proporcionado en el presente documento, manda la definición o el uso proporcionados en el presente documento.

En el presente documento, las características de la materia objeto se describen de modo que, dentro de aspectos particulares, se puede prever una combinación de diferentes características. Para todos y cada uno de los aspectos y todas y cada una de las características divulgadas en el presente documento, todas las combinaciones que no afecten negativamente a los diseños, composiciones, los procesos o los métodos descritos en el presente documento se contemplan y se pueden intercambiar, con o sin la descripción explícita de la combinación particular. Por consiguiente, a menos que se cite explícitamente lo contrario, cualquier aspecto o característica divulgada en el presente documento se puede combinar para describir diseños inventivos, composiciones, procesos o métodos consistentes con la presente divulgación.

Aunque las composiciones y los métodos se describen en el presente documento en términos de "que comprenden" diferentes componentes o etapas, las composiciones y los métodos también pueden "consistir esencialmente en" o "consistir en" los diversos componentes o etapas, a menos que se indique lo contrario. Los términos "un", "uno/a", y "el/la" pretenden incluir las alternativas de

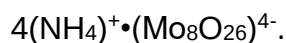
los plurales, p. ej., al menos una, a menos que se especifique lo contrario.

En general, los grupos de elementos se indican utilizando el esquema de numeración indicado en la versión de la tabla periódica de elementos publicada en *Chemical and Engineering News*, 63(5), 27, 1985. En algunas ocasiones, un
5 grupo de elementos puede indicarse utilizando un nombre común asignado al grupo; por ejemplo, metales alcalinos para los elementos del grupo 1, metales alcalinotérreos para los elementos del grupo 2, y así sucesivamente.

El término "poner en contacto" se utiliza en el presente documento para referirse a materiales o componentes que pueden combinarse, mezclarse,
10 suspenderse, disolverse, hacerse reaccionar, tratarse, componerse, o ponerse en contacto o combinarse de alguna otra manera o por cualquier método adecuado. Los materiales o componentes pueden ponerse en contacto entre sí (o hacerse reaccionar) en cualquier orden, de cualquier manera y por cualquier periodo de tiempo, a menos que se especifique lo contrario.

15 El trióxido de molibdeno (MoO_3) a menudo puede denominarse trióxido molíbdico, óxido de molibdeno (VI) y anhídrido molíbdico (o anhídrido de ácido molíbdico). Como reconocerá fácilmente un experto en la materia, en un entorno acuoso (ácido), el trióxido de molibdeno puede formar ácido molíbdico y otras especies tales como hidratos y molibdatos. Así pues, cuando se divulga en el
20 presente documento el uso de trióxido de molibdeno en una mezcla acuosa o sistema acuoso, esto pretende abarcar cualquier forma de especie o complejo de molibdeno que exista en el entorno acuoso, ya sea ácido molíbdico, un hidrato, un molibdato y similares, así como combinaciones de los mismos.

El octamolibdato de amonio (AOM) tiene el número CAS 12411-64-2 y la
25 fórmula química $(\text{NH}_4)_4 \cdot \text{Mo}_8\text{O}_{26}$, que a menudo se representa como



Aunque puede usarse en la puesta en práctica o el ensayo de la invención cualquier método y material similar o equivalente a los que se describen en el presente documento, se describen en el presente documento los métodos y
5 materiales que son los típicos.

Todas las publicaciones y patentes que se mencionan en el presente documento se incorporan en el presente documento por referencia con el fin de describir y divulgar, por ejemplo, las construcciones y metodologías que se describen en las publicaciones y patentes, que podrían usarse en relación con la
10 invención que se describe en el presente documento.

En la presente invención se divulgan varios tipos de intervalos. Cuando se divulga o se reivindica un intervalo de cualquier tipo, la intención es divulgar o reivindicar individualmente cada número posible que tal intervalo pueda englobar razonablemente, incluyendo los puntos finales del intervalo, así como
15 cualquier subintervalo y combinación de subintervalos englobados en los mismos. Como ejemplo representativo, la cantidad del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico en una composición o formulación polimérica puede estar en ciertos intervalos en diversos aspectos de esta invención. Mediante una divulgación de que la cantidad del complejo en la
20 composición o formulación polimérica puede estar en un intervalo de 1 a 50 phr, la intención es indicar que la cantidad del complejo puede ser cualquier phr dentro del intervalo y, por ejemplo, puede estar en cualquier intervalo o combinación de intervalos de 1 a 50 phr, tal como de 5 a 50 phr, de 2 a 40 phr, de 5 a 40 phr, de 10 a 50 phr, de 10 a 40 phr, de 10 a 30 phr, o de 15 a 40 phr,
25 y así sucesivamente. Del mismo modo, todos los demás intervalos divulgados

en el presente documento deben interpretarse de manera similar a este ejemplo.

De manera general, una cantidad, tamaño, formulación, parámetro, intervalo u otra cantidad o característica es "aproximadamente" o "aproximado", tanto si se indica expresamente o no que lo es. Independientemente de que
5 estén modificadas o no por el término "aproximadamente" o "aproximado", las reivindicaciones incluyen equivalentes a las cantidades o características.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En el presente documento se divulgan complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico que contienen un hidróxido metálico y octamolibdato
10 de amonio (AOM) predominantemente en forma cristalina ortorrómbica, métodos para producir los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico, y composiciones poliméricas y artículos fabricados que contienen los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico.

Un objetivo de esta invención es proporcionar un rendimiento supresor de
15 humo mejorado respecto al del molibdato de zinc sobre un material de núcleo de borato. Otro objetivo de esta invención es proporcionar un rendimiento supresor de humo mejorado con respecto al octamolibdato de amonio (AOM) sobre un material de núcleo inerte. AOM es un supresor de humo eficaz, particularmente en composiciones basadas en PVC, pero es caro, por lo que se ha utilizado
20 convencionalmente en cantidades mínimas (por ejemplo, inferiores al 50 % en peso) sobre un material de núcleo inerte.

PROCESOS PARA PRODUCIR LOS COMPLEJOS

En el presente documento se proporcionan diversos procesos para producir un complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico. Uno de
25 dichos procesos puede comprender (o consistir esencialmente en, o consistir en)

hacer reaccionar dimolibdato de amonio (ADM), trióxido de molibdeno (MoO_3), y un hidróxido metálico en un sistema acuoso para formar el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico. En general, las características de cualquiera de los procesos divulgados en el presente documento (p. ej., el dimolibdato de amonio, el trióxido de molibdeno, el hidróxido metálico, el sistema acuoso, el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico y las condiciones bajo las cuales se forma el complejo, entre otros) se describen de forma independiente en el presente documento, y estas características se pueden combinar en cualquier combinación para describir adicionalmente los procesos divulgados. Por otra parte, se pueden realizar otras etapas del proceso antes, durante y/o después de cualquiera de las etapas enumeradas en los procesos divulgados, a menos que se indique lo contrario. Además, cualquier complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico producido de acuerdo con cualquiera de los procesos divulgados está dentro del alcance de esta divulgación y está abarcado en el presente documento.

