

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 628**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52	(2006.01)	C02F 101/10	(2006.01)
C02F 9/00	(2006.01)	C02F 103/08	(2006.01)
C05D 5/00	(2006.01)		
C05B 7/00	(2006.01)		
C05F 7/00	(2006.01)		
C02F 1/00	(2006.01)		
C02F 1/28	(2006.01)		
C02F 1/44	(2006.01)		
C02F 1/66	(2006.01)		
C02F 1/74	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2016 PCT/US2016/050921**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17044727**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16770610 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3347310**

54 Título: **Procesos de desalinización y métodos de producción de fertilizantes**

30 Prioridad:

09.09.2015 US 201562216163 P

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

05.08.2020

73 Titular/es:

**CHENG, XIAOLING (100.0%)
9011 Longsheng Mansion 23 Hong Wu Road
Nanjing, Jiangsu, CN**

72 Inventor/es:

**BUBLITZ, MARK, O. y
FITZGERALD, MARK, A.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 777 628 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

Procesos de desalinización y métodos de producción de fertilizantes

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a procesos de desalinización de múltiples etapas que tienen eliminación ordenada de impurezas sin adición de productos químicos agresivos. Además, la invención incluye la producción de un subproducto útil (fertilizante) durante la descalcificación del agua de mar. El documento US3042606 describe un proceso de desalinización que comprende un proceso de producción de fertilizantes. El documento DE102005040018 describe un proceso de producción de fertilizantes. El documento US2007/0102359 describe un proceso de desalinización.

10 Breve descripción de la técnica anterior

La desalinización del agua de mar es cada vez más importante para la producción de agua potable en muchas áreas del mundo. La eliminación de las aguas residuales saladas también es un problema. Por lo general, los procesos de desalinización y las plantas de desalinización utilizan tecnologías de ósmosis inversa (ósmosis inversa de agua de mar, por sus siglas en inglés - SWRO). Sin embargo, dado que el contenido mineral, el contenido de material orgánico y el contenido de contaminantes del agua de mar varían según la ubicación, puede ser difícil ajustar cualquier proceso particular para ubicaciones alternativas o utilizar un método único en múltiples áreas que tienen componentes orgánicos y minerales variados. En algunos casos, el alto contenido de impurezas puede causar el taponamiento o la incrustación de las membranas utilizadas durante el procesamiento de ósmosis inversa y puede resultar en la necesidad de usar alta presión para el proceso de ósmosis inversa. Además, la descalcificación durante el proceso de desalinización convencional a menudo utiliza un tratamiento químico fuerte que puede dar como resultado material de desecho químico que debe eliminarse. Con la eliminación de aguas residuales saladas, el método de eliminación más común es transportar las aguas residuales a las instalaciones que tratan y eliminan el agua, frecuentemente mediante inyección en el subsuelo, lo que puede tener graves consecuencias ambientales. Sería deseable desarrollar procesos de desalinización alternativos para abordar los problemas discutidos anteriormente.

25 Breve compendio de la invención

La invención abarca procesos de tratamiento de aguas residuales saladas y de agua de mar que producen agua potable o utilizable de otra manera y adicionalmente producen material fertilizante. Según la invención, un proceso de desalinización incluye cuatro etapas principales en donde:

30 Una primera etapa implica realizar un proceso de precipitación de fosfato, el proceso de precipitación de fosfato que incluye añadir una primera mezcla que comprende fosfato de amonio y fosfato de sodio al agua de mar o aguas residuales saladas y mezclar la primera mezcla y el agua de mar o aguas residuales saladas. Después de mezclar la primera mezcla y el agua de mar o aguas residuales saladas, añadir una segunda mezcla que comprende amoniaco y un disolvente cargado a base de agua al agua de mar o aguas residuales saladas y mezclar para producir una mezcla de agua de mar o aguas residuales saladas que tiene un pH mayor o igual que aproximadamente 8,5.

