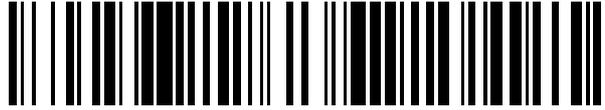


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 788**

51 Int. Cl.:

B01J 20/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2013 PCT/US2013/047259**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14004349**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2013 E 13809596 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2874740**

54 Título: **Materiales compuestos coaglomerados**

30 Prioridad:

26.06.2012 US 201261664395 P

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

04.06.2020

73 Titular/es:

**IMERYS FILTRATION MINERALS, INC. (100.0%)
1732 North First Street Suite 450
San Jose, CA 95112, US**

72 Inventor/es:

WANG, BO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 764 788 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

Materiales compuestos coaglomerados

Campo de la descripción

5 Esta divulgación está relacionada con materiales compuestos coaglomerados, métodos para fabricar materiales compuestos coaglomerados y métodos para usar materiales compuestos coaglomerados. Más particularmente, esta divulgación está relacionada con materiales compuestos coaglomerados que pueden usarse en aplicaciones de filtración, y métodos para fabricar y usar tales materiales compuestos coaglomerados.

Antecedentes

10 En muchas aplicaciones de filtración, un dispositivo de filtración puede incluir un elemento de filtro, tal como un tabique, y un material auxiliar de filtro. El elemento de filtro puede ser de cualquier forma de tal manera que pueda soportar un material auxiliar de filtro. Por ejemplo, el elemento de filtro puede incluir un tubo cilíndrico o una estructura tipo oblea cubierta con una tela plástica o metálica de tejido suficientemente fino. El elemento de filtro puede ser una estructura porosa con un elemento de filtro vacío para permitir que material de cierto tamaño pase a través del dispositivo de filtración. El material auxiliar del filtro puede incluir uno o más componentes de filtración, que, por ejemplo, pueden ser
15 polvos inorgánicos o materiales fibrosos orgánicos. Tal material auxiliar de filtro se puede usar en combinación con un elemento de filtro para mejorar el rendimiento de filtración.

20 Por ejemplo, el material auxiliar de filtro puede aplicarse inicialmente a un tabique de un elemento de filtro en un proceso conocido como "prerrecubrimiento". El prerrecubrimiento generalmente puede implicar mezclar una suspensión de agua y material auxiliar de filtro e introducir la suspensión en una corriente que fluye a través del tabique. Durante este proceso, una capa delgada, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 1.5 mm a aproximadamente 3.0 mm, de material auxiliar del filtro puede depositarse eventualmente sobre el tabique, formando así el dispositivo de filtración.

25 Durante la filtración de un fluido, diversas partículas insolubles en el fluido pueden quedar atrapadas por el material auxiliar del filtro. Las capas combinadas de material auxiliar de filtro y partículas y/o constituyentes que se van a eliminar se acumulan en la superficie del tabique. Esas capas combinadas se conocen como "torta de filtro". A medida que se depositan más y más partículas y/o constituyentes en la torta de filtro, la torta de filtro puede saturarse con desechos hasta el punto en que el fluido ya no puede pasar a través del tabique.

30 Para combatir esta situación, se puede utilizar un proceso conocido como "alimentación en cuerpo". La alimentación en cuerpo es el proceso de introducir material auxiliar de filtro adicional en el fluido que se va a filtrar antes de que el fluido llegue a la torta de filtro. El material auxiliar del filtro seguirá la ruta del fluido sin filtrar y eventualmente llegará a la torta de filtro. Al llegar a la torta de filtro, el material auxiliar del filtro agregado se unirá a la torta de manera similar a cómo el material auxiliar del filtro se une al tabique durante el proceso de prerrecubrimiento. La capa adicional de material auxiliar del filtro puede hacer que la torta de filtro se hinche y espese, y puede aumentar la capacidad de la torta de filtro para atrapar desechos adicionales. El auxiliar de filtro típicamente tiene una estructura porosa abierta,
35 que mantiene una estructura abierta en la torta de filtro, asegurando así la permeabilidad continua de la torta de filtro.

40 En el campo de la filtración de fluidos, la tierra de diatomeas y los vidrios naturales pueden emplearse como auxiliares de filtro. Los productos de tierra de diatomeas pueden obtenerse de tierra de diatomeas (también llamada "DE" o "diatomita"), que se conoce generalmente como un sedimento enriquecido en sílica biogénica (es decir, sílica producida o aportada por organismos vivos) en forma de esqueletos silíceos (frústulas) de diatomeas. Las diatomeas son una variedad diversa de algas microscópicas, unicelulares, de color marrón dorado, generalmente de la clase Bacillariophyceae, que poseen un esqueleto silíceo adornado de estructuras variadas e intrincadas que incluyen dos válvulas que, en la diatomea viva, encajan como una caja de pastillas.

45 La tierra de diatomeas puede formarse a partir de los restos de diatomeas transportadas por el agua y, por lo tanto, los depósitos de tierra de diatomeas se pueden encontrar cerca de cuerpos de agua actuales o anteriores. Esos depósitos generalmente se dividen en dos categorías con base en la fuente: agua dulce y agua salada. La tierra de diatomeas de agua dulce generalmente se extrae de lechos de lagos secos y puede caracterizarse por tener un bajo contenido de sílica cristalina y un alto contenido de hierro. Por el contrario, la tierra de diatomeas de agua salada generalmente se extrae de áreas oceánicas y puede caracterizarse por tener un alto contenido de sílica cristalina y un bajo contenido de hierro.

50 Los vidrios naturales, comúnmente conocidos como "vidrios volcánicos", generalmente se forman por el rápido enfriamiento del magma silíceo o la lava. Se conocen varios tipos de vidrios naturales, que incluyen, por ejemplo, perlita, piedra pómez, pumicita, obsidiana, resinita y cenizas volcánicas. Antes del procesamiento, la perlita puede ser de color gris a verde con abundantes grietas esféricas que hacen que se rompa en pequeñas masas similares a perlas. La perlita puede expandirse térmicamente al procesarse. La piedra pómez es una roca vesicular vidriosa de peso
55 ligero. La obsidiana puede ser de color oscuro con un brillo vítreo y una fractura concoidea característica. La resinita tiene un brillo resinoso ceroso y puede ser marrón, verde o gris. Los vidrios volcánicos tales como la perlita y la piedra pómez se producen en depósitos masivos y encuentran un amplio uso comercial. La ceniza volcánica, a menudo

denominada "toba" cuando está en forma consolidada, puede incluir pequeñas partículas o fragmentos que pueden estar en forma vítrea.

5 En el campo de la filtración, los métodos de separación de partículas de fluidos pueden emplear productos de tierra de diatomeas o productos de vidrio natural como auxiliares de filtro. La estructura intrincada y porosa exclusiva de la tierra de diatomeas puede, en algunos casos, ser efectiva para el atrapamiento físico de partículas en los procesos de filtración. Es conocido emplear productos de tierra de diatomeas para mejorar la claridad de los fluidos que exhiben "turbidez" o que contienen partículas suspendidas o materia en partículas. La "turbidez" es la enturbiamiento o nebulosidad de un fluido, donde la nebulosidad puede ser causada por partículas individuales que están suspendidas en el fluido. Los materiales que pueden hacer que un fluido se vuelva turbio incluyen, por ejemplo, arcilla, limo, materia orgánica, materia inorgánica y organismos microscópicos.

10 La tierra de diatomeas y el vidrio natural se pueden usar en diversos aspectos de la filtración. Por ejemplo, como parte del prerrecubrimiento, se pueden aplicar tierra de diatomeas o productos de vidrio natural a un tabique filtrante para ayudar a lograr, por ejemplo, uno cualquiera o más de: protección del tabique, mejora en la claridad y agilización de eliminación de la torta de filtro. Como parte de la alimentación en cuerpo, se puede agregar tierra de diatomeas o vidrio natural directamente a un fluido que se filtra para ayudar a lograr, por ejemplo, uno o ambos de: aumentar la tasa de flujo y extender el ciclo de filtración. Dependiendo de los requisitos del proceso de separación específico, se puede usar tierra de diatomeas o vidrio natural en múltiples etapas, que incluyen, pero no se limitan a, una etapa de prerrecubrimiento y una etapa de alimentación en cuerpo. El documento JP H07 47266 A describe un compuesto de diatomita-perlita para uso como auxiliar de filtro y su fabricación. El documento US 2009/261041 A1 describe un material auxiliar de filtro que comprende un componente de filtración y un componente de adsorción formado in situ sobre una superficie del componente de filtración.

15 Los productos conocidos de tierra de diatomeas o vidrio natural pueden sufrir cualquier número de atributos que los hacen inapropiados para el uso de filtración, hacer que sean menos deseables o que tengan un rendimiento pobre o mejorable en una aplicación particular, por ejemplo, en aplicaciones de filtrado. Por ejemplo, la tierra de diatomeas conocida o los productos de vidrio natural pueden tener al menos uno de un alto contenido de sílica cristalina, un alto contenido de impurezas y baja permeabilidad. Por lo tanto, puede ser deseable mejorar la tierra de diatomeas o los productos de vidrio natural de tal manera que exhiban un rendimiento mejorado en una aplicación dada, tal como un contenido de impurezas más bajo y/o una permeabilidad en aplicaciones de filtración más alta.