El proceso para producir el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico se puede realizar y el complejo se puede formar a una temperatura que normalmente cae dentro de un intervalo de 20 °C a 98 °C, tal como de 50 °C a 90 °C, de 75 °C a 90 °C, de 80 °C a 98 °C, de 80 °C a 90 °C, o de 83 °C a 93 °C, aunque sin limitarse a ello. En estos y otros aspectos, estos intervalos de temperatura también pretenden abarcar circunstancias en las que el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico se forma a una serie de temperaturas diferentes, en lugar de a una única temperatura fija, que caen dentro de los intervalos respectivos. La presión a la que se lleva a cabo el proceso y se forma el complejo no está particularmente limitada, pero puede ser

a una presión elevada (por ejemplo, de 34,47 kPa a 689,5 kPa (de 5 psig a 100 psig)), a presión atmosférica o a cualquier presión subatmosférica adecuada. En algunas ocasiones, el complejo se forma a presión atmosférica, eliminando la necesidad de recipientes presurizados y su coste y complejidad asociados. El proceso puede realizarse y el complejo puede formarse en un amplio intervalo de periodos de tiempo, tal como de 15 min a 24 h, de 30 min a 12 h, de 90 min a 6 h, o de 2 h a 10 h, pero no se limita únicamente a estos periodos de tiempo. Otros intervalos apropiados de temperatura, presión y tiempo son fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

En el proceso, dimolibdato de amonio (ADM), trióxido de molibdeno (MoO_3), y un hidróxido metálico se ponen en contacto en un sistema acuoso para formar el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico. Puede usarse cualquier compuesto de hidróxido metálico adecuado, tales como hidróxidos de metales alcalinos, hidróxidos de metales alcalinotérreos, y similares, así como combinaciones de los mismos. En general, dichos hidróxidos metálicos pueden funcionar como retardantes de llama inorgánicos. En un aspecto, el hidróxido metálico puede comprender trihidróxido de aluminio (también denominado en el presente documento $\text{Al}(\text{OH})_3$, hidróxido de aluminio, trihidrato de alúmina o ATH), mientras que, en otro aspecto, el hidróxido metálico puede comprender dihidróxido de magnesio (también denominado en el presente documento $\text{Mg}(\text{OH})_2$, hidróxido de magnesio, o MDH) y, en otro aspecto más, el hidróxido metálico puede comprender una mezcla de ATH y MDH. Puede usarse cualquier cantidad adecuada de hidróxido metálico, con respecto a la cantidad total de reactivos, tal como del 1 al 99 % en peso, pero, generalmente, la cantidad de hidróxido metálico es del 20 al 90 % en peso, del 50 al 90 % en

peso o del 70 al 90 % en peso, basado en la cantidad total de los reactivos.

El trióxido de molibdeno (MoO_3) y el dimolibdato de amonio (ADM) se pueden poner en contacto o hacer reaccionar en una relación molar de MoO_3 :ADM que normalmente se encuentra dentro de un intervalo de 1:1 a 3:1, basándose en la cantidad total de cada reactivo, e independientemente del orden de adición o contacto de los reactivos, o del método de adición que se utilice. Por poner un ejemplo, el proceso se puede realizar poniendo en contacto el dimolibdato de amonio (ADM), el trióxido de molibdeno (MoO_3), y el hidróxido metálico sustancialmente al mismo tiempo. Como alternativa, el proceso se puede realizar poniendo en contacto previamente el dimolibdato de amonio (ADM) y el hidróxido metálico, y luego poniendo en contacto el trióxido de molibdeno (MoO_3). El trióxido de molibdeno (por ejemplo, una suspensión en agua) se puede añadir lentamente (a cualquier velocidad de adición adecuada) a la mezcla de ADM y el hidróxido metálico en agua durante cualquier periodo de tiempo adecuado. Como reconocería fácilmente un experto, la relación molar de MoO_3 :ADM puede variar a medida que avanza la reacción; por lo tanto, los intervalos divulgados de relación molar abarcan cualquier relación molar encontrada durante la reacción y formación del complejo. En aspectos adicionales de esta invención, la relación molar de MoO_3 :ADM puede variar de 1,2:1 a 2,8:1, de 1,5:1 a 2,5:1 o de 1,8:1 a 2,4:1, basado en la cantidad total de cada reactivo. Por poner un ejemplo, la relación molar de MoO_3 :ADM puede tener una relación estequiométrica de 2:1 (+/- 10 %), refleja el octamolibdato de amonio resultante que tiene la fórmula $(\text{NH}_4)_4\cdot\text{Mo}_8\text{O}_{26}$.

El proceso para formar el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico se lleva a cabo en un sistema acuoso. El sistema acuoso puede

comprender (o consistir esencialmente en, o consistir en) agua. El pH del sistema acuoso no está particularmente limitado y, como reconocería fácilmente un experto en la materia, el pH del sistema acuoso y el pH al que se forma el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico, puede variar a medida que avanzan las reacciones, particularmente si un reactivo se añade lentamente a los otros reactivos. Si se desea, el sistema acuoso puede comprender un ácido o una base para modificar el pH o para controlar el pH en un cierto intervalo durante el proceso. Una vez que todo el trióxido de molibdeno (MoO_3) está presente en la mezcla de reacción, no es inusual que el pH esté dentro del intervalo de 1,5 a 4.

En algunos aspectos, el tamaño de partícula d50 (tamaño medio de partícula) del trióxido de molibdeno puede estar en el intervalo de 0,5 a 20 μm , tal como, por poner un ejemplo, de 0,5 a 6 μm , de 1 a 10 μm , de 1 a 6 μm , de 1,6 a 6 μm o de 1,6 a 4 μm . De forma adicional o alternativa, el tamaño de partícula d50 (tamaño medio de partícula) del hidróxido metálico puede estar en el intervalo de 0,5 a 5 μm , tal como de 0,5 a 3 μm , de 0,75 a 2 μm o de 0,75 a 1,75 μm . Otros tamaños de partícula apropiados para el trióxido de molibdeno y el hidróxido metálico (por ejemplo, ATH) son fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

De manera consistente con los aspectos de esta invención, el hidróxido metálico puede contener menos o igual a 29 ppm (en peso) de galio, según lo medido por ICP-OES. Más frecuentemente, el hidróxido metálico (por ejemplo, ATH, MDH, o una mezcla de ATH y MDH) comprende menos de o igual a 27 ppm en un aspecto, menos de o igual a 25 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 23 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 20 ppm en otro aspecto,

menos de o igual a 15 ppm en otro aspecto más, o menos de o igual a 10 ppm de galio en otro aspecto más. Las ppm en peso de galio se determinan mediante ICP-OES (espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente).

5 El hidróxido metálico puede tener cualquier área superficial BET adecuada, tal como de 1 a 20 m²/g en un aspecto, de 1 a 15 metros²/g en otro aspecto, de 2 a 10 metros²/g en otro aspecto más, y de 2 a 6 m²/g aún en otro aspecto. El hidróxido metálico se puede caracterizar además por un bajo contenido de Na₂O soluble, abarcando generalmente un intervalo de 0,001 a 10 0,035 % en peso. Otros intervalos típicos para la cantidad de Na₂O soluble en el hidróxido metálico incluye del 0,001 al 0,03 % en peso, del 0,001 al 0,018 % en peso, del 0,002 al 0,035 % en peso, del 0,002 al 0,025 % en peso, o del 0,002 al 0,02 % en peso, y similares. Por otra parte, el hidróxido metálico puede caracterizarse además por un alto brillo TAPPI, que es mayor que o igual al 95 % 15 y, más a menudo, mayor que o igual al 97 %, mayor que o igual al 98 % o mayor que o igual al 99 %. En un aspecto particular de esta invención, el hidróxido metálico comprende (o consiste esencialmente en, o consiste en) ATH precipitado.

Opcionalmente, el proceso para producir el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico puede comprender además una etapa de retirar el 20 complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico del agua (suspensión) usando cualquier técnica de separación adecuada. Por ejemplo, se puede utilizar filtración o centrifugación, así como una combinación de estas técnicas.

Opcionalmente, el proceso para producir el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico puede comprender además una etapa de secado del 25

complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico usando cualquier condición de secado adecuada. Por ejemplo, temperaturas de secado que varían entre 50 °C y 200 °C, o entre 100 °C y 150 °C, se puede utilizar, y el secado se puede realizar a presión atmosférica o cualquier presión subatmosférica
5 adecuada, p. ej., inferior a 20 kPa (150 Torr), o inferior a 6,67 kPa (50 Torr).

Si se desea, el proceso para producir el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico puede comprender además una etapa de desaglomeración del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico, puede comprender además una etapa de molienda del complejo de
10 octamolibdato de amonio/hidróxido metálico (por ejemplo, molienda con ACM), o se pueden utilizar tanto una etapa de desaglomeración como una etapa de molienda.

