

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 312**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/02** (2006.01)  
**B01D 53/64** (2006.01)  
**B01D 15/08** (2006.01)  
**B01J 20/02** (2006.01)  
**B01J 20/30** (2006.01)  
**B01J 20/08** (2006.01)  
**B01J 20/28** (2006.01)  
**C10G 25/00** (2006.01)  
**C10L 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.01.2013 PCT/US2013/021510**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13119357**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2013 E 13746068 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2812096**

54 Título: **Método para eliminar mercurio de una corriente de fluido utilizando adsorbentes de cobre de alta capacidad**

30 Prioridad:  
**06.02.2012 US 201213367219**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.11.2017**

73 Titular/es:  
**UOP LLC (100.0%)  
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017  
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:  
**SIMONETTI, DANTE;  
KANAZIREV, VLADISLAV, IVANOV y  
TRAYNOR, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 644 312 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**

Método para eliminar mercurio de una corriente de fluido utilizando adsorbentes de cobre de alta capacidad

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD DE UNA SOLICITUD NACIONAL ANTERIOR

Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud de EE.UU. N° 13/367.219, presentada el 6 de febrero de 2012.

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

La divulgación se refiere en general a la eliminación de contaminantes de hidrocarburos líquidos y gases. En determinadas realizaciones, la divulgación se refiere al uso de un sorbente basado en cobre para eliminar mercurio de corrientes de hidrocarburos. En determinadas realizaciones, la divulgación se refiere al uso de un sorbente de alta capacidad que comprende un compuesto de sulfuro de cobre, en que el compuesto de sulfuro de cobre se produjo por medio de la sulfuración directa de una oxal de cobre.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las corrientes de fluido de hidrocarburos, que incluyen corrientes de líquidos y de gases están a menudo contaminadas con compuestos de mercurio. Los sorbentes que contienen sulfuros de metales soportados, tal como sulfuro de cobre (CuS), se han utilizado para depurar mercurio de las corrientes de fluidos de hidrocarburos mediante la reacción 1.



Por ejemplo, la patente de EE.UU. N° 4.094.777 describe una masa sólida que contiene un soporte y cobre sulfurado como un absorbente para el mercurio de un gas o un líquido. Materiales basados en CuS para la eliminación de Hg son ofrecidos por Axens, Johnson Matthey y otros para aplicaciones en las industrias de gas natural y de hidrocarburos.

El documento EP 0.480.603 describe un procedimiento para la eliminación de mercurio.

El documento GB 2.428.598 describe un procedimiento para eliminar mercurio de corrientes gaseosas.

El documento US 2007/0134143 describe un procedimiento para eliminar mercurio de glicol.

Los métodos de la técnica anterior para producir sorbentes de sulfuro de cobre incluyen un proceso de dos etapas. Un carbonato de cobre se descompone primero en óxido cúprico y el óxido cúprico se sulfura posteriormente para producir el componente de sulfuro de cobre activo del sorbente. La descomposición del carbonato de cobre y la sulfuración del óxido de cobre requiere temperaturas relativamente altas, dando como resultado la aglomeración o aglutinación del componente activo del sorbente. La reducción del área superficial limita la utilización del componente activo. Es deseable una alta utilización del componente de sulfuro de cobre activo para disminuir el volumen del lecho adsorbente y/o aumentar la vida útil del agente adsorbente. En consecuencia, existe la necesidad de sorbentes de mercurio de alta capacidad que (i) sean capaces de depurar más mercurio por cantidad de componente activo y/o que (ii) tengan niveles más altos de la utilización del componente activo que las composiciones y los métodos de la técnica anterior.

## SUMARIO DE LA INVENCION

35 Se presenta un método para eliminar mercurio de una corriente de fluido. El método comprende poner en contacto la corriente de fluido con un sorbente que comprende sulfuro cúprico. El sulfuro de cobre se forma a partir de sulfuración directa de carbonato de cobre, sin descomposición térmica del carbonato de cobre en un óxido, a una temperatura inferior a 150 °C; en donde un tamaño de cristalito de dicho sulfuro de cobre medido en un plano (0.0.6) es menor que 100 angstrom.