Resumen

30 La presente invención se define en y por las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un auxiliar de filtro compuesto que comprende tierra de diatomeas, vidrio natural que es perlita y un aglutinante de sílica precipitado que es silicato de sodio y en donde la relación de la tierra de diatomeas al vidrio natural varía de 1:3 a 3:1 en peso, en donde el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (2 a 20 darcys) y en donde la tierra de diatomeas comprende al menos uno de tierra de diatomeas calcinada y tierra de diatomeas calcinada por flujo y el auxiliar de filtro compuesto tienen un d_{10} que varía de 10 a 30 μm (micrones), un d_{50} que varía de 30 a 70 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 80 a 120 μm (micrones), en donde d_{10} es el valor en cuyo 10 % en peso de las partículas tiene un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{10} , en donde d_{50} es el valor en el cual el 50 % en peso de las partículas tiene un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{50} , en donde d_{90} es el valor en el cual el 90 % en peso de las partículas tienen un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{90} y d_{10} , d_{50} y d_{90} se miden usando un analizador de tamaño de partículas láser Leeds and Northrup Microtrac X100, además en donde el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda que varía de 160 a 256 kg/m^3 (10 a 16 lbs/pt^3) y la densidad húmeda se mide colocando una muestra pesada en un tubo de centrífuga calibrado al que se agrega agua desionizada, la muestra se agita hasta que toda la muestra se humedezca y no permanezca polvo, el tubo se centrifuga durante 5 minutos a 2500 rpm en una centrífuga equipada con un rotor de cubeta oscilante, después de la centrifugación se mide el volumen de la materia sedimentada y se calcula la densidad húmeda dividiendo el peso de la muestra por el volumen medido. Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $8.88 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (9 a 20 darcys) o $1.48 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (15 a 20 darcys) . La tierra de diatomeas se puede obtener de una fuente de agua dulce o una fuente de agua salada.

35 La tierra de diatomeas tiene un d_{10} que varía de 5 a 15 μm (micrones), un d_{50} que varía de 20 a 70 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 50 a 130 μm (micrones). El vidrio natural tiene un d_{10} que varía de 10 a 30 μm (micrones), un d_{50} que varía de 15 a 80 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 50 a 150 μm (micrones).

40 El auxiliar de filtro compuesto puede tener un área de superficie BET que varía de $5 \text{ m}^2/\text{g}$ a $50 \text{ m}^2/\text{g}$. El auxiliar de filtro compuesto puede tener un tamaño medio de poro que varía de 5 a 35 μm (micrones), y un área superficial que varía de 5 a 40 m^2/g . La porosidad del auxiliar de filtro compuesto puede variar de 3 a 7 litros por miligramo.

45 El auxiliar de filtro compuesto puede tener un contenido de hierro soluble en cerveza de menos de 5 ppm, medido por ASBC. Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene un contenido de hierro soluble en cerveza de menos de 1 ppm, medido por ASBC.

El auxiliar de filtro puede tener un contenido de cristobalita de menos del 20 % en peso. Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene un contenido de cristobalita de menos del 10 % en peso, menos del 6 % en peso o menos del 1 % en peso.

El auxiliar de filtro puede tener una densidad húmeda que varía de 144 a 240 kg/m³ (9 a 15 lbs/pie³).

5 El auxiliar de filtro compuesto puede incluir tierra de diatomeas, perlita y un aglutinante de sílica precipitado, en donde el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda inferior a 240 kg/m³ (15 lb/pie³).

10 Aquí se describe pero no se reivindica un método para hacer un material compuesto que incluye mezclar tierra de diatomeas y perlita, agregar silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas, y precipitar el silicato alcalino como aglutinante para hacer el material compuesto. El método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua. Por ejemplo, el método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua antes de agregar el silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además mezclar el silicato alcalino y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además clasificar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además secar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. Por ejemplo, el secado puede incluir calentar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas mezclada y la perlita a una temperatura que varía de 100 °C y 200 °C. El método puede incluir además, después de secar la mezcla, clasificar la mezcla. El método puede incluir además, antes de mezclar la tierra de diatomeas y la perlita, calcinar la tierra de diatomeas.

20 También se habilita aquí, pero no se reivindica, un método para filtrar una bebida que incluye el uso de un auxiliar de filtro compuesto y/o material compuesto. El auxiliar de filtro compuesto incluye tierra de diatomeas, vidrio natural (es decir, perlita) y un aglutinante de sílica precipitado (es decir, silicato de sodio), en el que el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (2 a 20 darcys). El auxiliar de filtro compuesto puede incluir tierra de diatomeas, perlita y un aglutinante de sílica precipitado que es silicato de sodio, en el que el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda inferior a 240 kg/m³ (15 lbs/pie³).

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es una micrografía electrónica de barrido de un ejemplo de partículas coaglomeradas de tierra de diatomeas y perlita de acuerdo con una realización de ejemplo de un material compuesto.

La figura 2 es un gráfico que representa la presión versus el tiempo de filtración para cuatro auxiliares de filtro de ejemplo.

La figura 3 es un gráfico que representa la turbidez versus el tiempo de filtración para los cuatro auxiliares de filtro de ejemplo mostrados en la figura 2.

30 Descripción de realizaciones de ejemplo

35 El material compuesto incluye coaglomeración de tierra de diatomeas y vidrio natural que es perlita. Por ejemplo, la tierra de diatomeas y el vidrio natural pueden mezclarse y ponerse en contacto con una solución de aglutinante de sílica (que es silicato de sodio), de modo que la tierra de diatomeas mezclada y el vidrio natural (es decir, perlita) se coagloren. El material compuesto se puede usar como, por ejemplo, un auxiliar de filtro. El auxiliar de filtro resultante puede exhibir una mayor permeabilidad y/o una turbidez reducida. Si bien no desea limitarse a la teoría, se cree que la coaglomeración de la tierra de diatomeas y el vidrio natural da como resultado que la tierra de diatomeas y las partículas de vidrio natural se unan entre sí para formar partículas más grandes en relación con una mezcla de tierra de diatomeas y partículas de vidrio natural que no han sido coaglomeradas.

40 El auxiliar de filtro compuesto incluye tierra de diatomeas, vidrio natural (es decir, perlita) y un aglutinante de sílica precipitado (es decir, silicato de sodio), en el que el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (2 a 20 darcys). Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $8.88 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (9 a 20 darcys) o $1.48 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (15 a 20 darcys). La tierra de diatomeas se puede obtener de una fuente de agua dulce o una fuente de agua salada. La tierra de diatomeas incluye al menos uno de tierra de diatomeas calcinada y tierra de diatomeas calcinada por flujo.

45 El auxiliar de filtro compuesto tiene un d_{10} que varía de 10 a 30 μm (micrones), un d_{50} que varía de 30 a 70 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 80 a 120 μm (micrones). De acuerdo con algunas realizaciones, la tierra de diatomeas tiene un d_{10} que varía de 7 a 20 μm (micrones), un d_{50} que varía de 20 a 50 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 60 a 120 μm (micrones). De acuerdo con algunas realizaciones, el vidrio natural tiene un d_{10} que varía de 10 a 20 μm (micrones), un d_{50} que varía de 30 a 70 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 100 a 160 μm (micrones).

50 La relación de la tierra de diatomeas al vidrio natural varía de 1:3 a 3:1 en peso.

De acuerdo con algunas realizaciones, el auxiliar de filtro compuesto tiene un área de superficie BET que varía de 5 m²/g a 50 m²/g. De acuerdo con algunas realizaciones, el auxiliar de filtro compuesto tiene un tamaño medio de poro que varía de 5 a 35 μm (micrones), y/o un área de superficie que varía de 5 a 40 m²/g. De acuerdo con algunas realizaciones, la porosidad del auxiliar de filtro compuesto varía de 3 a 7 litros por miligramo.

De acuerdo con algunas realizaciones, el auxiliar de filtro compuesto tiene un contenido de hierro soluble en cerveza de menos de 5 ppm, medido por ASBC. Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene un contenido de hierro soluble en cerveza de menos de 1 ppm, medido por ASBC.

5 De acuerdo con algunas realizaciones, el auxiliar de filtro compuesto tiene un contenido de cristobalita de menos del 20 % en peso. Por ejemplo, el auxiliar de filtro tiene un contenido de cristobalita de menos del 10 % en peso, menos del 6 % en peso o menos del 1 % en peso.

El auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda que varía de 160 a 256 kg/m³ (10 a 16 lbs/pie³).

10 De acuerdo con algunas realizaciones, un auxiliar de filtro compuesto incluye tierra de diatomeas, perlita y un aglutinante de sílica precipitado que es silicato de sodio, en el que el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda inferior a 240 kg/m³ (15 lb/pie³).

15 Aquí se describe pero no se reivindica un método para hacer un auxiliar de filtro que incluye mezclar tierra de diatomeas y perlita, agregar silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas, y precipitar el silicato alcalino como aglutinante para hacer el material compuesto. El método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua. Por ejemplo, el método puede incluir además dispersar el silicato alcalino en agua antes de agregar el silicato alcalino a la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además mezclar el silicato alcalino y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además clasificar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. El método puede incluir además secar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas y perlita mezcladas. Por ejemplo, el secado puede incluir calentar el silicato alcalino mixto y la tierra de diatomeas mezclada y la perlita a una temperatura que varía de 100 °C a 200 °C. El método puede incluir además, después de secar la mezcla, clasificar la mezcla. El método puede incluir además, antes de mezclar la tierra de diatomeas y la perlita, calcinar la tierra de diatomeas.

20 Aquí se habilita, pero no se reivindica, un método para filtrar una bebida que incluye el uso de un auxiliar de filtro compuesto y/o material compuesto. El auxiliar de filtro compuesto o material compuesto incluye tierra de diatomeas, vidrio natural (es decir, perlita) y un aglutinante de sílica precipitado (que es silicato de sodio), en el que el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (2 a 20 darcys). El auxiliar de filtro compuesto y/o el material compuesto pueden incluir tierra de diatomeas, perlita y un aglutinante de sílica precipitado (es decir, silicato de sodio), en el que el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda inferior a 240 kg/m³ (15 lb/pie³).