COMPLEJOS DE OCTAMOLIBDATO DE AMONIO/HIDRÓXIDO METÁLICO

De acuerdo con los aspectos de la presente invención, los complejos de
15 octamolibdato de amonio/hidróxido metálico descritos en el presente documento (o los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico producidos de acuerdo con cualquiera de los procesos divulgados en el presente documento) se pueden usar en una variedad de formulaciones poliméricas con propiedades supresoras de humo beneficiosas. En un aspecto, el complejo de octamolibdato
20 de amonio/hidróxido metálico puede comprender (i) octamolibdato de amonio (AOM) y (ii) un hidróxido metálico, en el que el complejo puede contener del 1 al 95 % en peso de AOM en un aspecto, del 5 al 80 % en peso de AOM en otro aspecto, del 5 al 50 % en peso de AOM en otro aspecto, del 10 al 60 % en peso de AOM en otro aspecto más, y del 10 al 30 % en peso AOM aún en otro aspecto.
25 Otros intervalos adecuados para la cantidad de AOM en el complejo incluyen del

10 al 35 % en peso, del 15 al 35 % en peso, del 15 al 25 % en peso, y similares.

En general, al menos el 80 % en peso del octamolibdato de amonio del complejo está presente en una forma cristalina ortorrómbica. Por poner un ejemplo, en un aspecto, al menos el 85 % en peso puede estar presente en forma cristalina ortorrómbica, mientras que, en otro aspecto, al menos el 90 % en peso puede estar presente en la forma cristalina ortorrómbica, y en otro aspecto más, al menos el 95 % en peso puede estar presente en forma cristalina ortorrómbica. En algunos aspectos consistentes con esta invención, al menos el 98 % en peso o al menos el 99 % en peso, del octamolibdato de amonio del complejo está presente en la forma cristalina ortorrómbica. Así pues, sustancialmente todo (98-99+ % en peso) o todo (100 % en peso) del octamolibdato de amonio puede estar presente en la forma cristalina ortorrómbica.

De manera consistente con los aspectos de esta invención, el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico a menudo puede contener menos o igual a 29 ppm (en peso) de galio, medido por ICP-OES (espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente). Más frecuentemente, el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico (por ejemplo, complejo AOM-ATH) comprende menos de o igual a 27 ppm en un aspecto, menos de o igual a 25 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 23 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 20 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 15 ppm en otro aspecto, menos de o igual a 10 ppm en otro aspecto más, o menos de o igual a 5 ppm de galio en otro aspecto más. La cantidad de galio en el complejo puede variar significativamente según la cantidad relativa de AOM e hidróxido metálico (por ejemplo, ATH) presentes en el complejo. Por poner un ejemplo, si el complejo contiene aproximadamente 20 % en peso AOM y 80 % en peso ATH,

normalmente el contenido de galio del complejo será de menos de o igual a 23 ppm, y más a menudo, menos de o igual a 20 ppm, inferior a o igual a 16, menos de o igual a 12 ppm, inferior o igual a 8 ppm o inferior o igual a 4 ppm.

Sin quedar limitados a ello, el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico puede tener a menudo un tamaño medio de partícula (d₅₀) en el intervalo de 0,5 a 10 µm, de 0,5 a 4 µm, de 1 a 10 µm, de 1 a 6 µm o de 1 a 3 µm. De forma adicional o alternativa, el complejo puede tener cualquier área superficial BET adecuada, tal como de 2 a 20 m²/g (o de 2 a 12 m²/g) en un aspecto, de 3 a 18 m²/g (o de 3 a 10 m²/g) en otro aspecto, de 4 a 15 m²/g (o de 4 a 8 m²/g) en otro aspecto más, y de 5 a 12 m²/g (o de 5 a 9 m²/g) en aún otro aspecto. Otros tamaños de partículas y áreas superficiales apropiados son fácilmente evidentes a partir de esta descripción.

El componente de hidróxido metálico del complejo octamolibdato de amonio/hidróxido metálico (o el complejo) puede caracterizarse por un bajo contenido de Na₂O soluble, abarcando generalmente un intervalo del 0,001 al 0,035 % en peso, como se ha analizado anteriormente. Del mismo modo, otros intervalos típicos para la cantidad de Na₂O soluble en el componente de hidróxido metálico (o el complejo) incluye del 0,001 al 0,03 % en peso, del 0,001 al 0,018 % en peso, del 0,002 al 0,035 % en peso, del 0,002 al 0,025 % en peso, o del 0,002 al 0,02 % en peso, y similares. Por otra parte, el componente de hidróxido metálico del complejo (o el complejo) puede caracterizarse además por un alto brillo TAPPI, que es mayor que o igual al 95 % y, más a menudo, mayor que o igual al 97 %, mayor que o igual al 98 % o mayor que o igual al 99 %.

A diferencia de una simple mezcla de octamolibdato de amonio e hidróxido metálico, en la que los componentes individuales se puedan separar fácilmente,

el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico descrito en el presente documento comprende generalmente AOM unido al hidróxido metálico. Así pues, los componentes octamolibdato de amonio e hidróxido metálico están unidos o entrelazados para formar un complejo. Y, en este complejo, los componentes individuales no se pueden separar fácilmente como en una mezcla simple. La mayor parte del hidróxido metálico puede estar presente en un núcleo del complejo, estando presente la mayor parte del AOM en una capa exterior, aunque sin limitarse a ello.

Además, sin limitarse a ello, en algunos aspectos de esta invención, el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico (o el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico producido mediante cualquier proceso descrito en el presente documento) puede ser esférico - una relación de aspecto promedio en un intervalo de 1:1 a 1,5:1 y, en algunos aspectos, la relación de aspecto promedio puede ser de 1:1 a 1,3:1 o de 1:1 a 1,2:1. La relación de aspecto se define en el presente documento como la dimensión de partícula más larga (medible) dividida por la dimensión más corta cuando se ve en una imagen SEM bidimensional. La relación de aspecto promedio es el promedio de las relaciones de aspecto de 10 partículas (medibles) de la imagen SEM.

COMPOSICIONES DE POLÍMERO

Esta invención también está dirigida a, y abarca, cualquier composición, formulación, compuestos y artículos de fabricación que contienen cualquiera de los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico divulgados en el presente documento (y sus respectivas características o rasgos, tales como área superficial, tamaño de partícula, contenido de Na_2O soluble, forma cristalina,

etc.). En un aspecto particular de esta invención, se divulga una composición polimérica y, en este aspecto, la composición polimérica puede comprender cualquier polímero adecuado (uno o más de uno) y cualquiera de los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico divulgados en el presente documento (o los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico producidos mediante cualquier proceso descrito en el presente documento).

En un aspecto, el polímero en la composición polimérica puede comprender un polímero termoplástico, mientras que, en otro aspecto, el polímero puede comprender un polímero termoestable. En otro aspecto, el polímero puede comprender, ya sea en solitario o en cualquier combinación, un cloruro de polivinilideno (PVDC), un cloruro de polivinilo (PVC), un cloruro de polivinilo clorado (CPVC), un fluoruro de polivinilideno (PVDF), un politetrafluoroetileno (PTFE) y/o un clorotrifluoroetileno (ECTFE). En otro aspecto más, el polímero puede comprender un PVC plastificado o no plastificado. Aún en otro aspecto, el polímero puede comprender un PVC rígido, o alternativamente, el polímero puede comprender un PVC flexible. En general, el PVC rígido puede denominarse PVC no plastificado, mientras que el PVC flexible puede denominarse PVC plastificado.

Como reconocerá fácilmente un experto en la materia, el PVDC puede denominarse cloruro de polivinilideno, pero también puede denominarse poli(cloruro de vinilideno). Del mismo modo, el PVC puede denominarse cloruro de polivinilo, pero también puede denominarse poli(cloruro de vinilo).