## 40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un gráfico de las curvas de avance para un adsorbente de la técnica anterior y una realización del sorbente de la solicitante, teniendo cada una un tamaño de malla 7x14; y

la FIG. 2 es un gráfico de las curvas de avance para un adsorbente de la técnica anterior y una realización del sorbente de la solicitante, teniendo cada una un tamaño de malla 5x8.

## 45 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

La invención se describe en realizaciones preferidas en la siguiente descripción con referencia a las Figuras, en las que números iguales representan los mismos elementos o elementos similares. La referencia a lo largo de esta memoria descriptiva a "una realización" o lenguaje similar significa que un rasgo, una estructura o característica particular descrita en relación con la realización está incluida en al menos una realización de la presente invención.

5 Así, las apariencias de la frase "en una realización" y lenguaje similar a lo largo de esta memoria descriptiva puede, aunque no necesariamente, referirse a la misma realización.

Los términos sorbente, adsorbente y absorbente, tal como se utilizan en esta memoria, se refieren a la capacidad de un material de absorber o embeber componentes líquidos o gaseosos sobre su superficie o para asimilar dichos componentes en el cuerpo del mismo.

10 Se presentan métodos para producir sorbentes a base de cobre y sorbentes producidos por tales métodos. En una realización, el sorbente de la solicitante comprende un material de cobre dispuesto dentro de un material de soporte. En diversas realizaciones, el sorbente comprende un sulfuro de cobre dispuesto dentro de un material de soporte. En diversas realizaciones, el sulfuro de cobre es sulfuro cúprico (CuS). En diversas realizaciones, el sulfuro de cobre es sulfuro cuproso (Cu<sub>2</sub>S).

15 En diversas realizaciones, el material de soporte es un óxido metálico seleccionado del grupo que consiste en alúmina, sílice, sílice-alúminas, silicatos, aluminatos, silico-aluminatos tales como zeolitas, titania, zirconia, hematita, ceria, óxido de magnesio y óxido de wolframio. En una realización, el material de soporte es alúmina. En algunas realizaciones, el material de soporte es carbono o carbón activado. En determinadas realizaciones, el sorbente de la solicitante no comprende un aglutinante.

20 En diversas realizaciones, el material de soporte de alúmina está presente en forma de alúmina de transición, que comprende una mezcla de fases deficientemente cristalinas de alúmina tales como alúminas "rho", "chi" y "pseudo gamma" que son capaces de una rápida rehidratación y pueden retener cantidades sustanciales de agua en una forma reactiva. Un hidróxido de aluminio Al(OH)<sub>3</sub>, tal como gibbsita, es una fuente para la preparación de alúmina de transición. El proceso industrial de la técnica anterior para la producción de alúmina de transición incluye la molienda  
25 de gibbsita a un tamaño de partícula de 1-20 micras, seguido de calcinación instantánea durante un breve tiempo de contacto tal como se describe en la bibliografía de patentes tal como en la Patente de EE.UU. N° 2.915.365. Hidróxido de aluminio amorfo y otros hidróxidos cristalinos minerales que se encuentran en la naturaleza, p. ej., Bayerita y Nordstrandita o hidróxidos de monóxido, AlOOH, tales como Boehmita y Diásporo se pueden utilizar también como una fuente de alúmina de transición. En determinadas realizaciones, el área de superficie según BET  
30 de este material de alúmina de transición es de 300 m<sup>2</sup>/g y el diámetro medio de los poros es de 45 angstrom, según se determina por adsorción de nitrógeno, dando como resultado un sorbente poroso.

En diversas realizaciones, se utiliza una oxisal sólida de un metal de transición como componente de partida del sorbente. "Oxisal", por definición, se refiere a cualquier sal de un oxiácido. Algunas veces esta definición se amplía a  
35 "una sal que contiene oxígeno como un anión dado". FeOCl, por ejemplo, se considera una oxisal de acuerdo con esta definición.