Tierra de diatomeas natural

30 Los procesos para preparar los productos de tierra de diatomeas incluyen al menos una tierra de diatomeas natural como material de partida. Como se usa en el presente documento, el término "tierra de diatomeas natural" significa cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a un tratamiento térmico (por ejemplo, calcinación) suficiente para inducir la formación de cristobalita superior al 1 %. Por ejemplo, "tierra de diatomeas natural" puede incluir tierra de diatomeas que comprende tierra de diatomeas no calcinada. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural se obtiene de una fuente de agua salada. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural se obtiene de una fuente de agua dulce. En realizaciones adicionales, la al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que pueda ser capaz de uso en material compuesto tal como un auxiliar de filtro compuesto, ya sea en forma cruda o después de someter el material a una o más etapas de procesamiento. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a al menos un tratamiento térmico. En todavía otras realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural es cualquier material de tierra de diatomeas que no haya sido sometido a calcinación. El tamaño promedio de partícula para la tierra de diatomeas puede variar de 5 a 200 µm (micrones), el área de superficie varía de 1 a 80 m²/g, el volumen de poros varía de 2 a 10 L/mg con un tamaño de poro mediano de 1 a 20 µm (micrones))

45 Como se dijo anteriormente, la tierra de diatomeas natural es, en general, un depósito de sílica biogénico sedimentario que incluye esqueletos fosilizados de diatomeas, plantas unicelulares similares a algas que se acumulan en ambientes marinos o de agua dulce. Las estructuras de sílica de panal generalmente proporcionan características útiles a la tierra de diatomeas, tal como capacidad de absorción y área de superficie, estabilidad química y baja densidad aparente. En algunas realizaciones, la tierra de diatomeas natural incluye aproximadamente 90 % de SiO₂ mezclado con otras sustancias. En algunas realizaciones, la tierra de diatomeas cruda incluye aproximadamente 90 % de SiO₂, más diversos óxidos metálicos, tales como, pero sin limitación, óxidos de Al, Fe, Ca y Mg.

50 La al menos una tierra de diatomeas natural puede tener cualquiera de diversas formas apropiadas conocidas ahora por el experto en la técnica o descubiertas de aquí en adelante. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural no está procesada (por ejemplo, no está sometida a procesos de modificación química y/o física). Sin desear estar limitado por la teoría, las impurezas en la tierra de diatomeas naturales, tales como las arcillas y las materias orgánicas, pueden, en algunos casos, proporcionar una mayor capacidad de intercambio catiónico. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural experimenta un procesamiento mínimo después de minería o extracción. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural se somete a al menos un proceso de modificación física. Algunos ejemplos de posibles procesos de modificación física incluyen, pero no se

limitan a, molienda, secado y clasificación al aire. En algunas realizaciones, la al menos una tierra de diatomeas natural se somete a al menos un proceso de modificación química. Un ejemplo de un proceso de modificación química es la silanización, pero se contemplan otros procesos de modificación química. La silanización se puede usar para hacer que las superficies de al menos una tierra de diatomeas natural sean más hidrófobas o hidrófilas utilizando los métodos apropiados para minerales de silicato.

Vidrio natural

El término "vidrio natural" puede referirse a los vidrios naturales, comúnmente conocidos como vidrios volcánicos, que se forman por el rápido enfriamiento del magma silíceo o la lava. Se conocen varios tipos de vidrios naturales, que incluyen, por ejemplo, perlita, piedra pómez, pumicita, shirasu, obsidiana y resinita. El vidrio natural para uso de acuerdo con la presente invención es perlita. Antes del procesamiento, la perlita puede ser de color gris a verde con abundantes grietas esféricas que hacen que se rompa en pequeñas masas similares a perlas. La piedra pómez es una roca vesicular vidriosa de peso ligero. La obsidiana puede ser de color oscuro con un brillo vítreo y una fractura concoidea característica. La resinita tiene un brillo resinoso ceroso y puede ser marrón, verde o gris. Los vidrios volcánicos tales como la perlita y la piedra pómez se producen en depósitos masivos y encuentran un amplio uso comercial. La ceniza volcánica, a menudo denominada toba cuando está en forma consolidada, incluye pequeñas partículas o fragmentos que pueden estar en forma vítrea.

Los vidrios naturales pueden ser químicamente equivalentes a la riolita. Se conocen vidrios naturales que son químicamente equivalentes a traquita, dacita, andesita, latita y basalto, pero pueden ser menos comunes. El término "obsidiana" se aplica generalmente a grandes cantidades de vidrios naturales que son ricos en sílica. Los vidrios de obsidiana pueden clasificarse en subcategorías de acuerdo con su contenido de sílica, siendo las obsidianas riolíticas (que contienen típicamente alrededor del 73 % de SiO₂ en peso) las más comunes.

La perlita es un vidrio natural hidratado que puede contener, por ejemplo, aproximadamente 72 a aproximadamente 75 % de SiO₂, aproximadamente 12 a aproximadamente 14 % de Al₂O₃, aproximadamente 0.5 a aproximadamente 2 % de Fe₂O₃, aproximadamente 3 a aproximadamente 5 % de Na₂O, aproximadamente 4 a aproximadamente 5 % de K₂O, aproximadamente 0.4 a aproximadamente 1.5 % de CaO (en peso), y pequeñas cantidades de otros elementos metálicos. La perlita puede distinguirse de otros vidrios naturales por un mayor contenido (tal como aproximadamente 2 a aproximadamente 5 % en peso) de agua unida químicamente, la presencia de un brillo nacarado, vítreo y fracturas características concéntricas o arqueadas similares a la piel de la cebolla. (es decir, perlíticas).

Los productos de perlita pueden prepararse mediante molienda y expansión térmica, y pueden poseer propiedades físicas únicas, tales como alta porosidad, baja densidad aparente e inercia química. El tamaño medio de partícula para la perlita expandida molida varía de 5 a 200 μm (micrones), el volumen de poro varía de 2 a 10 l/mg con un tamaño medio de poro de 5 a 20 μm (micrones).

La piedra pómez es un vidrio natural caracterizado por una estructura mesoporosa (por ejemplo, que tiene poros o vesículas con un tamaño de hasta aproximadamente 1 mm). La naturaleza porosa de la piedra pómez le da una densidad aparente muy baja, lo que en muchos casos le permite flotar en la superficie del agua. La mayoría de la piedra pómez comercial contiene de aproximadamente 60 % a aproximadamente 70 % de SiO₂ en peso. La piedra pómez puede procesarse mediante molienda y clasificación, y los productos pueden usarse como agregados livianos y también como abrasivos, adsorbentes y agentes de relleno. La piedra pómez no expandida y la piedra pómez expandida térmicamente también se pueden usar como componentes de filtración.

Aglutinante de sílica

La tierra de diatomeas y el vidrio natural pueden someterse a al menos una coaglomeración con al menos un aglutinante de sílica. El aglutinante de sílica es silicato de sodio.

Coaglomeración

La coaglomeración de material de tierra de diatomeas, vidrio natural y aglutinante de sílica, o de tierra de diatomeas tratada térmicamente, vidrio natural y aglutinante de sílica, puede ocurrir a través de cualquier proceso de aglomeración apropiado ahora conocido por el experto en la técnica o que sea descubierto de aquí en adelante. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la coaglomeración incluye preparar al menos una solución acuosa del aglutinante de sílica y poner en contacto la solución del aglutinante de sílica con una mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural. Se pueden realizar una o más aglomeraciones, por ejemplo, cuando se usan múltiples aglutinantes de sílica, múltiples tierras de diatomeas y/o múltiples soluciones de vidrios naturales.

En algunas realizaciones, el poner en contacto incluye mezclar la solución aglutinante de sílica con una mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural. En algunas realizaciones, la mezcla incluye agitación. En algunas realizaciones, la mezcla de material de tierra de diatomeas y vidrio natural y una solución aglutinante de sílica se mezclan suficientemente para distribuir al menos de manera sustancialmente uniforme la solución de aglutinante de sílica entre los puntos de aglomeración de contacto de la tierra de diatomeas y el vidrio natural. En algunas realizaciones, la mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural y la solución aglutinante de sílica se mezclan con suficiente agitación para distribuir al menos de manera sustancialmente uniforme la solución aglutinante de sílica entre los puntos de

contacto de aglomeración de la mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural sin dañar la estructura de la tierra de diatomeas o vidrio natural. En algunas realizaciones, el poner en contacto incluye una mezcla de bajo cizallamiento.

5 En algunas realizaciones, la mezcla se produce durante aproximadamente una hora. En otras realizaciones, la mezcla se produce durante menos de aproximadamente una hora. En realizaciones adicionales, la mezcla se produce durante aproximadamente 30 minutos. En aún otras realizaciones, la mezcla se produce durante aproximadamente 20 minutos. En realizaciones todavía adicionales, la mezcla se produce durante aproximadamente 10 minutos.

10 En algunas realizaciones, la mezcla se produce a aproximadamente temperatura ambiente (es decir, de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 23 °C). En otras realizaciones, la mezcla se produce a una temperatura de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 50 °C. En realizaciones adicionales, la mezcla se produce a una temperatura de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 45 °C. En todavía otras realizaciones, la mezcla se produce a una temperatura de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 40 °C.

15 De acuerdo con algunas realizaciones, el poner en contacto incluye pulverizar la mezcla de la tierra de diatomeas y el vidrio natural con al menos una solución de aglutinante de sílica. En algunas realizaciones, la pulverización es intermitente. En otras realizaciones, la pulverización es continua. En realizaciones adicionales, la pulverización incluye mezclar la mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural mientras se pulveriza con la al menos una solución aglutinante de sílica, por ejemplo, para exponer diferentes puntos de aglomeración de contactos a la pulverización. En algunas realizaciones, tal mezcla es intermitente. En otras realizaciones, tal mezcla es continua.

20 En algunas realizaciones, el al menos un aglutinante de sílica está presente en la solución aglutinante en una cantidad de menos de aproximadamente el 40 % en peso, en relación con el peso de al menos una solución aglutinante. En algunas realizaciones, el al menos un aglutinante de sílica varía de aproximadamente 1 % a aproximadamente 10 % en peso. En realizaciones adicionales, el al menos un aglutinante de sílica varía de aproximadamente 1 % a aproximadamente 5 % en peso.