35 En una segunda etapa, los sólidos precipitados se recogen del agua de mar o la mezcla de aguas residuales saladas. En una realización, el proceso de recolección de sólidos comprende flujo centrífugo. Los sólidos recogidos incluyen uno o más de óxidos minerales divalentes, óxidos minerales monovalentes y fosfato de amonio y magnesio.

40 Después de realizar la recolección de sólidos, una tercera etapa implica someter el agua de mar o las aguas residuales saladas limpias a un proceso de oxidación que comprende la aireación del agua de mar limpia, seguido de la eliminación por filtración de los sólidos producidos durante el proceso de oxidación.

Una cuarta y última etapa implica realizar un proceso de filtración final que comprende microfiltración seguido de nanofiltración del agua de mar limpiada oxidada o aguas residuales saladas para producir agua potable o utilizable de otro modo.

45 En algunas realizaciones, el agua de mar o las aguas residuales saladas limpias se filtran después del proceso de recolección de sólidos antes de oxidarse.

Los sólidos recolectados en la etapa 2 que contienen fosfato de magnesio y amonio son un excelente fertilizante. El fosfato de magnesio y amonio puede servir adicionalmente como portador de materia orgánica y elementos menores beneficiosos o esenciales para el crecimiento de las plantas.

50 La invención resumida anteriormente comprende los métodos descritos a continuación, indicando el alcance de la invención mediante las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de varias vistas del dibujo

En los dibujos adjuntos, en los que se ilustran varias de las diversas realizaciones posibles de la invención, los caracteres de referencia correspondientes se refieren a partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas de los dibujos en los que:

5 La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra una fase de precipitación de la etapa uno de un proceso de desalinización en línea.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una fase de separación de la etapa dos;

La figura 3 es una ilustración de un diagrama esquemático de una fase de aireación de la etapa tres;

La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una fase de filtración final de la etapa cuatro;

10 La figura 5 es un diagrama esquemático de un decantador de cuenca circular para separar los "fertilizantes sólidos" del "agua de mar o agua residual salada limpias";

La figura 6 es un diagrama esquemático de un decantador de cuenca rectangular;

La figura 7 es un espectrógrafo de masas de la muestra de "fertilizante sólido" ID 1402101; y,

La figura 8 es una micrografía tomada a 2kx (2000x) de la muestra de "fertilizante sólido" ID 1402101.

15 Descripción detallada de la invención

Los procesos de desalinización de la invención comprenden múltiples etapas del proceso que pueden superar muchos o todos los problemas encontrados utilizando métodos SWRO convencionales. En general, el agua de mar de cualquier ubicación puede procesarse mediante la metodología de la invención con poca o ninguna variación del proceso, incluso si el contenido de impurezas y las concentraciones difieren entre ubicaciones. Las aguas residuales saladas resultantes de diversos procesos industriales también pueden procesarse por la metodología de la invención.

20 Las etapas del proceso secuencial se describen generalmente con referencia a los dibujos adjuntos (figuras 1-4 y dibujos de soporte) en donde el proceso se ilustra como un proceso en línea, pero como se describe en el ejemplo 1, el proceso también se puede practicar como un proceso por discontinuo. Con referencia inicialmente a la figura 1, se representa una etapa de procesamiento inicial con agua de mar. Durante el procesamiento inicial, el agua de mar se trata para precipitar minerales de incrustación como fosfatos. En el proceso de precipitación de fosfato, el agua de mar se descalcifica utilizando una secuencia de adiciones de mezcla y mezcla de esas adiciones de mezcla con el agua de mar.

30 Una primera mezcla que se añade al agua de mar contiene fosfato de amonio y fosfato de sodio. Una cantidad de ejemplo para la adición puede ser aproximadamente 1,0 g de fosfato de amonio por cada 250 mg/l de magnesio presente en el agua de mar; y aproximadamente 1,0 g de fosfato de sodio por cada 150 mg de calcio presente en el agua de mar. La primera mezcla puede ser preferiblemente una disolución de agua que se añade al agua de mar, simultáneamente o seguida de la mezcla de la primera mezcla con el agua de mar. La adición y la mezcla se pueden realizar, por ejemplo, utilizando un sistema de inyección en línea.