En determinadas realizaciones, la oxisal comprende uno o más carbonatos de cobre básicos. Carbonatos de cobre básicos, tales como Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pueden ser producidos mediante precipitación de sales de cobre, tales como Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CuSO<sub>4</sub> y CuCl<sub>2</sub>, con carbonato sódico. En una realización, se utiliza una forma sintética de malaquita, un carbonato de cobre básico, producido por Phibro Tech, Ridgefield Park, N.J., como componente del sorbente.

40 Dependiendo de las condiciones utilizadas, y especialmente tras lavar el precipitado resultante, el material final puede contener algo de producto residual del proceso de precipitación. En el caso del material bruto CuCl<sub>2</sub>, el cloruro sódico es un producto secundario del proceso de precipitación. Se ha determinado que un carbonato de cobre básico comercialmente disponible que tenía tanto cloruro residual como sodio exhibía una estabilidad más baja hacia el calentamiento y una resistencia mejorada a la reducción que otros carbonatos de cobre básicos comerciales  
45 que estaban prácticamente exentos de cloruro.

En una realización, el tamaño de partícula de las perlas de sorbente verdes (es decir, las partículas de carbonato de cobre básico) está en el intervalo del de la alúmina de transición, a saber de 1-20 micras. En otras realizaciones, la perla de sorbente verde comprende la oxisal Azurita, Cu<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. En otras realizaciones, la perla de sorbente verde comprende una oxisal de cobre, níquel, hierro, manganeso, cobalto, cinc o una mezcla de los mismos.

50 En determinadas realizaciones, la perla de sorbente verde comprende entre 5 por ciento en masa y 85 por ciento en masa de cobre, calculado como CuO, sobre una base libre de componentes volátiles. En una realización, la perla de sorbente verde comprende 70 por ciento en masa de cobre.

El sorbente se produce exponiendo la perla de sorbente verde a un entorno de sulfuración. En diversas realizaciones, el entorno de sulfuración comprende sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), otras sustancias orgánicas o  
55 inorgánicas capaces de liberar H<sub>2</sub>S bajo tratamiento térmico, tal como, sin limitación disulfuro de dimetilo o

## ES 2 644 312 T3

5 polisulfuros, o una combinación de los mismos. En una realización, la perla de sorbente verde es sulfurada a temperaturas inferiores a 150 °C. En una realización, la perla de sorbente verde es sulfurada a temperaturas entre 100 °C y 150 °C. El carbonato de cobre es directamente sulfurado sin la formación de un compuesto intermedio óxido de cobre. En determinadas realizaciones, después de la etapa de sulfuración, el sorbente resultante no comprende carbonato de cobre residual. En determinadas realizaciones, después de la etapa de sulfuración, el sorbente resultante no comprende óxido de cobre.

10 En determinadas realizaciones, el sorbente comprende 10 por ciento en masa a 80 por ciento en masa de sulfuro de cobre. En determinadas realizaciones, el sorbente comprende 5 por ciento en masa a 23 por ciento en masa de azufre en forma de sulfuro de cobre. En determinadas realizaciones, el sorbente comprende 12 por ciento en masa a 18 por ciento en masa de azufre en forma de sulfuro de cobre. En determinadas realizaciones, el sorbente comprende 14 por ciento en masa de sulfuro en forma de sulfuro de cobre.

En determinadas realizaciones, las perlas de sorbente finales tienen un diámetro (para perlas esféricas) o anchura máxima (para perlas de forma irregular) de 1 mm a 10 mm. En determinadas realizaciones, las perlas de sorbente finales tienen un diámetro o anchura máxima de 1,2 mm a 5 mm.