25 La al menos una solución acuosa del al menos un aglutinante de sílica se puede preparar con agua. En algunas realizaciones, el agua es agua desionizada. En algunas realizaciones, el agua es agua ultrapura. En realizaciones adicionales, el agua ha sido tratada para eliminar o disminuir los niveles de metales, toxinas y/u otros elementos indeseables antes de que se ponga en contacto con al menos un aglutinante de sílica.

30 La cantidad de al menos una solución acuosa en contacto con la mezcla de tierra de diatomeas y vidrio natural puede variar de aproximadamente 0.25 partes a aproximadamente 1.5 partes de solución acuosa a una parte de mezcla. En algunas realizaciones, se pone en contacto aproximadamente 1 parte de solución acuosa con aproximadamente 1 parte de mezcla.

Clasificación

35 Antes y/o después de la aglomeración, la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural pueden someterse a al menos una etapa de clasificación. Por ejemplo, antes y/o después de al menos un tratamiento térmico, la tierra de diatomeas puede, en algunas realizaciones, someterse a al menos una etapa de clasificación. En algunas realizaciones, el tamaño de partícula del material de tierra de diatomeas y/o vidrio natural se ajusta a un tamaño adecuado o deseado usando cualquiera de varias técnicas bien conocidas en la técnica. En algunas realizaciones, el material de tierra de diatomeas y/o el vidrio natural se somete a al menos una separación mecánica para ajustar la distribución del tamaño del polvo. Las técnicas de separación mecánica apropiadas son bien conocidas por los expertos en la técnica e incluyen, pero no se limitan a, molienda, trituración, cribado, extrusión, separación triboeléctrica, clasificación líquida, envejecimiento y clasificación al aire.

Tratamiento térmico

45 La tierra de diatomeas natural, el vidrio natural y/o la tierra de diatomeas coaglomerada y el vidrio natural pueden someterse a al menos un tratamiento térmico. Los procesos de tratamiento térmico apropiados son bien conocidos por los expertos en la técnica, e incluyen los que ahora se conocen o que pueden descubrirse de aquí en adelante. En algunas realizaciones, el al menos un tratamiento térmico disminuye la cantidad de compuestos orgánicos y/o volátiles en la tierra de diatomeas tratada con calor y/o el vidrio natural. En algunas realizaciones, el al menos un tratamiento térmico incluye al menos una calcinación. En algunas realizaciones, el al menos un tratamiento térmico incluye al menos una calcinación en flujo. En algunas realizaciones, el al menos un tratamiento térmico incluye al menos un tostado.

50 La calcinación puede realizarse de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la técnica o que sea descubierto de aquí en adelante. En algunas realizaciones, la calcinación se realiza a temperaturas por debajo del punto de fusión de la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural. En algunas realizaciones, la calcinación se realiza a una temperatura que varía de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 1100 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación varía de aproximadamente 600 °C a aproximadamente 700 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación varía de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 800 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación varía de aproximadamente 800 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de calcinación se selecciona del grupo que consiste en aproximadamente 600 °C,

aproximadamente 700 °C, aproximadamente 800 °C, aproximadamente 900 °C, aproximadamente 1000 °C y aproximadamente 1100 °C. El tratamiento térmico a una temperatura más baja puede dar como resultado un ahorro de energía sobre otros procesos para la preparación de tierra de diatomeas y/o vidrio natural.

5 La calcinación en flujo incluye realizar al menos una calcinación en presencia de al menos un agente fluyente. La calcinación de flujo se puede realizar de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la técnica o que sea descubierto de aquí en adelante. En algunas realizaciones, el al menos un agente fluyente es cualquier material ahora conocido por el experto en la técnica o que sea descubierto de aquí en adelante que puede actuar como un agente fluyente. En algunas realizaciones, el al menos un agente fluyente es una sal que incluye al menos un metal alcalino. En algunas realizaciones, el al menos un agente fluyente se selecciona del grupo que
10 consiste en sales de carbonato, silicato, cloruro e hidróxido. En otras realizaciones, el al menos un agente fluyente se selecciona del grupo que consiste en sales de sodio, potasio, rubidio y cesio. En todavía realizaciones adicionales, el al menos un agente fluyente se selecciona del grupo que consiste en sales de carbonato de sodio, potasio, rubidio y cesio.

15 El tostado puede realizarse de acuerdo con cualquier proceso apropiado ahora conocido por el experto en la técnica o que sea descubierto de aquí en adelante. En algunas realizaciones, el tostado es un proceso de calcinación realizado a una temperatura generalmente más baja que ayuda a evitar la formación de sílica cristalina en la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural. En algunas realizaciones, el tostado se realiza a una temperatura que varía de aproximadamente 450 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente 500 °C a aproximadamente 800 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente
20 600 °C a aproximadamente 700 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado varía de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 900 °C. En algunas realizaciones, la temperatura de tostado se selecciona del grupo que consiste en aproximadamente 450 °C, aproximadamente 500 °C, aproximadamente 600 °C, aproximadamente 700 °C, aproximadamente 800 °C y aproximadamente 900 °C.

25 De acuerdo con algunas realizaciones, la tierra de diatomeas y/o el vidrio natural pueden someterse a al menos un tratamiento térmico, seguido de la coaglomeración de la tierra de diatomeas tratada térmicamente y/o el vidrio natural tratado térmicamente con al menos un aglutinante de sílica.

Material compuesto

30 El material compuesto hecho por los procesos descritos en este documento puede tener uno o más atributos beneficiosos, haciéndolos deseables para uso en una o varias aplicaciones dadas. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden ser útiles como parte de una composición auxiliar de filtro. En algunas realizaciones, una composición auxiliar de filtro puede incluir al menos un material compuesto.

35 Los auxiliares de filtro compuestos divulgados en el presente documento pueden tener una permeabilidad adecuada para uso en una composición auxiliar de filtro. La permeabilidad puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. La permeabilidad generalmente se mide en darcys o unidades darcy, según lo determinado por la permeabilidad de un lecho poroso de 1 cm de altura y con una sección de 1 cm² a través de la cual fluye un fluido con una viscosidad de 1 mPa • s con una tasa de flujo de 1 cm³/seg. bajo una presión diferencial aplicada de 1 atmósfera. Los principios para medir la permeabilidad se han derivado previamente para los medios porosos de la ley de Darcy (véase, por ejemplo, J. Bear, "The Equation of Motion of a Homogeneous Fluid: Derivations of Darcy's Law," in Dynamics of Fluids in Porous Media 161-177 (2nd ed. 1988)). Existe una variedad de dispositivos y métodos que pueden correlacionarse con la permeabilidad. En un método de ejemplo útil para medir la permeabilidad, un dispositivo especialmente construido está diseñado para formar una torta de filtro en un tabique a partir de una suspensión de medios de filtración en agua; se mide el tiempo requerido para que un volumen específico de agua fluya a través de un grosor medido de la torta de filtro de un área de sección transversal conocida.

45 El material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a aproximadamente $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (aproximadamente 2 darcys a aproximadamente 20 darcys). En algunas realizaciones, el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente $2.96 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a aproximadamente $1.58 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (aproximadamente 3 darcys a aproximadamente 16 darcys). En algunas realizaciones, el material compuesto tiene una permeabilidad que varía de aproximadamente $4.93 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a aproximadamente $1.58 \times 10^{-11} \text{ m}^2$
50 (aproximadamente 5 darcys a aproximadamente 16 darcys). En algunas realizaciones, la permeabilidad varía de aproximadamente $8.88 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a aproximadamente $1.58 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (aproximadamente 9 darcys a aproximadamente 16 darcys). En algunas realizaciones, la permeabilidad varía de aproximadamente $1.09 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ a aproximadamente $1.58 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (aproximadamente 11 darcys a aproximadamente 16 darcys).

55 Los materiales compuestos divulgados en este documento tienen un tamaño de partícula. El tamaño de partícula puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método de ejemplo, el tamaño de partícula y las propiedades del tamaño de partícula, tal como la distribución del tamaño de partícula ("psd"), se miden utilizando un analizador de tamaño de partículas láser Leeds and Northrup Microtrac X100 (Leeds and Northrup, North Wales, Pennsylvania, EE. UU.), que puede determinar la distribución del tamaño de partícula sobre un rango de tamaño de partícula de 0.12 µm a 704 µm.