35 Más particularmente como se muestra en la figura 1 en la que se ilustra una realización de la primera etapa, se forma una mezcla acuosa de fosfato de amonio y fosfato de sodio en un tanque 10. Una bomba de inyección neumática 12 conectada a un suministro de aire o gas 14 inyecta la mezcla a través de un granulador 16 en una tubería 18 a través de la cual fluye el agua de mar. La mezcla de fosfato y agua de mar después se pasa a través de un mezclador estático 20 para mezclar a fondo el agua de mar y la adición fosfato. La etapa 1 después continúa como se describe a continuación.

40 Después de la adición y mezcla de la mezcla de fosfato y agua de mar, se añade una segunda mezcla química para producir una "mezcla de agua de mar". La segunda mezcla química comprende un amoníaco y un disolvente cargado basado en agua (electromagnético). El disolvente cargado basado en agua puede ser el disolvente cargado como se describe en la patente de EE. UU. n.º 8,475,757. Como se describe en este documento, el disolvente cargado basado en agua comprende agua, alcohol e hidruro de sodio. Aunque no se limita a ninguna proporción particular, una mezcla de agua de mar de ejemplo puede contener 40 ml de una disolución de amoníaco al 7% y 0,25 ml de disolvente cargado por litro de agua de mar. En esa proporción, la mezcla de agua de mar resultante puede tener un pH superior a 8,5.

50 Como se describe en la patente n.º 8,475,757 El disolvente cargado se forma mediante la adición de NaOH sólido a silicio sólido en un recipiente de reacción. Con una mezcla vigorosa, se añade una primera mezcla de agua y amonio a una concentración de dos partes de mezcla de agua y amonio por una parte de NaOH, siendo la mezcla de amonio 5% de amonio en peso. La mezcla se hace reaccionar durante aproximadamente 1 hora a aproximadamente 2 horas a una temperatura inferior o igual a aproximadamente 90,6 °C (195 °F). Después se añade una segunda mezcla de agua y amonio, siendo la segunda mezcla de agua y amonio un 10% de amonio en peso, para mantener la temperatura

a aproximadamente 90,6 °C (195 °F) o menos, hasta que la proporción final de agua sea de 4 partes de agua por 1 parte de sodio silicato. Esta segunda mezcla se hace reaccionar durante aproximadamente 6 horas a aproximadamente 8 horas y se añade agua hasta que la densidad alcanza aproximadamente de 1,3 gravedad específica y después se deja reposar durante aproximadamente 24 horas. Se añade alcohol y se mezcla vigorosamente, los reactivos se dejan sedimentar y la fracción más alta se recoge para usar en los métodos de desalinización y producción de fertilizantes objeto como disolvente cargado basado en agua.

La formación de la mezcla de agua de mar en la segunda etapa puede utilizar un segundo sistema de inyección en línea, aunque dicha metodología en línea no es obligatoria. Como se muestra en la figura 1, la segunda mezcla química se mantiene en un tanque 22 y se inyecta con una bomba de inyección neumática 24 conectada a un suministro de aire o gas en la tubería 18 a través de la cual fluye la mezcla de fosfato y agua de mar. Durante o después de la producción de la mezcla de agua de mar, la mezcla de agua de mar puede pasar a través de un mezclador estático 28 que crea una descarga eléctrica que da como resultado un aumento del pH. Durante este tiempo, algunos o todos los minerales divalentes se eliminan en su forma de óxido y el fosfato de magnesio y amonio precipita en una forma cristalina que transporta potasio, calcio y otras sales minerales. Debido al alto pH de la mezcla de agua de mar, la tensión superficial disminuye y la corrosión oxidativa disminuye. La materia orgánica y húmica también se cae fuera de la mezcla y se incluye en los sólidos recolectados en una segunda etapa, un ejemplo del cual se muestra en la figura 2.