15 En diversas realizaciones, las perlas de sorbente finales son porosas (es decir, tienen una pluralidad de poros y huecos que se extienden a su través). En determinadas realizaciones, el volumen de poros de las perlas de sorbente finales es de al menos 0,12 cm<sup>3</sup>/g. En diversas realizaciones, las perlas de sorbente finales tienen una densidad aparente de entre 640 kg/m<sup>3</sup> (40 libras/pie<sup>3</sup>) a 1280 kg/m<sup>3</sup> (80 libras/pie<sup>3</sup>). En diversas realizaciones, las perlas de sorbente finales tienen una densidad aparente de 880 kg/m<sup>3</sup> (55 libras/pie<sup>3</sup>) a 1150 kg/m<sup>3</sup> (72 libras/pie<sup>3</sup>).

20 En diversas realizaciones, las perlas de sorbente finales están dispuestas dentro de una configuración de reactor de flujo y expuestas a una corriente de fluido de hidrocarburos (es decir, gas o líquido). En diversas realizaciones, la corriente de fluido comprende entre 0,1 partes por billón (ppb) y 1000 ppb de mercurio.

25 El tamaño de cristal del sulfuro de cobre formado por una realización del método de la solicitante en comparación con cristales producidos por métodos de la técnica anterior se expone en la Tabla 1 que figura a continuación. El tamaño del cristal se determina utilizando la difracción de rayos X de polvo (XRD) y la ecuación de Scherrer (1), en que K es el factor de forma, λ es la longitud de onda de rayos X, β es la línea que se ensancha a la mitad de la intensidad máxima de pico (FWHM) en radianes, θ es el ángulo de Bragg, y τ es el tamaño medio de los dominios cristalinos, que puede ser menor o igual al tamaño del grano.

$$\tau = \frac{K\lambda}{\Delta \cos \theta} \quad (1)$$

30 Tabla 1

Tipo de adsorbente	Dimensión a 27,2° 2θ (1,0,0) en Å	Dimensión a 32,9° 2θ (0,0,6) en Å
Adsorbente de CuS de la Técnica Anterior	287	166
Nuevo Adsorbente de CuS producido por el Método de la Solicitante	278	79

La primera fila de la Tabla 1 representa perlas de malla 7x14 de un adsorbente de la técnica anterior producidas por un proceso de dos etapas en el que el carbonato de cobre se descompone primero en un óxido de cobre y el óxido de cobre sulfurado en un sulfuro de cobre. El adsorbente de la técnica anterior tiene 37 por ciento en masa de CuS.

35 La segunda fila de la Tabla 1 representa perlas de malla 7x14 producidas por una realización del método de la solicitante de sulfuración directa de un carbonato de cobre básico y que tiene 75 por ciento en masa de CuS. Las dimensiones del cristalito a través del vector (0,0,6) en la Tabla 1 para los adsorbentes producidos por el método de la solicitante son inferiores al 50% de las dimensiones correspondientes para la muestra de la técnica anterior. Las dimensiones se presentan en angstrom. Las dimensiones más pequeñas del cristalito resultan en una mayor área de superficie disponible para la depuración de mercurio y, por lo tanto, un mayor rendimiento del adsorbente. En una realización, el tamaño de cristalito del sulfuro cúprico medido en un plano (0,0,6) es inferior a 100 angstrom. En una realización, el tamaño de cristalito del sulfuro cúprico medido en un plano (0,0,6) es inferior a 80 angstrom.

45 Haciendo referencia a la FIG. 1, se presenta un gráfico que compara la curva de avance de un adsorbente de la técnica anterior con una realización del adsorbente de la solicitante. El eje x representa la carga del adsorbente en una cámara de ensayo en gramos de mercurio a gramos de azufre (g de Hg/g de S). El eje y representa la

concentración de mercurio en la salida de la cámara de ensayo en microgramos de mercurio por metro cúbico ( $\text{g}/\text{m}^3$ ).