- El tamaño de una partícula dada se expresa en términos del diámetro de una esfera de diámetro equivalente que sedimenta a través de la suspensión, también conocida como diámetro esférico equivalente o "esd". El tamaño medio de partícula, o valor d_{50} , es el valor al cual el 50 % en peso de las partículas tiene un valor de esd menor que ese valor d_{50} . El valor d_{10} es el valor en el que el 10 % en peso de las partículas tiene un valor de esd menor que ese valor d_{10} . El valor d_{90} es el valor en el que el 90 % en peso de las partículas tienen un valor de esd menor que ese valor d_{90} .
- 5 El d_{10} del material compuesto varía de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el d_{10} varía de aproximadamente 15 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el d_{10} varía de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 30 μm .
- 10 El d_{50} del material compuesto varía de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 70 μm . En algunas realizaciones, el d_{50} varía de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 70 μm . En algunas realizaciones, el d_{50} varía de aproximadamente 60 μm a aproximadamente 70 μm .
- 15 El d_{90} del material compuesto varía de aproximadamente 80 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 90 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 120 μm . En algunas realizaciones, el d_{90} varía de aproximadamente 110 μm a aproximadamente 120 μm .
- Los materiales compuestos divulgados en este documento pueden tener un bajo contenido de sílica cristalina. Las formas de sílica cristalina incluyen, pero no se limitan a, cuarzo, cristobalita y tridimita. En algunas realizaciones, el material compuesto tiene un contenido menor de al menos una sílica cristalina que un material compuesto no sometido a al menos una coaglomeración con al menos un aglutinante de sílica.
- 20 Los materiales compuestos divulgados en este documento pueden tener un bajo contenido de cristobalita. El contenido de cristobalita puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada que ahora conozca el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método de ejemplo, el contenido de cristobalita se mide por difracción de rayos X. El contenido de cristobalita se puede medir, por ejemplo, mediante el método cuantitativo de difracción de rayos X descrito en H. P. Klug and L. E. Alexander, X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous
- 25 Materials 531-563 (2nd ed. 1972). De acuerdo con un ejemplo de ese método, una muestra se muele en un mortero y pistilo y se convierte en un polvo fino, luego se vuelve a cargar en un soporte de muestra. La muestra y su soporte se colocan en la trayectoria del haz de un sistema de difracción de rayos X y se exponen a rayos X colimados utilizando un voltaje de aceleración de 40 kV y una corriente de 20 mA enfocada en un objetivo de cobre. Los datos de difracción se obtienen escaneando paso a paso sobre la región angular que representa el espacio interplanar dentro de la estructura de red cristalina de cristobalita, produciendo la mayor intensidad difractada. Esa región varía de 21 a 23 2θ (2-theta), con datos recopilados en etapas de 0.05 2θ , contados durante 20 segundos por etapa. La intensidad pico neta integrada se compara con las de los estándares de cristobalita preparados por el método de adiciones estándar en sílica amorfa para determinar el porcentaje en peso de la fase de cristobalita en una muestra.
- 30 En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente el 20 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 10 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 6 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cristobalita es inferior a aproximadamente 1 % en peso. En algunas realizaciones, el material compuesto tiene un contenido de cristobalita más bajo que los materiales no sometidos a coaglomeración con vidrio natural y al menos un aglutinante de sílica.
- 35 Los materiales compuestos divulgados aquí pueden tener un bajo contenido de cuarzo. El contenido de cuarzo puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método de ejemplo, el contenido de cuarzo se mide por difracción de rayos X. Por ejemplo, el contenido de cuarzo puede medirse mediante el mismo método de difracción de rayos X descrito anteriormente para el contenido de cristobalita, excepto que la región 2θ oscila entre 26.0 y 27.5 grados. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente 0.5 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente el 0.25 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente el 0.1 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo es inferior a aproximadamente 0 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo varía de aproximadamente 0 % a aproximadamente 0.5 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de cuarzo varía de aproximadamente 0 % a aproximadamente 0.25 % en peso.
- 40 Los materiales compuestos divulgados en este documento pueden tener un volumen de poro medible. El volumen de poros puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada que ahora conozca el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método a modo de ejemplo, el volumen de poros se mide con un porosímetro de mercurio AutoPore IV serie 9500 de Micromeritics Instrument Corporation (Norcross, Georgia, EE. UU.), el cual puede determinar diámetros de poros de medición que varían de 0.006 a 600 μm . Como se usa para medir el volumen de poros de los materiales compuestos divulgados aquí, el ángulo de contacto del porosímetro se ajustó a 130 grados, y la presión varió de 0 a 227 MPa (0 a 33.000 psi). En algunas realizaciones, el volumen de poros es aproximadamente igual a al menos una tierra de diatomeas natural y/o vidrio natural del que está hecho. En algunas realizaciones, el volumen de poros varía de aproximadamente 3 ml/g a aproximadamente 10 ml/g. En algunas realizaciones, el volumen
- 45
- 50
- 55

de poros varía de aproximadamente 4 ml/g a aproximadamente 8 ml/g. En algunas realizaciones, el volumen de poros varía de aproximadamente 5 ml/g a aproximadamente 7 ml/g. En algunas realizaciones, el volumen de poros es de aproximadamente 6 ml/g.

5 Los materiales compuestos divulgados en este documento pueden tener un diámetro de poro medible. El diámetro medio de los poros puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método de ejemplo, el diámetro medio de poro se mide con un porosímetro de mercurio AutoPore IV serie 9500, como se describió anteriormente. En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 40 μm . En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 15 μm a aproximadamente 30 μm . En algunas realizaciones, el diámetro medio de poro varía de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 30 μm .

10 Los materiales compuestos divulgados aquí tienen una densidad húmeda medible, que como se usa en el presente documento se refiere a la medición de la densidad húmeda centrifugada. De acuerdo con un método de ejemplo, para medir la densidad húmeda, se coloca una muestra de material compuesto de peso conocido de aproximadamente 1.00 a aproximadamente 2.00 g en un tubo de centrifuga calibrado de 15 ml al que se agrega agua desionizada para completar un volumen de aproximadamente 10 ml. La mezcla se agita a fondo hasta que toda la muestra se humedece y no queda polvo. Se agrega agua desionizada adicional alrededor de la parte superior del tubo de centrifuga para enjuagar cualquier mezcla que se adhiera al costado del tubo para evitar que se agite. El tubo se centrifuga durante 5 minutos a 2500 rpm en una centrifuga IEC Centra® MP-4R, equipado con un rotor de cubeta oscilante Modelo 221 (International Equipment Company; Needham Heights, Massachusetts, EE. UU.). Después de la centrifugación, el tubo se retira cuidadosamente sin alterar los sólidos, y el nivel (es decir, el volumen) de la materia sedimentada se mide en cm^3 . La densidad húmeda centrifugada del polvo se calcula fácilmente dividiendo el peso de la muestra por el volumen medido. La densidad húmeda varía de aproximadamente 160 a aproximadamente 256 kg/m^3 (aproximadamente 10 lb/pt^3 a aproximadamente 16 lb/pt^3).

25 Los materiales compuestos divulgados en este documento pueden incluir al menos un metal soluble. Como se usa en el presente documento, el término "metal soluble" se refiere a cualquier metal que pueda disolverse en al menos un líquido. Los expertos en la técnica conocen los metales solubles e incluyen, pero no se limitan a, hierro, aluminio, calcio, vanadio, cromo, cobre, zinc, níquel, cadmio y mercurio. Cuando se usa un auxiliar de filtro que incluye un material compuesto para filtrar al menos un líquido, al menos un metal soluble puede disociarse del auxiliar de filtro de material compuesto y entrar en el líquido. En muchas aplicaciones, tal aumento en el contenido de metal del líquido puede ser indeseable y/o inaceptable. Por ejemplo, cuando se usa un auxiliar de filtro que incluye un material compuesto para filtrar cerveza, un alto nivel de hierro disuelto en la cerveza del auxiliar de filtro puede afectar negativamente a las propiedades sensoriales u otras propiedades, que incluyen pero no se limitan a sabor y vida útil.

35 Se puede usar cualquier protocolo o prueba apropiada para medir los niveles de al menos un metal soluble en materiales compuestos, incluidos los ahora conocidos por el experto en la técnica o descubiertos de aquí en adelante. Por ejemplo, la industria cervecera ha desarrollado al menos un protocolo para medir el hierro soluble en cerveza (BSI) de los auxiliares de filtro de material compuesto. BSI se refiere al contenido de hierro, que puede medirse en partes por millón, de un auxiliar de filtro que incluye un material que se disocia en presencia de un líquido, tal como la cerveza. El método de la European Beverage Convention (EBC) pone en contacto el ftalato de hidrógeno y potasio líquido con el auxiliar de filtro y luego analiza el contenido de hierro en el líquido. Más específicamente, el método EBC utiliza, por ejemplo, una solución de 10 g/L de ftalato de hidrógeno y potasio (KHP, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) como el extractante junto con una cantidad dada de material auxiliar de filtro, con un tiempo de contacto total de dos horas. Los extractos se analizan entonces para determinar la concentración de hierro por el método FERROZINE.

40 En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza del material compuesto divulgado aquí varía de menos aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 5 ppm, cuando se mide usando un método ASBC. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza varía de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 4 ppm. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza varía de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 2 ppm. En algunas realizaciones, el hierro soluble en cerveza es inferior a aproximadamente 1 ppm.

50 Los materiales compuestos divulgados aquí pueden tener un área de superficie BET medible. El área de superficie BET, como se usa en este documento, se refiere a la técnica para calcular el área de superficie específica de las moléculas de absorción física de acuerdo con la teoría de Brunauer, Emmett y Teller ("BET"). El área de superficie BET puede medirse mediante cualquier técnica de medición apropiada ahora conocida por el experto en la técnica o descubierta de aquí en adelante. En un método de ejemplo, el área de superficie BET se mide con un analizador de área de superficie Gemini III 2375, usando nitrógeno puro como el gas sorbente, de Micromeritics Instrument Corporation (Norcross, Georgia, EE. UU.). En algunas realizaciones, el área de superficie BET es mayor que para un material no producido de acuerdo con las realizaciones descritas aquí (por ejemplo, tierra de diatomeas sin coaglomerar y vidrio natural con al menos un aglutinante de sílica). En algunas realizaciones, el área de superficie BET varía de aproximadamente 1 m^2/g a aproximadamente 50 m^2/g . En algunas realizaciones, el área de superficie BET varía de aproximadamente 5 m^2/g a aproximadamente 30 m^2/g . En algunas realizaciones, el área de superficie BET es mayor de aproximadamente 10 m^2/g .

60 Usos de ejemplo para materiales compuestos

Los materiales compuestos de ejemplo divulgados en este documento pueden usarse en cualquiera de una variedad de procesos, aplicaciones y materiales. Por ejemplo, los materiales compuestos pueden usarse en al menos un proceso, aplicación o material en el que es deseable tal producto con un área de superficie BET alta.