En un aspecto, el polímero puede comprender una resina epoxi. Por poner un ejemplo, el polímero puede comprender, ya sea en solitario o en cualquier combinación, una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una

resina de epoxi de bisfenol S, una resina epoxi de fenol-novolac, una resina de epoxi de cresol-novolac, una resina epoxi de bisfenol A-novolac, una resina epoxi de bisfenol F-novolac, una resina epoxi de difeniletileno, una resina epoxi que tiene una estructura principal de triazina, una resina epoxi que tiene una estructura principal de fluoreno, una resina epoxi de trifenilmetano, una resina epoxi de bifenilo, una resina epoxi de xilileno, una resina epoxi de aralquilbifenilo, una resina epoxi de naftaleno, una resina epoxi de dicitopentadieno y/o una resina epoxi alicíclica.

Sin quedar limitados a ello, la cantidad del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico en la composición polimérica a menudo puede variar de 1 a 50 phr (partes en peso por cien partes de resina). Cantidades ilustrativas y no limitantes del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico en la composición polimérica, por lo tanto, pueden incluir los siguientes intervalos: de 5 a 50 phr, de 2 a 40 phr, de 5 a 40 phr, de 10 a 50 phr, de 10 a 40 phr, de 10 a 30 phr o de 15 a 40 phr. Otros intervalos apropiados para la cantidad del complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico en la composición polimérica resultan fácilmente evidentes a partir de esta descripción.

Opcionalmente, la composición polimérica puede comprender además cualquier aditivo adecuado, ejemplos no limitantes de la cual pueden incluir un estabilizador, un lubricante, un retardante de llama inorgánico (por ejemplo, trihidrato de aluminio o hidróxido de magnesio), una carga, un colorante o un agente de curado y similares, así como combinaciones de los mismos.

Los artículos de fabricación pueden formarse a partir de y/o pueden comprender cualquiera de las composiciones poliméricas descritas en el presente documento. En un aspecto, el artículo de fabricación puede comprender

un alambre o cable, mientras que, en otro aspecto, el artículo puede comprender una placa de circuito impreso. Otros artículos de fabricación y aplicaciones de uso final apropiados resultan fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

Por poner un ejemplo, los complejos de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico se pueden utilizar en al menos tres aplicaciones en preimpregnados compuestos industriales, así como en la fabricación microelectrónica para proporcionar beneficios en propiedades mejoradas de productos terminados y procesos de fabricación mejorados. La primera aplicación es en placas de circuito impreso (PCB), la segunda aplicación es en compuestos de moldeo epoxi (EMC) como en envasado de microchips, y la tercera aplicación son preimpregnados compuestos industriales donde se requiere retardo de llama y perforación, tal como los usos finales aeroespaciales y automotrices.

Las placas de circuito impreso (PCB) son omnipresentes en la electrónica de productos industriales y de consumo, incluyendo televisores, teléfonos móviles y ordenadores. Los fabricantes suelen producir placas de circuito con productos químicos retardantes de llama para ayudar a garantizar la seguridad contra incendios. El retardante de llama puede evitar que el fuego se desarrolle por completo o ralentizar la fase de acumulación del fuego retrasando la aparición de la llamarada, ampliando así la ventana de tiempo de escape. En cualquier caso, el retardante de llama cumple su objetivo principal de reducir el riesgo de muertes relacionadas con incendios. Algunos productos químicos retardantes de llama, sin embargo, han causado crecientes preocupaciones sobre su destino y toxicidad si se liberan al medio entorno. Tal es el caso del tetrabromobisfenol-A o TBBPA. TBBPA es el retardante de llama más utilizado

para PCB. En el presente documento, una sola composición ofrece varios beneficios, incluido el retardo de llama sin halógenos, mejoras de perforación, control de expansión térmica y estabilidad dimensional.

Una PCB básica consta de una lámina plana de material aislante y una
5 capa de lámina de cobre, laminado al sustrato. El grabado químico divide el
cobre en líneas conductoras separadas llamadas pistas o trazas de circuito,
almohadillas para conexiones, vías para pasar conexiones entre capas de cobre
y características tales como áreas conductoras sólidas para blindaje
electromagnético u otros fines. Una placa de circuito impreso puede tener varias
10 capas de cobre. Un tablero de dos capas tiene cobre en ambos lados; los
tableros multicapa intercalan capas de cobre adicionales entre capas de material
aislante. Los conductores en diferentes capas están conectados con vías, que
son orificios recubiertos de cobre que funcionan como túneles eléctricos a través
del sustrato aislante. Los cables de los componentes de orificio pasante a veces
15 también funcionan eficazmente como vías. Los componentes del "orificio
pasante" se montan con sus cables que pasan a través de la placa y se sueldan
a las pistas del otro lado. La fabricación con orificios pasantes aumenta el costo
del tablero al requerir que se taladren muchos orificios con precisión. Los orificios
a través de una PCB con un diámetro superior a 76,2 micrómetros generalmente
20 se perforan con brocas hechas de carburo de wolframio con recubrimiento sólido.
De forma ventajosa, las composiciones divulgadas tienen una alta estabilidad
térmica, adecuado para soldadura sin plomo.

Las características importantes son el nivel de resistencia al fuego del
laminado, la constante dieléctrica (ϵ_r), el factor de pérdida ($\tan \delta$), la resistencia a la
25 tracción, la resistencia al corte, la temperatura de transición vítrea (T_g) y el

coeficiente de expansión del eje Z (cuánto cambia el espesor con la temperatura). La expansión térmica es una consideración importante, especialmente con las tecnologías de matriz de rejilla de bolas (BGA) y matriz desnuda, y la fibra de vidrio generalmente ofrece la mejor estabilidad dimensional. Con un tamaño cada vez menor de las características de la placa y
5 unas frecuencias cada vez mayores, pequeñas faltas de homogeneidad como distribución desigual de fibra de vidrio u otra carga, variaciones de espesor y burbujas en la matriz de resina, y las variaciones locales asociadas en la constante dieléctrica, están ganando importancia. El pequeño tamaño de
10 partícula de los complejos divulgados es consistente con estas preocupaciones.

Los complejos descritos en el presente documento se pueden utilizar como cargas en compuestos de moldeo epoxi (EMC). Los compuestos de moldeo epoxi se utilizan ampliamente para encapsular dispositivos semiconductores debido a propiedades superiores como alta resistencia
15 mecánica y alta productividad. En general, al hacerlo, se inyectan polímeros epoxi líquidos sobre un circuito y se curan hasta obtener un estado sólido para su protección. En el presente documento, los complejos imparten un coeficiente de expansión térmica (CTE) extremadamente bajo, buena estabilidad dimensional, así como retardo de llama al embalaje del dispositivo
20 semiconductor sin aumentar significativamente la viscosidad durante los procesos de fabricación.

En referencia a las aplicaciones industriales de preimpregnados compuestos, preimpregnado significa fibras compuestas "preimpregnadas". De manera más específica, los preimpregnados son materiales compuestos en los
25 que la fibra de refuerzo está preimpregnada con una matriz de resina

termoplástica o termoestable. Es una forma de material compuesto que requiere una conversión o fabricación adicional en una pieza final totalmente curada. Las resinas epoxi son el material de matriz polimérica termoestable más común. Las fibras suelen adoptar la forma de un tejido y la matriz se utiliza para unir las entre sí y con otros componentes durante la fabricación. La matriz termoestable sólo está parcialmente curada para permitir una fácil manipulación. Este material epoxi parcialmente curado también se denomina material B-Stage. Los preimpregnados compuestos encuentran cada vez más uso en aplicaciones de alto rendimiento en diversos sectores industriales. Algunos ejemplos del uso de preimpregnados son los interiores de aviones, componentes aeroespaciales, suelo de aviones, transatlánticos de carga, piezas y componentes automotrices, herramientas, paneles balísticos, aplicaciones de transmisión electrónica, artículos deportivos, suelos de gran altura, superficies de suelo de alto impacto, palas de rotores en turbinas eólicas y tecnología ortopédica tanto en aparatos ortopédicos como en prótesis. Añadidos como carga, los complejos descritos en el presente documento proporcionan el retardo de llama requerido, un coeficiente de expansión térmica (CTE) muy bajo y buena estabilidad dimensional.