- 5 La curva 102 representa un adsorbente de la técnica anterior con un tamaño de malla 7x14 (perlas que tienen una dimensión mínima menor que 1,2 mm y mayor que 2,8 mm). Por debajo de una carga de 0,07 g de Hg/g de S, el adsorbente de la técnica anterior adsorbía todo el mercurio, tal como se indica por la ausencia de mercurio en la salida de la cámara de ensayo. A pesar de una carga de 0,07 g de Hg/g de S, el sorbente de la técnica anterior no pudo adsorber el mercurio que fluye a través de la cámara de ensayo, tal como se indica por la presencia de mercurio en la salida. La cantidad de mercurio medida en la salida continuó aumentando a medida que aumentaba la carga de mercurio de las perlas adsorbentes.
- 10 La curva 104 representa perlas de sorbente de alta capacidad de la solicitante con un tamaño de malla 7x14. Las perlas de sorbente de alta capacidad de la solicitante eran capaces de absorber completamente mercurio dentro de la cámara de ensayo, hasta una carga mayor de 0,35 g de Hg/g de S, en que se detectó una cantidad muy pequeña de mercurio en la salida.
- 15 Haciendo referencia a la FIG. 2, se presenta un gráfico que compara la curva de avance de un adsorbente de la técnica anterior frente a otra realización del adsorbente de la solicitante. El eje x representa la carga del adsorbente en una cámara de ensayo en gramos de mercurio a gramos de azufre (g de Hg/g de S). El eje y representa la concentración de mercurio en la salida de la cámara de ensayo en microgramos de mercurio por metro cúbico ( $\text{g}/\text{m}^3$ ).
- 20 La curva 202 representa un adsorbente de la técnica anterior con un tamaño de malla 5x8 (perlas que tienen una dimensión mínima menor que 4,0 mm y mayor que 2,4 mm). Por debajo de una carga de 0,04 g de Hg/g de S, el sorbente de la técnica anterior adsorbía todo el mercurio, tal como se indica por la ausencia de mercurio en la salida. Por encima de una carga de 0,04 g de Hg/g de S, el sorbente de la técnica anterior era incapaz de adsorber el mercurio que fluye a través de la cámara de ensayo, tal como se indica por la presencia de mercurio en la salida. La curva 202 aumenta linealmente a una primera pendiente por encima de una carga de 0,04 g de Hg/g de S.
- 25 La curva 204 representa perlas de sorbente de alta capacidad de la solicitante con un tamaño de malla 5x8. Perlas de sorbente de alta capacidad de la solicitante eran capaces de absorber completamente el mercurio dentro de la cámara de ensayo, hasta una carga de 0,09 g de Hg/g de S. Por encima de una carga de 0,09 g de Hg/g de S, la curva 204 aumenta linealmente en una segunda pendiente, en donde la primera pendiente es al menos dos veces la segunda pendiente.
- 30 Se presenta el siguiente Ejemplo para ilustrar adicionalmente a los expertos en la técnica cómo preparar y utilizar la invención. Este Ejemplo no pretende ser una limitación, sin embargo, del alcance de la invención de la solicitante.

#### EJEMPLO

- 35 Se proporciona una mezcla de una oxisal de cobre y un material de soporte. En una realización, la oxisal de cobre es carbonato de cobre básico,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  y el material de soporte es polvo de alúmina capaz de rehidratación. En diferentes realizaciones, el contenido de cobre de la mezcla, calculado como CuO sobre una base libre de componentes volátiles, está entre 5 por ciento en masa y 85 por ciento en masa. En una realización, el contenido de cobre de la mezcla es 70 por ciento en masa.
- 40 Se forman perlas de sorbente a partir de la mezcla. Tal como se utiliza en esta memoria, "perlas de sorbente verdes" se refieren a perlas que contienen la oxisal de cobre antes de que cualquier sulfuración y "perlas de sorbente activadas" se refieran a perlas en las que al menos una parte de la oxisal de cobre ha sido sulfurada. En una realización, las perlas se forman por nodulización de la mezcla en un nodulizador de bandeja giratoria mientras se pulveriza con un líquido. En una realización, el líquido comprende agua. En una realización, el líquido comprende una disolución de agua y una sal haluro. En una realización, la sal haluro es cloruro sódico. En una realización, la disolución comprende una disolución de 1 por ciento en masa a 3 por ciento en peso de cloruro sódico.
- 45 En otra realización, las perlas de sorbente verdes se forman por aglomeración. En otra realización, las perlas de sorbente verdes se forman por extrusión. Los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse otros métodos para producir perlas de forma regular o irregular, con o sin una sal haluro, que caen dentro del alcance de la invención de la solicitante.
- 50 Las perlas de sorbente verdes se curan y se secan. En una realización, el curado tiene lugar a 60°C. En una realización, las perlas se secan en un activador de lecho móvil a temperaturas iguales o inferiores a 175°C. En una realización, las perlas de sorbente activadas comprenden 0,5 por ciento en masa a 0,8 por ciento en masa de cloruro.