- 5 Por ejemplo, los materiales compuestos pueden incorporarse en un material o composición auxiliar del filtro. Una composición auxiliar de filtro que incluye al menos un material compuesto puede incluir opcionalmente al menos un medio auxiliar de filtro adicional. Ejemplos de medios auxiliares de filtro adicionales adecuados incluyen, pero no se limitan a, materiales de silicato o aluminosilicato naturales o sintéticos, tierra de diatomeas no mejorada, tierra de diatomeas de agua salada, perlita expandida, pumicita, vidrio natural, celulosa, carbón activado, feldespatos, sienita de nefelina, sepiolita, zeolita y arcilla.
- 10 El al menos un medio de filtro adicional puede estar presente en cualquier cantidad apropiada. Por ejemplo, el al menos un medio de filtro adicional puede estar presente de aproximadamente 0.01 a aproximadamente 100 partes de al menos un medio de filtro adicional por parte del material compuesto. En algunas realizaciones, el al menos un medio de filtro adicional está presente de aproximadamente 0.1 a aproximadamente 10 partes. En algunas realizaciones, el al menos un medio de filtro adicional está presente de aproximadamente 0.5 a 5 partes.
- 15 La composición auxiliar de filtro se puede formar en láminas, almohadillas, cartuchos u otros medios monolíticos o agregados capaces de ser usados como soportes o sustratos en un proceso de filtro. Las consideraciones en la fabricación de composiciones auxiliares del filtro pueden incluir una variedad de parámetros, que incluyen pero no se limitan al contenido total de metal soluble de la composición, el contenido medio de metal soluble de la composición, la distribución del tamaño de partícula, el tamaño de poro, el coste y la disponibilidad.
- 20 Una composición auxiliar de filtro que incluye al menos un material compuesto puede usarse en una variedad de procesos y composiciones. En algunas realizaciones, la composición auxiliar de filtro se aplica a un tabique de filtro para protegerlo y/o mejorar la claridad del líquido que se va a filtrar en un proceso de filtración. En algunas realizaciones, la composición auxiliar de filtro se agrega directamente a una bebida que se va a filtrar para aumentar la tasa de flujo y/o extender el ciclo de filtración. En algunas realizaciones, la composición auxiliar de filtro se usa como prerrecostrimiento, en alimentación en cuerpo, o una combinación tanto de prerrecostrimiento como de alimentación en cuerpo, en un proceso de filtración.

- Las realizaciones del material compuesto también se pueden usar en una variedad de métodos de filtrado. En algunas realizaciones, el método de filtrado incluye el prerrecostrimiento de al menos un elemento de filtro con al menos un material compuesto y el poner en contacto al menos un líquido que se va a filtrar con el al menos un elemento de filtro recubierto. En tales realizaciones, el poner en contacto puede incluir hacer pasar el líquido a través del elemento de filtro. En algunas realizaciones, el método de filtrado incluye suspender al menos un auxiliar de filtro de material compuesto en al menos un líquido que contiene partículas para eliminar del líquido, y luego separar el auxiliar de filtro del líquido filtrado.
- 30

- Los auxiliares de filtro que incluyen al menos un material compuesto divulgado en el presente documento también pueden emplearse para filtrar diversos tipos de líquidos. El experto en la técnica es fácilmente consciente de los líquidos que pueden ser deseablemente filtrados con un proceso que incluye los auxiliares de filtro que incluyen al menos material compuesto descrito aquí. En algunas realizaciones, el líquido es una bebida. Las bebidas de ejemplo incluyen, pero no se limitan a, jugos a base de vegetales, jugos de frutas, licores destilados y líquidos a base de malta. Ejemplos de líquidos a base de malta incluyen, pero no se limitan a, cerveza y vino. En algunas realizaciones, el líquido es uno que tiende a formar nebulosidades al enfriarse. En algunas realizaciones, el líquido es una bebida que tiende a formar nebulosidades al enfriarse. En algunas realizaciones, el líquido es una cerveza. En algunas realizaciones, el líquido es un aceite. En algunas realizaciones, el líquido es un aceite comestible. En algunas realizaciones, el líquido es un aceite combustible. En algunas realizaciones, el líquido es agua, que incluye pero no se limita a aguas residuales. En algunas realizaciones, el líquido es sangre. En algunas realizaciones, el líquido es un sake. En algunas realizaciones, el líquido es un edulcorante, tal como, por ejemplo, jarabe de maíz o melaza.
- 35
- 40
- 45

- Los materiales compuestos divulgados en el presente documento también pueden usarse en aplicaciones distintas a la filtración. En algunas realizaciones, los materiales compuestos se pueden usar como compuestos en aplicaciones de relleno, tales como, por ejemplo, rellenos en materiales de construcción o de edificaciones. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse para alterar la apariencia y/o propiedades de pinturas, esmaltes, lacas o recubrimientos y acabados relacionados. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse en formulaciones de papel y/o aplicaciones de procesamiento de papel. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse para proporcionar propiedades antibloqueantes y/o de refuerzo a los polímeros. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse como o en abrasivos. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse para abrillantar o en composiciones abrillantadoras. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse para pulir o en composiciones de pulido. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse en el procesamiento y/o preparación de catalizadores. En algunas realizaciones, los materiales compuestos pueden usarse como soportes cromatográficos u otros medios de soporte. En algunas realizaciones, los materiales compuestos se pueden batir, mezclar o de otra manera combinar con otros ingredientes para hacer que los medios monolíticos o agregados sean útiles en una variedad de aplicaciones, que
- 50
- 55

incluyen, pero no se limitan a, soportes (por ejemplo, para inmovilización de microbios) y sustratos (por ejemplo, para inmovilización enzimática).

Ejemplos

5 A continuación se divulgan varios ejemplos consistentes con los materiales compuestos descritos aquí, junto con varios ejemplos comparativos. Los ejemplos se usaron como auxiliares de filtro que se probaron, y las propiedades de los ejemplos se proporcionan en la Tabla 1.

10 Para los ejemplos, se usó un producto de diatomita calcinada por flujo disponible comercialmente como material de alimentación de tierra de diatomeas. Este material de alimentación de tierra de diatomeas tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 9.89 μm (micrones), un d_{50} de 34.96 μm (micrones) y d_{90} de 99.83 μm (micrones). Se usó un producto de perlita expandido y molido disponible comercialmente como material de alimentación de vidrio natural. Este material de alimentación de vidrio natural tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 18.93 μm (micrones), un d_{50} de 56.37 μm (micrones) y un d_{90} de 149.0 μm (micrones).

15 Se preparó un aglutinante de sílica de la siguiente manera: se dispersaron 20 gramos de silicato de sodio en 40 gramos de agua y luego se agregaron lentamente a 200 gramos de una mezcla del material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de vidrio natural en un mezclador de alimentos Hobart. Se usó la misma cantidad de solución de silicato de sodio para todas las mezclas de material de alimentación de tierra de diatomeas y el material de alimentación de vidrio natural con diferentes relaciones. Después de mezclar durante 15 minutos, la mezcla de solución de silicato de sodio, material de alimentación de tierra de diatomeas y material de alimentación de vidrio natural se cepilló a través de un tamiz de malla 16 con aberturas de 1.18 milímetros. Las partículas de gran tamaño se rompieron y forzaron a través del tamiz con un cepillo. Después de secar en un horno a 150 °C durante la noche, el material se cepilló a través de un tamiz de malla 30 con aberturas de 0.6 milímetros.

Ejemplo 1

25 En el primer ejemplo, se mezclaron 150 gramos de tierra de diatomeas (DE) disponible comercialmente con 50 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 3:1. Posteriormente, la solución de silicato sódico se añadió a la mezcla de tierra de diatomeas y perlita para la coaglomeración. El producto coaglomerado se secó y se clasificó mediante un tamiz, dando como resultado que el producto seco y clasificado tuviera la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 23.89 μm (micrones), un d_{50} de 54.56 μm (micrones) y d_{90} de 104.6 μm . (micrones) El producto del Ejemplo 1 se probó y exhibió una permeabilidad de $9.80 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (9.93 darcys), y una densidad húmeda de 223 kg/m^3 (13.9 lbs/pe^3), como se muestra en la Tabla 1 a continuación.

30 Tabla 1

Ejemplos	DE (%)	Perlita (%)	Permeabilidad 10^{-12} m^2 (Darcy)	Densidad húmeda kg/m^3 (lbs/pe^3)	$d_{10} \mu\text{m}$	$d_{50} \mu\text{m}$	$d_{90} \mu\text{m}$
DE (Hyflo)			1.03 (1.04)	360.4 (22.5)	9.89	34.96	99.83
Perlita (H905)			2.36 (2.39)	200.2 (12.5)	18.93	56.37	149.0
Ejemplo 1	75	25	9.80 (9.93)	222.7 (13.9)	23.89	54.56	104.6
Ejemplo 2	50	50	10.4 (10.49)	219.5 (13.7)	25.74	57.75	106.9
Ejemplo 3	25	75	15.6 (15.80)	181.0 (11.3)	27.78	62.43	111.8
Ejemplo 4	75	25	1.18 (1.20)	289.9 (18.1)	12.61	43.73	133.9
Ejemplo 5	50	50	1.53 (1.55)	285.1 (17.8)	15.25	50.11	147.4
Ejemplo 6	25	75	2.12 (2.15)	200.2 (12.5)	17.07	53.63	146.2

Los Ejemplos 4-6 son comparativos

Ejemplo 2

5 Para el Ejemplo 2, se mezclaron 100 gramos de tierra de diatomeas (DE) disponible comercialmente con 100 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 1:1. Posteriormente, la solución de silicato de sodio se añadió a la mezcla de tierra de diatomeas y perlita para la coaglomeración. El producto coaglomerado se secó y se clasificó mediante un tamiz, dando como resultado que el producto seco y clasificado tuviera la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 25.74 μm (micrones), un d_{50} de 57.75 μm (micrones) y d_{90} de 106.9 μm (micrones). El producto del Ejemplo 2 se probó y exhibió una permeabilidad de $10.4 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (10.49 darcys), y una densidad húmeda de 219.5 kg/m^3 (13.7 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 1.

Ejemplo 3

10 Para el Ejemplo 3, se mezclaron 50 gramos de tierra de diatomeas (DE) disponible comercialmente con 150 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 1:3. Posteriormente, se añadió una solución de silicato de sodio a la mezcla de tierra de diatomeas y perlita para la coaglomeración. El producto coaglomerado se secó y se clasificó mediante un tamiz, lo que dio como resultado que el producto seco y clasificado tuviera la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 27.78 μm (micrones), un d_{50} de 62.43 μm (micrones) y d_{90} de 111.8 μm (micrones). El producto del Ejemplo 3 se probó y exhibió una permeabilidad de $15.6 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (15.80 darcys), y una densidad húmeda de 181.0 kg/m^3 (11.3 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 1.