Los complejos también se pueden utilizar en materiales de interfaz térmica debido a la alta conductividad térmica y la baja viscosidad resultante de la esfericidad de las partículas. Los complejos también pueden tratarse superficialmente con silano y otros tensioactivos, tales como epoxi silano, fenilamino silano, metacril silano, isocianato silano y similares. Después del tratamiento de la superficie, se pueden lograr propiedades mejoradas del compuesto. Los beneficios incluyen una menor viscosidad del compuesto de resina, mejor compatibilidad con resinas poliméricas y menos aglomeraciones.

Si se desea, la tecnología de envasado cerrado se puede aplicar a los complejos, tal como, por poner un ejemplo, combinaciones de partículas más grandes del complejo con partículas más pequeñas del complejo (por ejemplo, una distribución de tamaño de partícula bimodal) en lugar de una distribución de tamaño de partícula única. Esto puede mejorar la viscosidad del compuesto a niveles de carga muy altos (hasta el 80 % en peso o más).

EJEMPLOS

La invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, que no deben interpretarse en modo alguno como la imposición de limitaciones al alcance de esta invención. Otros diversos aspectos, modificaciones y equivalentes de los mismos que, después de leer la descripción del presente documento, pueden sugerirse a un experto en la materia sin alejarse del espíritu de la presente invención ni del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

El tamaño de partícula d₅₀, o tamaño medio de partícula, se refiere al tamaño de partícula para el cual el 50 % de la muestra en peso tiene un tamaño menor y el 50 % de la muestra tiene un tamaño mayor. Las mediciones del tamaño de partículas se determinaron mediante difracción láser de acuerdo con la norma ISO 13320 utilizando un analizador de tamaño de partículas por difracción láser de longitud de onda única Beckman Coulter LS 13 320.

Las áreas de área superficial BET se determinaron utilizando el método de adsorción de nitrógeno BET de Brunauer *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 60, 309 (1938) utilizando un analizador de superficie y porosidad TriStar II de Micromeritics.

El contenido de Na₂O soluble (% en peso) se determinó mediante fotometría de emisión de llama y el brillo TAPPI se determinó de acuerdo con el

método de prueba T452.

EJEMPLOS 1-9

En el Ejemplo 1, 177,0 g (520,7 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 μm , Climax Molybdenum Company) y 3,3 l de agua desionizada se pusieron en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Una vez que el dimolibdato de amonio se disolvió por completo, 1308,0 g de hidróxido de aluminio precipitado fino (ATH, Hydral 710, Huber Engineered Materials, producido a partir de hidróxido de aluminio molido mediante un proceso de digestión y recristalización, d50 de 1,1 μm , BET de 4 m^2/g , 0,016 % en peso de Na_2O soluble, 99+% de brillo, conductividad de 13,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se añadieron a la solución de dimolibdato de amonio. El ATH precipitado contenía un intervalo de 20-22 ppm en peso de galio (tres pruebas), según lo medido por ICP-OES. Por separado, 150,0 g (1042,1 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 600,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que ambos estuvieron bien mezclados, la suspensión de trióxido de molibdeno se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de dimolibdato de amonio con partículas finas de hidróxido de aluminio precipitadas a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada (d50 de aproximadamente 2,5 μm y una BET de aproximadamente 8 m^2/g).

En el Ejemplo 2, 177,0 g (520,7 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 μm , Climax Molybdenum Company) y 3,3 l de agua desionizada se pusieron en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Una vez que el

5 dimolibdato de amonio se disolvió por completo, 1308,0 g de hidróxido de aluminio molido (ATH, Micral 932, Huber Engineered Materials, producido a partir de mineral de bauxita mediante el proceso Bayer, d50 de 2 μm , BET de 13 m^2/g , 0,05 % en peso de Na_2O soluble, 93 % de brillo, conductividad de 93,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se añadieron a la solución de dimolibdato de amonio. El ATH molido contenía un

10 intervalo de 30-31 ppm en peso de galio (tres pruebas), según lo medido por ICP-OES. Por separado, 150,0 g (1042,1 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 600,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que

15 ambos estuvieron bien mezclados, la suspensión de trióxido de molibdeno se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de dimolibdato de amonio con partículas de hidróxido de aluminio molidas a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se

20 secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada (d50 de aproximadamente 2,5 μm y una BET de aproximadamente 8 m^2/g).

En el Ejemplo 3, se pusieron 81,7 g (567,6 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 3,1 l de agua desionizada en un recipiente

25 del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con

agitación a 88 °C. Una vez que el trióxido de molibdeno se disolvió por completo, a la solución de trióxido de molibdeno se añadieron 704,0 g de hidróxido de aluminio precipitado fino (ATH, Hydral 710). Por separado, 98,2 g (288,9 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 µm, Climax Molybdenum Company) y 400,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que ambos estuvieron bien mezclados, la solución de dimolibdato de amonio se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de trióxido de molibdeno con partículas finas de hidróxido de aluminio precipitadas a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 4, se pusieron 81,7 g (567,6 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 3,1 l de agua desionizada en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Una vez que el trióxido de molibdeno se disolvió por completo, a la solución de trióxido de molibdeno se añadieron 704,0 g de hidróxido de aluminio molido (ATH, Micral 932). Por separado, 98,2 g (288,9 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 µm, Climax Molybdenum Company) y 400,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que ambos estuvieron bien mezclados, la solución de dimolibdato de amonio se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de trióxido de molibdeno con partículas de hidróxido de

aluminio molidas a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 5, 49,1 g (144,4 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 μm , Climax Molybdenum Company) y 1,6 l de agua desionizada se pusieron en un recipiente reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Una vez que el dimolibdato de amonio se disolvió por completo, se añadieron 352,1 g de borato de zinc (Firebrake ZB Fine, U.S. Borax) a la solución de dimolibdato de amonio. Por separado, 40,9 g (284,1 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 200,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que ambos estuvieron bien mezclados, la suspensión de trióxido de molibdeno se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de dimolibdato de amonio con partículas de borato de zinc a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 6, se pusieron 80,0 g (555,8 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 3,2 l de agua desionizada en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con

agitación a 88 °C. Una vez que el trióxido de molibdeno se disolvió por completo, a la solución de trióxido de molibdeno se añadieron 700,0 g de borato de zinc (Firebrake ZB Fine). Por separado, 96,0 g (282,4 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 µm, Climax Molybdenum Company) y 400,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que ambos estuvieron bien mezclados, la solución de dimolibdato de amonio se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de trióxido de molibdeno con partículas de borato de zinc a 8 ml/min con una bomba peristáltica. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 7, se pusieron 36,0 g (250,1 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 8,0 l de agua desionizada en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Una vez que el trióxido de molibdeno se disolvió por completo, a la solución de trióxido de molibdeno se le añadieron 160,0 g de talco (ABT 1000, Barretts Minerals Inc.). Después de mezclar durante 10 minutos, a continuación, se bombearon 15,0 g (128,4 mmol) de una solución de hidróxido de amonio (30 % en peso) en el recipiente del reactor que contenía la solución de trióxido de molibdeno con partículas de talco a 2 ml/min durante 1 minuto cada 10 minutos con una bomba peristáltica hasta que se transfirió todo el volumen de la solución. Luego la mezcla de reacción se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se

secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 8, 177,0 g (520,7 mmol) de dimolibdato de amonio (d50 de 20-25 μm , Climax Molybdenum Company) y 3,3 l de agua desionizada se pusieron en un recipiente del reactor equipado con un agitador y un termorregulador, y se calentaron con agitación a 88 °C. Por separado, 150,0 g (1042,1 mmol) de trióxido de molibdeno (Langeloth Metallurgical Company) y 600,0 g de agua desionizada se añadieron a un vaso de precipitados a 88 °C para crear una suspensión. Una vez que el dimolibdato de amonio se disolvió completamente y la suspensión de trióxido de molibdeno se mezcló bien, la suspensión se bombeó al recipiente del reactor que contenía la solución de dimolibdato de amonio a 8 ml/min con una bomba peristáltica. A continuación, a la mezcla de reacción se le añadieron 1.308,0 g de hidróxido de aluminio precipitado fino (Hydral 710), que luego se agitó durante 8 horas a 88 °C. Luego se vertió la mezcla de productos en un recipiente de vidrio y se secó en un horno a 120 °C durante la noche. El producto seco se desaglomeró en un Henschel a 1800 rpm durante 3 minutos seguido de molienda con martillo para reducirlo a una distribución de tamaño de partícula especificada.