5 Las perlas de sorbente verdes se activan mediante la exposición a un material de sulfuración. Tal como se apreciará por los expertos en la técnica, la duración de la exposición, la composición del entorno de sulfuración y la temperatura se seleccionan basándose en la composición deseada de los componentes de cobre activos en el producto sorbente final. En determinadas realizaciones, el entorno de sulfuración comprende sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ). En diversas realizaciones, el entorno de sulfuración comprende entre 0,0005 por ciento en moles y 100 por ciento en moles de sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), siendo el resto un gas inerte.

10 En una realización, la sulfuración se produce entre  $100^{\circ}C$  y  $150^{\circ}C$ . En determinadas realizaciones, el cobre en el material verde está totalmente sulfurado. En una realización, el sorbente activado comprende 37 por ciento en masa de  $CuS$ . En determinadas realizaciones, el sorbente activado comprende entre 10 por ciento en masa y 80 por ciento en masa de  $CuS$ . Las perlas activadas se exponen entonces a una corriente de fluido de hidrocarburos que contiene materiales que contienen azufre y/o mercurio.

15 Los rasgos, las estructuras o características descritos de la invención se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. En la descripción que antecede, se describen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de la invención. Un experto en la técnica relevante reconocerá, sin embargo, que la invención se puede poner en práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etcétera. En otros casos, estructuras, materiales u operaciones bien conocidos no se muestran ni se describen en detalle para evitar aspectos oscurecedores de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de eliminar mercurio de una corriente de fluido, que comprende poner en contacto dicha corriente de fluido con un sorbente que comprende sulfuro cúprico, en el que dicho sulfuro cúprico se forma a partir de la sulfuración directa de carbonato de calcio básico, sin la descomposición térmica del carbonato de calcio básico en un óxido a una temperatura menor que 150°C;  
5 en el que un tamaño de cristalito de dicho sulfuro cúprico medido en un plano (0,0,6) es menor que 100 angstrom.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el sorbente no comprende carbonato de calcio básico residual.
3. El método de la reivindicación 2, en el que dicho sorbente no comprende óxido de cobre.
4. El método de la reivindicación 1, en el que dicho sorbente no comprende un aglutinante.
- 10 5. El método de la reivindicación 1, en el que dicho carbonato de cobre es  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ .
6. El método de la reivindicación 1, en el que el sorbente comprende sulfuro cúprico dispuesto dentro de un material de soporte, en donde el material de soporte es un óxido de metal seleccionado del grupo que consiste en alúmina, sílice, sílice-alúminas, silicatos, aluminatos, silico-aluminatos, zeolitas, titania, zirconia, hematita, ceria, óxido de magnesio y óxido de wolframio.
- 15 7. El método de la reivindicación 6, en el que dicho sorbente comprende 5 por ciento en masa a 23 por ciento en masa de azufre en forma de sulfuro cúprico.
8. El método de la reivindicación 1, en el que dicho entorno de sulfuración tiene una concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  de entre 0,0005 por ciento en moles a 100 por ciento en moles.
- 20 9. El método de la reivindicación 1, en el que la densidad aparente de dicho sorbente está entre  $640 \text{ kg/m}^3$  (40 libras/pie<sup>3</sup>) y  $1280 \text{ kg/m}^3$  (80 libras/pie<sup>3</sup>).