15 Para los Ejemplos comparativos 4-6, los mismos materiales de alimentación de diatomeas disponibles comercialmente y perlita comercialmente disponibles utilizados en los Ejemplos 1-3 se usaron como materiales de alimentación. Sin embargo, en los Ejemplos 4-6, en lugar de coaglomerar la tierra de diatomeas y la perlita, los materiales de alimentación de tierra de diatomeas y perlita se mezclan sin aglomeración como se describe a continuación.

Ejemplo comparativo 4

25 Para el Ejemplo comparativo 4, se mezclaron 75 gramos de tierra de diatomeas disponible comercialmente con 25 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 1:3, lo mismo que para el Ejemplo 1. La mezcla de tierra de diatomeas y perlita tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 12.61 μm (micrones), un d_{50} de 43.73 μm (micrones) y d_{90} de 133.9 μm (micrones). El producto del Ejemplo comparativo 4 se probó y exhibió una permeabilidad de $1.18 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (1.20 darcys), y una densidad húmeda de 289.9 kg/m^3 (18.1 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 1. En comparación con el Ejemplo 1, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmedas y alfa son más altas.

Ejemplo comparativo 5

30 Para el Ejemplo comparativo 5, se mezclaron 50 gramos de tierra de diatomeas disponible comercialmente con 50 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 1:1, lo mismo que para el Ejemplo 2. La mezcla de tierra de diatomeas y perlita tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 15.25 μm (micrones), un d_{50} de 50.11 μm (micrones) y d_{90} de 147.4 μm (micrones). El producto del Ejemplo comparativo 5 se probó y exhibió una permeabilidad de $1.53 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (1.55 darcys), y una densidad húmeda de 285.1 kg/m^3 (17.8 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 1. En comparación con el Ejemplo 2, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmedas y alfa son más altas.

Ejemplo comparativo 6

40 Para el Ejemplo comparativo 6, se mezclaron 25 gramos de tierra de diatomeas disponible comercialmente con 75 gramos de perlita disponible comercialmente en una relación de tierra de diatomeas a perlita de 1:3, lo mismo que para el Ejemplo 3. La mezcla de tierra de diatomeas y perlita tenía la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 17.07 μm (micrones), un d_{50} de 53.63 μm (micrones) y d_{90} de 146.2 μm (micrones). El producto del Ejemplo comparativo 6 se probó y exhibió una permeabilidad de $2.12 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (2.15 darcys), y una densidad húmeda de 200.2 kg/m^3 (12.5 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 1. En comparación con el Ejemplo 3, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmedas son más altas.

Ejemplo 7

45 Se repitió el Ejemplo 1, excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d_{10} de 13.47 μm (micrones), un d_{50} de 35.40 μm (micrones) y d_{90} de 87.26 μm (micrones), una permeabilidad de $2.36 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ (2.39 darcys), una densidad húmeda de 240.2 kg/m^3 (15.0 lbs/pie³), como se muestra en la Tabla 2 a continuación.

50 Tabla 2

ES 2 764 788 T3

Ejemplos	DE (%)	Perlita (%)	Permeabilidad 10^{-12} m ² (Darcy)	Densidad húmeda kg/m ³ (lbs/pie ³)	d ₁₀ μm	d ₅₀ μm	d ₉₀ μm
DE (SSC)			0.29 (0.29)	294.7 (18.4)	7.07	24.11	69.63
Perlita (H905)			2.36 (2.39)	200.2 (12.5)	18.93	56.37	149.0
Ejemplo 7	75	25	2.36 (2.39)	240.2 (15.0)	13.47	35.40	87.26
Ejemplo 8	50	50	4.52 (4.58)	219.5 (13.7)	17.68	44.54	96.73
Ejemplo 9	25	75	9.31 (9.44)	176.2 (11.0)	23.06	55.58	106.9
Ejemplo 10	75	25	0.35 (0.35)	281.9 (17.6)	9.83	35.01	91.77
Ejemplo 11	50	50	0.57 (0.58)	256.3 (16.0)	13.03	42.64	96.52
Ejemplo 12	25	75	1.12 (1.13)	216.2 (13.5)	15.53	47.30	100.4
Los Ejemplos 10-12 son comparativos							

Ejemplo 8

- 5 Se repitió el Ejemplo 2, excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 17.68 μm (micrones), un d₅₀ de 44.54 μm (micrones) y d₉₀ de 96.73 μm (micrones), una permeabilidad de 4.52×10^{-12} m² (4.58 darcys), una densidad húmeda de 219.5 kg/m³ (13.7 lbs/pie³).

Ejemplo 9

- 10 Se repitió el Ejemplo 3, excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 23.06 μm (micrones), un d₅₀ de 55.58 μm (micrones) y un d₉₀ de 106.9 μm (micrones), una permeabilidad de 9.31×10^{-12} m² (9.44 darcys), una densidad húmeda de 176.2 kg/m³ (11.0 lbs/pie³).

Ejemplo comparativo 10

- 15 Se repitió el Ejemplo comparativo 4 excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 9.83 μm (micrones), un d₅₀ de 35.01 μm (micrones) y d₉₀ de 91.77 μm (micrones), una permeabilidad de 0.35×10^{-12} m² (0.35 darcys), una densidad húmeda de 281.9 kg/m³ (17.6 lbs/pie³). En comparación con el Ejemplo 7, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmeda y alfa son más altas.

Ejemplo comparativo 11

- 20 Se repitió el Ejemplo comparativo 5, excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 13.03 μm (micrones), un d₅₀ de 42.64 μm (micrones) y d₉₀ de 96.52 μm (micrones), una permeabilidad de 0.57×10^{-12} m² (0.58 darcys), una densidad húmeda de 256.3 kg/m³ (16.0 lbs/pie³). En comparación con el Ejemplo 8, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmeda y alfa son más altas.

Ejemplo comparativo 12

- 25 Se repitió el Ejemplo comparativo 5, excepto que se usó DE Standard Super-Cel calcinado en lugar de DE Hyflo calcinado por flujo. El producto seco y clasificado que tiene la siguiente distribución de tamaño de partícula: un d₁₀ de 15.53 μm (micrones), un d₅₀ de 47.30 μm (micrones) y d₉₀ de 100.4 μm (micrones), una permeabilidad de 1.12×10^{-12} m² (1.13 darcys), una densidad húmeda de 216.2 kg/m³ (13.5 lbs/pie³). En comparación con el Ejemplo 9, la permeabilidad es mucho más baja, y las densidades húmeda y alfa son más altas.

Una comparación de los Ejemplos 1-3, 7-9 y los Ejemplos comparativos 4-6 y 10-12 muestra que la tierra de diatomeas y la perlita coaglomerada con solución de sílica de sodio tienen permeabilidades significativamente más altas que los respectivos ejemplos comparativos que tienen los mismos tierra de diatomeas y perlita combinadas en las mismas proporciones. Si bien no desea limitarse a la teoría, se cree que la tierra de diatomeas fina y las partículas de perlita se unen entre sí para formar el material compuesto coaglomerado. Esto parece ser confirmado por la micrografía electrónica de barrido de la tierra de diatomeas coaglomerada y la perlita que se muestra en la figura 1.

Además, las Figs. 2 y 3 son gráficos que representan la presión frente al tiempo de filtración y la turbidez frente al tiempo de filtración, respectivamente, para cuatro auxiliares de filtro de ejemplo. Como se muestra en la Fig. 2, el auxiliar de filtro de tierra de diatomeas (DE) disponible comercialmente dio como resultado la presión más alta. El auxiliar de filtro que resultó en la siguiente presión más alta fue el auxiliar de filtro formado por una mezcla (sin aglomerar) de la DE y la perlita (Ejemplo 5). El auxiliar de filtro formado a partir de la perlita dio como resultado la tercera presión más alta. Como se muestra en la Fig. 2, el auxiliar de filtro formado a partir de una coaglomeración de la DE y la perlita (Ejemplo 2) dio como resultado la presión más baja. La DE comercialmente disponible y la perlita comercialmente disponibles fueron las mismas para los cuatro auxiliares de filtro. La presión final para la muestra de DE y perlita coaglomerada es aproximadamente un 73 % menor que la muestra de mezcla de DE y perlita (sin aglomerar).

Como se muestra en la Fig. 3, la turbidez frente al tiempo para los cuatro auxiliares de filtro representados en la Figura 2, la perlita H905 disponible comercialmente tiene la turbidez más alta. El coaglomerado de DE y perlita es similar a la perlita H905 disponible comercialmente. Sin embargo, la presión final para el coaglomerado de DE y perlita es aproximadamente un 54 % menor que la perlita H905 disponible comercialmente. Por lo tanto, el auxiliar de filtro formado a partir del coaglomerado de DE y perlita dio como resultado la presión más baja en combinación con una turbidez similar a la perlita disponible comercialmente.