En el Ejemplo 9, 40,0 g de octamolibdato de amonio (preparado a partir de ADM y MoO_3) y 160,0 g de hidróxido de aluminio precipitado fino (Hydral 710) se pusieron en un frasco de polipropileno, y la botella se puso en un horno Blue M modificado para que girara durante la noche a aproximadamente 25 °C.

La difracción de rayos X en polvo (XRD) es una técnica analítica utilizada principalmente para la identificación de fases de un material cristalino. El material

a analizar se muele finamente y se homogeneiza. Los principios fundamentales de la difracción de rayos X en polvo (XRD) son el descubrimiento de Max von Laue, en 1912, de que las sustancias cristalinas actúan como rejillas de difracción tridimensionales para longitudes de onda de rayos X similares a la
5 separación de los planos en una red cristalina. La difracción de rayos X es ahora una técnica común para el estudio de estructuras cristalinas y espaciado atómico. La difracción de rayos X se basa en la interferencia constructiva de rayos X monocromáticos y una muestra cristalina. Estos rayos X son generados por un tubo de rayos catódicos, filtrados para producir radiación monocromática,
10 colimado para concentrar y dirigido hacia la muestra. La interacción de los rayos incidentes con la muestra produce una interferencia constructiva (y un rayo difractado) cuando las condiciones satisfacen la Ley de Bragg ($n\lambda = 2d \sin \theta$). Esta ley relaciona la longitud de onda de la radiación electromagnética con el ángulo de difracción y el espaciado de la red en una muestra cristalina. Estos
15 rayos X difractados luego se detectan, procesa y recuentan. Al escanear la muestra a través de un intervalo de ángulos 2θ , se deben alcanzar todas las direcciones de difracción posibles de la red debido a la orientación aleatoria del material en polvo. La conversión de los picos de difracción a distancias interplanares d permite la identificación del material porque cada material tiene
20 un conjunto de distancias interplanares d únicas. Luego se obtiene la distancia interplanar d de cada pico mediante la solución de la ecuación de Bragg para el valor apropiado de λ . Una vez que se hayan determinado todas las distancias interplanares d , las rutinas automatizadas de búsqueda/coincidencia comparan las d de la muestra con las de materiales conocidos. Debido a que cada material
25 tiene un conjunto único de distancias interplanares d , hacer coincidir estas

distancias interplanares d proporciona una identificación de la muestra. Se utiliza un procedimiento sistemático ordenando las distancias interplanares d en términos de su intensidad comenzando con el pico más intenso. Los archivos de distancia interplanar d para cientos de miles de compuestos inorgánicos están disponibles en el Centro Internacional de Datos de Difracción como Archivo de Difracción de Polvo (PDF).

En el presente documento, las muestras se cargaron en soportes de muestras estándar o de fondo cero y se pusieron en un difractómetro Panalytical X'pert MPD usando radiación de Cu a 45 kV/40 mA. Las exploraciones se realizaron en el intervalo de 6° a 80° con un tamaño de paso de $0,0131^\circ$ y un tiempo de conteo acumulado de 250 segundos por paso. Una vez obtenidos los patrones de difracción, las fases se identificaron con la ayuda del archivo de difracción de polvo publicado por el Centro Internacional de Datos de Difracción o la base de datos de estructura cristalina inorgánica. Las cantidades de las fases cristalinas se determinaron mediante un refinamiento de Rietveld.

La **FIG. 1** es un gráfico de XRD del complejo en polvo producido en el Ejemplo 1, la **FIG. 2** es un gráfico de XRD del complejo en polvo producido en el Ejemplo 2, y la **FIG. 3** es un gráfico de XRD de la mezcla de octamolibdato de amonio producida en el Ejemplo 9. Además de ATH (~80 % en peso) y ~1-3 % en peso producto amorfo, el complejo del Ejemplo 1 (**FIG. 1**) contenía ~17-19 % en peso AOM ortorrómbico y, sorprendentemente, efectivamente todo (al menos 99+% en peso) el AOM presente en el complejo estaba en forma cristalina ortorrómbica. Además de ATH (~80 % en peso) y ~1-3 % en peso producto amorfo, el complejo del Ejemplo 2 (**FIG. 2**) contenía ~17-19 % en peso de hidróxido de óxido de molibdeno, galio, amina y cromo hidrato, $(\text{Cr}(\text{NH}_3)_6)$

(GaMo₆O₁₈(OH)₆·5H₂O). De manera inesperada, no se produjo AOM en el Ejemplo 2, a pesar de que se usó un tipo de ATH en ambos Ejemplos 1-2. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que la presencia de un nivel más alto de galio en el ATH del Ejemplo 2 puede haber impedido la formación de AOM. El Ejemplo 9 era una mezcla seca del 80% en peso de ATH con 20 % en peso de AOM, y el AOM preparada de esta manera fue predominantemente (~95 % en peso) alfa-AOM (forma cristalina triclinica), como se muestra en la **FIG. 3**, con sólo ~2 % en peso de AOM ortorrómbico y ~3 % en peso MoO₃ sin reaccionar.

Para los complejos de los Ejemplos 1-2 y 8-9, estos complejos se incorporaron en cloruro de polivinilo plastificado utilizando un proceso de composición de mezcla fundida de dos etapas. En la primera etapa, PVC, plastificante, estabilizante, lubricante, trióxido de antimonio, ATH y MgOH₂ se mezclaron a una temperatura de 90 °C usando un mezclador Henschel para formar una premezcla de PVC con la composición que se muestra en la Tabla I. En la segunda etapa, se añadieron varias cantidades de los complejos a la premezcla de PVC y luego se mezclaron a 165 °C y 45 rpm durante 5 minutos usando un mezclador Brabender Intelli-Torque Plasti-Corder equipado con paletas. Las muestras para análisis se prepararon presionando el material con una prensa hidráulica Givin PHI a una presión de 78,3 bar y una temperatura de 196 °C.

Tabla I. Composición de la Premezcla de PVC.

Ingrediente	Descripción	PHR	% en peso	Gramos
Resina de PVC	GA Gulf 5415 (K70)	100	46,88	2297,2
Plastificante	TOTM	48	22,50	1102,7
Estabilizante	Ca/Zn Chemson	3	1,41	68,9

Ingrediente	Descripción	PHR	% en peso	Gramos
Lubricante	Ácido esteárico	0,3	0,14	6,9
Sb ₂ O ₃	Trióxido de antimonio	2	0,94	45,9
ATH	Hydral 710	43	20,16	987,8
Mg(OH) ₂	Vertex 100	17	7,97	390,5
Total		213,3	100	4900

La Tabla II resume las formulaciones de PVC que contienen los complejos de los Ejemplos 1-2 y 8-9, así como un Ejemplo de Control en el que utilizó únicamente la premezcla de PVC, mientras que la Tabla III resume las formulaciones de PVC que contienen diferentes cantidades del complejo del Ejemplo 1, así como un Ejemplo de Control en el que se utilizó únicamente la premezcla de PVC.

Tabla II. Ejemplos 1-2 y 8-9 (phr).