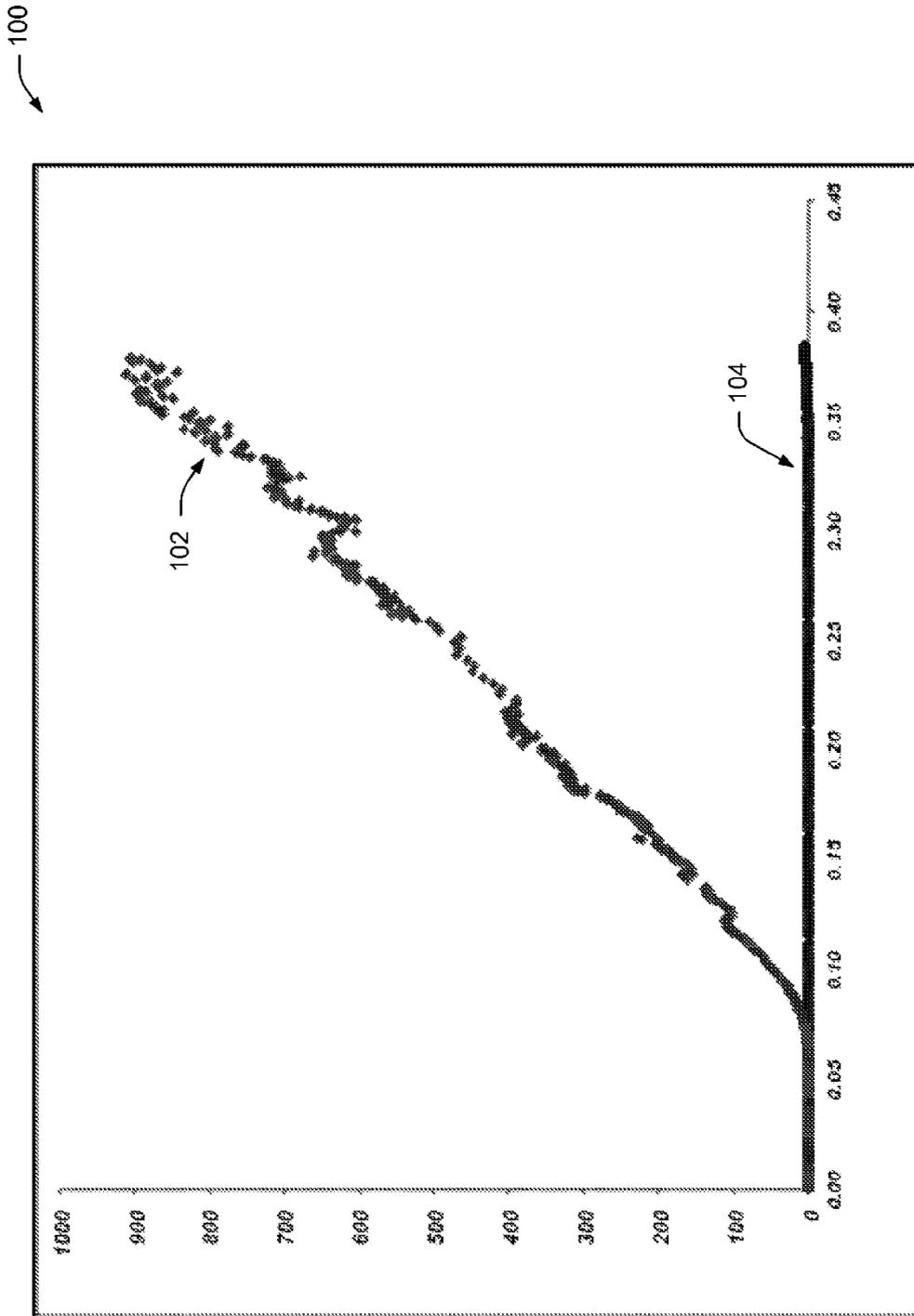


FIG. 1