Otras propiedades físicas de los productos coaglomerados de DE y perlita se listan en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3

Ejemplos	Cristobalita (%)	BSI (ppm)	Volumen de poro (L/mg)	Tamaño medio de poro (μm)
Hyflo	25.82	27.80	4.1021	16.2404
H905	ND	2.82	7.6587	33.4895
SSC	1.34	22.50	3.1620	4.7089
Ejemplo 1	18.29	0.09	4.8692	23.9121
Ejemplo 2	12.05	0.47	5.4988	26.0711
Ejemplo 3	5.74	0.28	6.4310	31.4854
Ejemplo 7	0.75	3.29	5.2536	10.1237
Ejemplo 8	0.67	1.97	5.6571	15.5336
Ejemplo 9	0.42	ND	6.6171	23.5845

Otras realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la especificación y la práctica de la invención divulgada en el presente documento. Se pretende que la especificación y los ejemplos sean considerados solo a modo de ejemplo, con un verdadero alcance y espíritu de la invención que se indica mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un auxiliar de filtro compuesto que comprende:

tierra de diatomeas, vidrio natural que es perlita, y un aglutinante de sílica precipitado que es silicato de sodio y en donde la relación de la tierra de diatomeas al vidrio natural varía de 1: 3 a 3: 1 en peso,

- 5 en donde el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $1.97 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (2 a 20 darcys) y en donde la tierra de diatomeas comprende al menos uno de tierra de diatomeas calcinada y tierra de diatomeas calcinadas por flujo y el auxiliar de filtro compuesto tiene un d_{10} que varía de 10 a 30 μm (micrones), un d_{50} que varía de 30 a 70 μm (micrones) y un d_{90} que varía de 80 a 120 μm (micrones), en donde d_{10} es el valor al cual 10 % en peso de las partículas tienen un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{10} , en donde d_{50} es el valor al cual 50 % en peso de las partículas tienen un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{50} , en donde d_{90} es el valor al cual 90 % en peso de las partículas tienen un diámetro esférico equivalente (esd) menor que ese valor d_{90} y d_{10} , d_{50} y d_{90} se miden usando un analizador de tamaño de partículas láser Leeds y Northrup Microtrac X100, además en donde el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda que varía de 160 a 256 kg/m^3 (10 a 16 $\text{lb s}/\text{pie}^3$)
 10 y la densidad húmeda se mide colocando una muestra pesada en un tubo de centrifuga calibrado al que se agrega agua desionizada, la muestra se agita hasta que toda la muestra se humedece y no queda polvo, el tubo se centrifuga durante 5 minutos a 2500 rpm en una centrifuga equipada con un rotor de cubeta oscilante, después de la centrifugación se mide el volumen de la materia sedimentada y se calcula la densidad húmeda dividiendo el peso de la muestra por el volumen medido.
- 15 2. El auxiliar de filtro compuesto de la reivindicación 1, en donde el auxiliar de filtro tiene una permeabilidad que varía de $8.88 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (9 a 20 darcys) o de $1.48 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ a $1.97 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ (15 a 20 darcys).
- 20 3. El auxiliar de filtro compuesto de la reivindicación 1, en donde el auxiliar de filtro tiene un área de superficie BET que varía de 5 m^2/g a 50 m^2/g .
4. El auxiliar de filtro compuesto de la reivindicación 1, en donde el auxiliar de filtro tiene un contenido de hierro soluble en cerveza de menos de 1 ppm, medido por ASBC (American Society of Brewing Chemists).
- 25 5. El auxiliar de filtro compuesto de la reivindicación 1, en donde el auxiliar de filtro tiene un contenido de cristobalita de menos del 1 % en peso.
6. El auxiliar de filtro compuesto de la reivindicación 1, en donde el auxiliar de filtro tiene una densidad húmeda inferior a 240 kg/m^3 (15 lbs/pie^3).

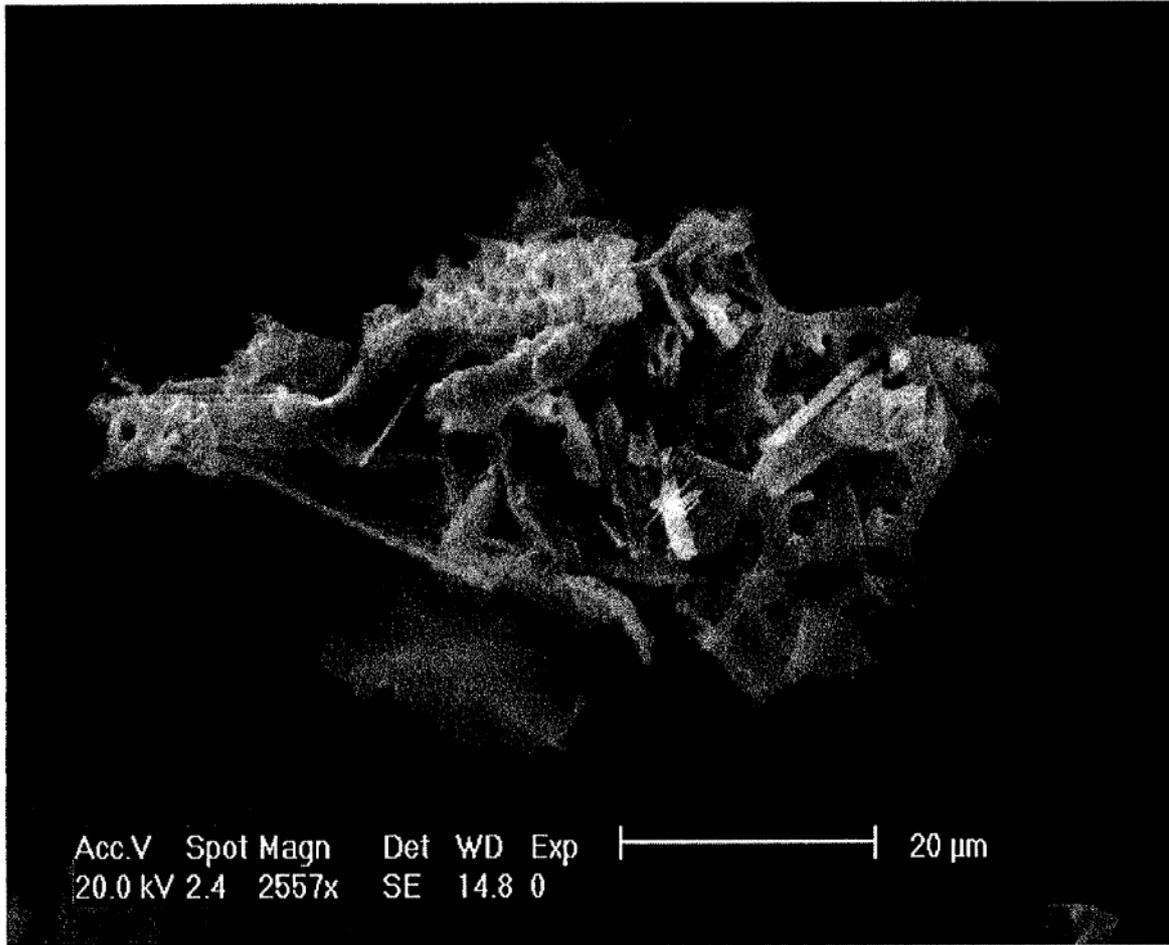


FIG. 1

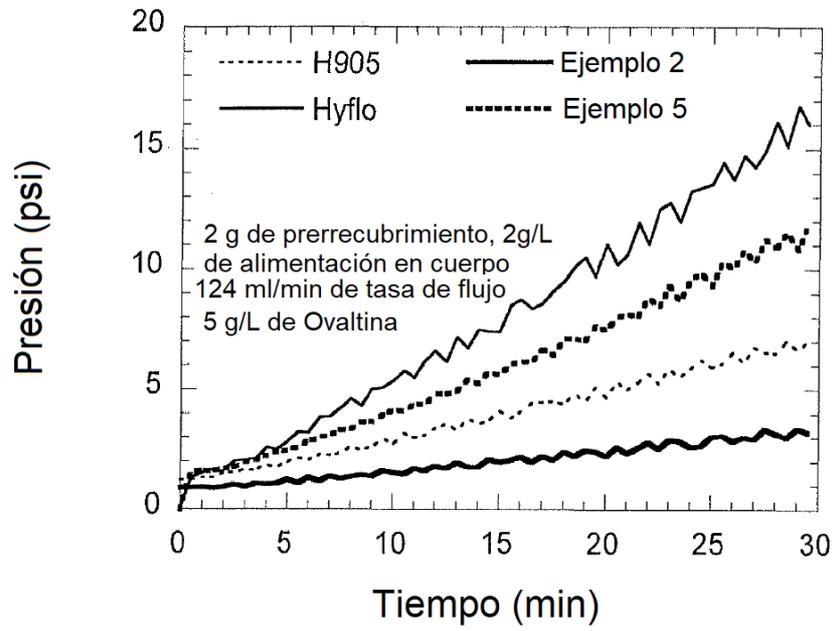


FIG. 2

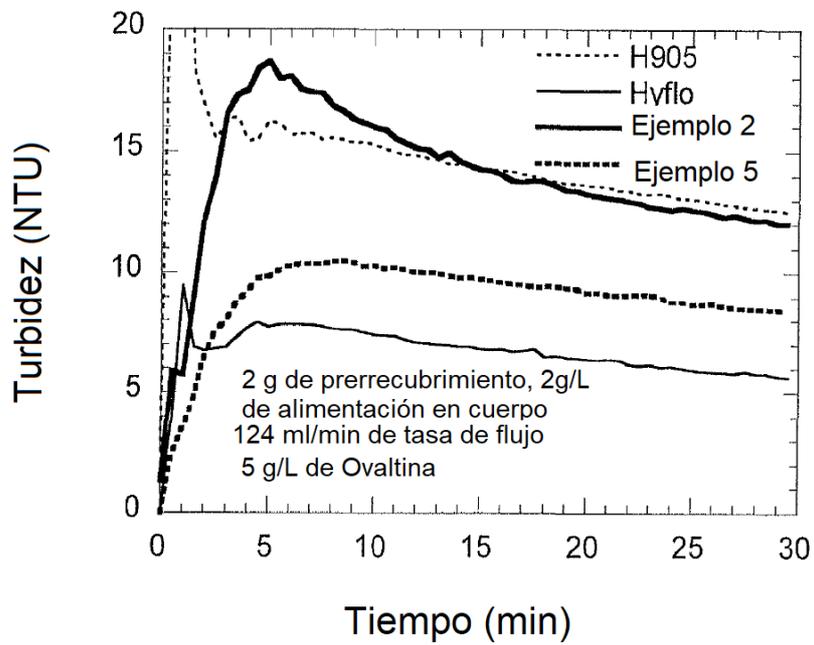


FIG. 3