Ejemplo	Control	1	2	8	9
Premezcla	213,3	213,3	213,3	213,3	213,3
Complejo del Ejemplo 1		15,0			
Complejo del Ejemplo 2			15,0		
Complejo del Ejemplo 8				15,0	
Complejo del Ejemplo 9					15,0

10 Tabla III. Ejemplos 1A-1B (phr).

Ejemplo	Control	1A	1B
Premezcla	213,3	213,3	213,3
Complejo del Ejemplo 1		15,0	
Complejo del Ejemplo 1			25,0

Se utilizó un calorímetro de cono (DEATAK CC-2) para realizar pruebas de resistencia a la llama en muestras siguiendo el procedimiento descrito en ASTM E 1354. Se expusieron muestras de 100 mm x 100 mm x 0,635 mm en orientación horizontal. Se utilizó un flujo de calor externo de 50 kW/m² para los experimentos. Los parámetros medidos incluyeron la producción de humo total (m²/m²), y producción de humo total normalizada (m²/m²/g). Los datos informados fueron el promedio de 3 experimentos.

Para las formulaciones que se muestran en la Tabla II, la **FIG. 4** es un gráfico de barras que resume el humo total normalizado (m²/m² por gramo de la muestra de composición polimérica) para las composiciones poliméricas de PVC flexible que contienen los complejos de los Ejemplos 1-2 y 8-9 a 15 phr, así como un Ejemplo de Control (que no contenía supresor de humo). Como era de esperar, cada una de las formulaciones que contenían un complejo supresor de humo redujo la cantidad total de humo en comparación con el control. Sin embargo, e inesperadamente, la formulación que contiene el complejo del Ejemplo 1 tenía la producción de humo más baja y dio como resultado un rendimiento supresor de humo ~12-18 % mejor que las formulaciones que contienen los complejos de los Ejemplos 8-9 y un rendimiento supresor de humo ~7 % mejor que la formulación que contiene el complejo molido basado en ATH del Ejemplo 2. Sorprendentemente, la formulación que contenía el complejo del Ejemplo 1 (AOM unido a ATH) tuvo un rendimiento supresor de humo significativamente mejor que la formulación que contenía el complejo del Ejemplo 9 (mezcla física de AOM y ATH).

Para las formulaciones que se muestran en la Tabla III, la **FIG. 5** es un gráfico de barras que resume el humo total normalizado (m²/m² por gramo de la

muestra de composición polimérica) para las composiciones poliméricas de PVC flexible que contienen el complejo del Ejemplo 1 a 15 phr (1A) y 25 phr (1B), así como un Ejemplo de Control (que no contenía supresor de humo). Al aumentar la carga del supresor de humo de 15 phr a 25 phr, la producción total de humo del Ejemplo de Control se redujo en casi un 50 %.

Para el complejo del Ejemplo 1 y para el octamolibdato de amonio (AOM), estos materiales se incorporaron al cloruro de polivinilo plastificado utilizando el proceso descrito anteriormente. La premezcla de PVC tenía la composición mostrada en la Tabla IV. El Ejemplo 1 a 15 phr (Ejemplo 1C) y el AOM a 15 phr (Ejemplo 10) se probaron en la formulación de la Tabla IV y se compararon con un Ejemplo de Control que utilizó la premezcla de PVC únicamente.

Tabla IV. Composición de premezcla de PVC.

Ingrediente	Descripción	PHR	% en peso
Resina de PVC	Axial 5415	100	46,9
Plastificante	TOTM	48	22,5
Estabilizante	Plastistab 2148	3	1,4
Lubricante	Ácido esteárico	0,3	0,1
Sb ₂ O ₃	Trióxido de antimonio	2	0,9
ATH	Hydral 710	43	20,2
Mg(OH) ₂	Vertex 100	17	8,0
Total		213,3	100,0

La **FIG. 6** es un gráfico de barras que resume el humo total (m²/m²) para las composiciones poliméricas de PVC flexible que contienen el complejo del Ejemplo 1 a 15 phr (Ejemplo 1C), AOM a 15 phr (Ejemplo 10), así como un

Ejemplo de Control (que no contenía supresor de humo). Como era de esperar, cada una de las formulaciones que contenían un complejo supresor de humo redujo drásticamente la cantidad total de humo en comparación con el control. Sin embargo, e inesperadamente, la formulación del Ejemplo 1C (que contiene el complejo del Ejemplo 1) tuvo una menor producción de humo y un rendimiento supresor de humo ~12 % mejor que la formulación que contenía 100 % de AOM. Esto es particularmente beneficioso, ya que el AOM es mucho más caro que el ATH, sin embargo, el Ejemplo 1 contenía sólo ~20 % en peso de AOM, mientras que el Ejemplo 10 contenía 100 % de AOM, y el rendimiento del Ejemplo 1C (que contiene el complejo del Ejemplo 1) fue superior al del Ejemplo 10.

La invención se describe anteriormente con referencia a numerosos aspectos y ejemplos específicos. A los expertos en la materia se les ocurrirán muchas variaciones a la luz de la descripción detallada anterior. Todas estas variaciones obvias están dentro del alcance total previsto de las reivindicaciones adjuntas. Otros aspectos de la invención pueden incluir, pero sin limitación, lo siguiente (los aspectos se describen como "que comprenden" pero, como alternativa, pueden "consistir esencialmente en" o "consistir en"):

Aspecto 1. Un proceso que comprende: hacer reaccionar dimolibdato de amonio (ADM), trióxido de molibdeno (MoO_3), y un hidróxido metálico en un sistema acuoso para formar un complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico.

Aspecto 2. El proceso definido en el aspecto 1, en donde el hidróxido metálico comprende trihidróxido de aluminio.

Aspecto 3. El proceso definido en el aspecto 1, en donde el hidróxido metálico comprende dihidróxido de magnesio.

Aspecto 4. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-3, en donde el proceso comprende poner en contacto previamente el dimolibdato de amonio (ADM) y el hidróxido metálico, y luego poner en contacto el trióxido de molibdeno (MoO_3).

5 Aspecto 5. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-3, en donde el proceso comprende poner en contacto el dimolibdato de amonio (ADM), el trióxido de molibdeno (MoO_3), y el hidróxido metálico sustancialmente al mismo tiempo.

Aspecto 6. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-5, en
10 donde el proceso se lleva a cabo (o se forma el complejo) a una temperatura en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 20 °C a 98 °C, de 50 °C a 90 °C, del 75 °C al 90 °C o del 80 °C al 98 °C.

Aspecto 7. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-6, en
15 donde el trióxido de molibdeno (MoO_3) y el dimolibdato de amonio (ADM) se hacen reaccionar a una relación molar de MoO_3 :ADM en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 1:1 a 3:1, de 1,2:1 a 2,8:1, de 1,5:1 a 2,5:1 o de 1,8:1 a 2,4:1, basado en la cantidad total de cada reactivo.

20 Aspecto 8. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-7, en donde el proceso se lleva a cabo (o se forma el complejo) a una presión en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 34,47 kPa a 689,5 kPa (de 5 psig a 100 psig), a presión atmosférica o a presión subatmosférica.

25 Aspecto 9. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-8, que

comprende además una etapa de retirar el complejo del agua usando cualquier técnica adecuada, o cualquier técnica divulgada en el presente documento, p. ej., filtración o centrifugación, así como combinaciones de los mismos.

5 Aspecto 10. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-9, que comprende además una etapa de secar el complejo en cualquier condición de secado adecuada, o cualquier condición de secado divulgada en el presente documento, p. ej., una temperatura de secado en un intervalo de 50 °C a 200 °C, o de 100 °C a 150 °C, y secado a presión atmosférica o subatmosférica, p. ej., inferior a 20 kPa (150 Torr), o inferior a 6,67 kPa (50 Torr).

10 Aspecto 11. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-10, que comprende además una etapa de desaglomeración del complejo, una etapa de molienda del complejo, o ambas.