200

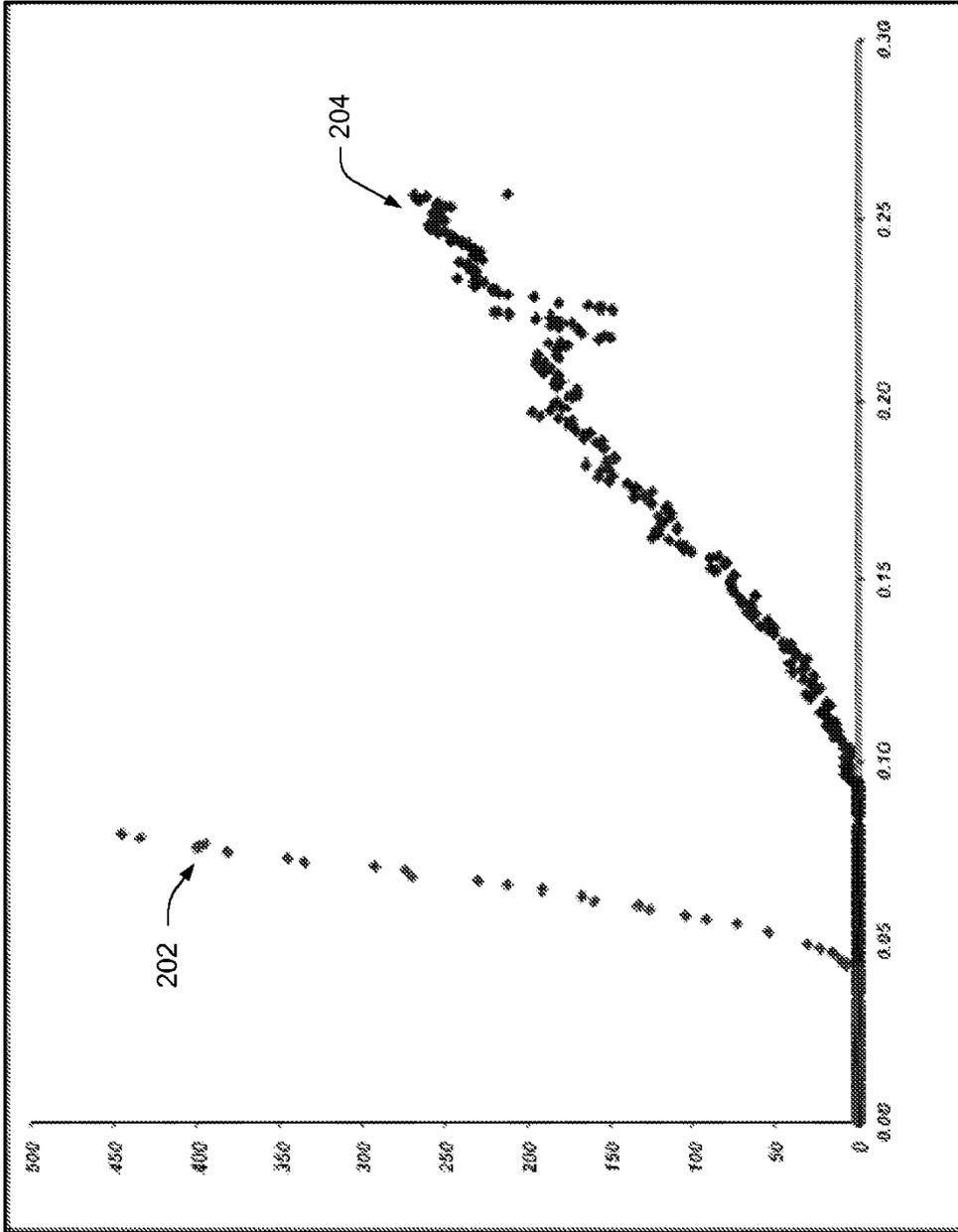


FIG. 2