15 Aspecto 12. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-11, en donde el hidróxido metálico tiene un contenido de Na_2O soluble en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., del 0,001 al 0,035 % en peso, del 0,001 al 0,03% en peso, del 0,001 al 0,018 % en peso, del 0,002 al 0,035 % en peso, del 0,002 al 0,025 % en peso o del 0,002 al 0,02 % en peso.

20 Aspecto 13. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-12, en donde el hidróxido metálico se caracteriza por un brillo TAPPI en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., mayor que o igual al 95 %, mayor que o igual al 97 %, mayor que o igual al 98 % o mayor que o igual al 99 %.

25 Aspecto 14. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-13, en donde el hidróxido metálico se caracteriza por cualquier tamaño medio de

partícula (d50) adecuado, o un tamaño medio de partícula (d50) en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 0,5 a 5 μm , de 0,5 a 3 μm , de 0,75 a 2 μm o de 0,75 a 1,75 μm .

5 Aspecto 15. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-14, en donde el hidróxido metálico se caracteriza por cualquier área superficial BET adecuada, o un área superficial BET en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 1 a 20 m^2/g , de 1 a 15 m^2/g , preferiblemente de 2 a 10 m^2/g o de 2 a 6 m^2/g .

10 Aspecto 16. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-15, en donde el hidróxido metálico contiene cualquier cantidad adecuada de galio (en ppm en peso), o una cantidad de galio en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., menos de o igual a 29 ppm, menos de o igual a 27 ppm, menos de o igual a 25 ppm, menos de o igual a 23 ppm, menos de o igual a 20 ppm, inferior o igual a 15 ppm o inferior o igual a 10 ppm.

15 Aspecto 17. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-16, en donde el hidróxido metálico comprende ATH precipitado.

20 Aspecto 18. El proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-17, en donde el trióxido de molibdeno se caracteriza por cualquier tamaño medio de partícula (d50) adecuado, o un tamaño medio de partícula (d50) en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 0,5 a 20 μm , de 1 a 10 μm o de 1,6 a 6 μm .

25 Aspecto 19. El complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico producido mediante el proceso definido en uno cualquiera de los aspectos 1-18, en donde el complejo comprende cualquier cantidad adecuada de AOM, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., del 1

al 95 % en peso, del 5 al 80 % en peso, del 5 al 50 % en peso, del 10 al 60 % en peso o del 10 al 30 % en peso.

Aspecto 20. Un complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico que comprende octamolibdato de amonio y un hidróxido metálico, en donde el
5 complejo comprende cualquier cantidad adecuada de AOM, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., del 1 al 95 % en peso, del 5 al 80 % en peso, del 5 al 50 % en peso, del 10 al 60 % en peso o del 10 al 30 % en peso.

Aspecto 21. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los
10 aspectos 1-20, en donde cualquier cantidad adecuada, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., al menos el 80 % en peso, al menos el 85 % en peso, al menos el 90 % en peso, al menos el 95 % en peso, al menos el 98 % en peso o al menos el 99 % en peso, del octamolibdato de amonio está presente en forma cristalina ortorrómbica.

Aspecto 22. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los
15 aspectos 1-21, en donde el complejo comprende cualquier cantidad adecuada de galio (en ppm en peso), o una cantidad de galio en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., menos de o igual a 29 ppm, menos de o igual a 27 ppm, menos de o igual a 25 ppm, menos de o igual a 23 ppm,
20 menos de o igual a 20 ppm, menos de o igual a 15 ppm, inferior o igual a 10 ppm o inferior o igual a 5 ppm.

Aspecto 23. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-22, en donde el complejo se caracteriza por cualquier tamaño medio de partícula (d₅₀) adecuado, o un tamaño medio de partícula (d₅₀) en cualquier
25 intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 0,5 a 10 µm, de 1 a

10 μm o de 1 a 6 μm .

Aspecto 24. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-23, en donde el complejo se caracteriza por cualquier área de área superficial BET adecuada, o un área de área superficial BET en cualquier
5 intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 2 a 20 m^2/g , de 3 a 18 m^2/g , preferiblemente de 4 a 15 m^2/g o de 5 a 12 m^2/g .

Aspecto 25. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-24, en donde el hidróxido metálico en el complejo (o el complejo) tiene un contenido de Na_2O soluble en cualquier intervalo adecuado, o en
10 cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., del 0,001 al 0,035 % en peso, del 0,001 al 0,03% en peso, del 0,001 al 0,018 % en peso, del 0,002 al 0,035 % en peso, del 0,002 al 0,025 % en peso o del 0,002 al 0,02 % en peso.

Aspecto 26. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-25, en donde el hidróxido metálico en el complejo (o el complejo) se caracteriza por un brillo TAPPI en cualquier intervalo adecuado, o en cualquier
15 intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., mayor que o igual al 95 %, mayor que o igual al 97 %, mayor que o igual al 98 % o mayor que o igual al 99 %.

20 Aspecto 27. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-26, en donde el complejo comprende AOM unido al hidróxido metálico.

Aspecto 28. El proceso o complejo definido en uno cualquiera de los aspectos 1-27, en donde el complejo es esférico.

25 Aspecto 29. Una composición (o formulación) polimérica que comprende:

(a) un polímero, y (b) el complejo de octamolibdato de amonio/hidróxido metálico definido en uno cualquiera de los aspectos 19-28.

Aspecto 30. La composición polimérica definida en el aspecto 29, en donde la cantidad del complejo en la composición polimérica es cualquier
5 cantidad adecuada, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 1 a 50 phr, de 5 a 50 phr, de 2 a 40 phr, de 5 a 40 phr, de 10 a 50 phr, de 10 a 40 phr, de 10 a 30 phr o de 15 a 40 phr.

Aspecto 31. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en donde el polímero comprende cualquier polímero adecuado, o cualquier
10 polímero divulgado en el presente documento, p. ej., un termoplástico, un termoestable o una combinación de los mismos.

Aspecto 32. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en donde el polímero comprende un cloruro de polivinilideno (PVDC), un cloruro de polivinilo (PVC), un cloruro de polivinilo clorado (CPVC), un fluoruro de
15 polivinilideno (PVDF), un politetrafluoroetileno (PTFE), un clorotrifluoroetileno (ECTFE), o cualquier combinación de los mismos.

Aspecto 33. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en donde el polímero comprende un PVC rígido.

Aspecto 34. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en
20 donde el polímero comprende un PVC flexible.

Aspecto 35. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en donde el polímero comprende un PVC plastificado o no plastificado.

Aspecto 36. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en donde el polímero comprende una resina epoxi.

25 Aspecto 37. La composición polimérica definida en el aspecto 29 o 30, en

donde el polímero comprende una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una resina de epoxi de bisfenol S, una resina epoxi de fenol-novolac, una resina de epoxi de cresol-novolac, una resina epoxi de bisfenol A-novolac, una resina epoxi de bisfenol F-novolac, una resina epoxi de difeniletileno, una resina epoxi que tiene una estructura principal de triazina, una resina epoxi que tiene una estructura principal de fluoreno, una resina epoxi de trifenilmetano, una resina epoxi de bifenilo, una resina epoxi de xilileno, una resina epoxi de aralquilbifenilo, una resina epoxi de naftaleno, una resina epoxi de dicitopentadieno, una resina epoxi alicíclica, o cualquier combinación de las mismas.

Aspecto 38. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 29-37, en donde la composición polimérica comprende además un aditivo, comprendiendo el aditivo un estabilizador, un lubricante, un retardante de llama inorgánico (por ejemplo, trihidrato de aluminio o hidróxido de magnesio), una carga, un colorante o un agente de curado, así como cualquier combinación de los mismos.

Aspecto 39. Un artículo de fabricación que comprende la composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 29-38.

Aspecto 40. El artículo definido en el aspecto 39, en donde el artículo comprende un alambre o cable.

Aspecto 41. El artículo definido en el aspecto 39, en donde el artículo comprende una placa de circuito impreso.