Con referencia a la figura 2, se realiza un proceso de separación en la segunda etapa para recoger los sólidos que han precipitado de la mezcla de agua de mar. La separación se puede realizar preferiblemente utilizando un sistema en línea. Aunque existen numerosas técnicas de separación que se pueden utilizar durante el procesamiento de separación, un método de separación preferido puede incluir un sistema de flujo centrífugo en línea, representativos de los cuales se muestran en las figuras 5 y la figura 6. Un sistema de extracción de flujo inferior puede ser beneficioso para la separación a gran escala. Como se muestra en la figura 2, la mezcla de agua de mar se bombea 30 en un decantador 32. Se recoge una fracción de sólidos 34 y el sobrenadante se puede pasar a través de un filtro de arena 36 diseñado con un retrolavado al decantador. Después, el agua puede pasar a través de un filtro de carbón activo, un filtro de clinoptilolita o similar 38 para eliminar cualquier hidrocarburo y amoníaco libre que aún se transporta con el agua de mar para producir un "agua de mar limpia" que no se obstruye, incrusta o se apelmaza y no es corrosivo. La fracción de sólidos 34 es útil como fertilizante y el "agua de mar limpia" puede procesarse adicionalmente. Se pueden cosechar grandes cantidades de fertilizante aumentando (por ejemplo, duplicando) la cantidad de fosfato de amonio a 2,0 g por cada 250 mg/l de magnesio presente en el agua de mar y la cantidad de fosfato de sodio a 2,0 g por cada 150 mg/l de calcio presente en el agua de mar.

Debido a su baja solubilidad, el "fertilizante sólido" recogido en la etapa 2 es un fertilizante de liberación lenta, cuya liberación puede controlarse aún más por el tamaño granular a diferencia de los fertilizantes solubles en agua convencionales. El "fertilizante sólido" no se lixivia de suelos arenosos o porosos, incluso con exceso de riego o lluvia intensa. Debido a esta propiedad, se puede aplicar el suministro de fertilizante durante varios años al plantar, reduciendo los costes de mano de obra. Beneficios adicionales incluyen colocar el "fertilizante sólido" adyacente a las raíces desnudas de las plantas sin peligro de quemarlas o dañarlas. La colocación precisa del fertilizante al lado de las raíces también fomenta el rápido crecimiento de las plantas sin fertilizar las malezas. Los ensayos anteriores también han demostrado que hay menos necesidad de herbicidas e insecticidas.

La etapa 3 del proceso de desalinización implica el procesamiento posterior del agua de mar limpia como se muestra en la figura 3. Como se muestra, se realiza un tratamiento de aireación/oxidación en un tanque 40 preferiblemente con una tapa abierta con elevadores de aire 42 para la circulación y oxidación de impurezas dentro del agua de mar limpia con aire o un gas inerte. Al aumentar el contenido de oxígeno del agua de mar limpia, se puede reducir la demanda de oxígeno de carbono (por sus siglas en inglés, COD), compuestos de oxígeno volátiles (por sus siglas en inglés, VOC) y la demanda bioquímica de oxígeno (por sus siglas en inglés, BOD), así como la oxidación de cualquier hierro, manganeso, arsénico u otro contaminante oxidable. Opcionalmente, se puede inyectar dióxido de carbono o peróxido de hidrógeno si es necesario para una mayor eliminación de contaminantes problemáticos. Los contaminantes oxidados se pueden eliminar del agua de mar limpia utilizando uno o ambos de un segundo filtro de carbón y un filtro de paja (no mostrado).

El agua de mar limpia puede entonces filtrarse como se muestra en la figura 4. El proceso de filtración puede incluir microfiltración seguida de nanofiltración del agua de mar de limpieza para producir agua purificada (potable). Preferiblemente, todo el proceso de filtración se realiza a una presión menor o igual a 1724 kPa (250 psi). La microfiltración puede utilizar uno o más medios de filtración. Por ejemplo, la microfiltración puede utilizar un primer proceso de microfiltración de "doble medio" a través de un primer microfiltro 44 seguido de un medio de filtración de arena 46 a través de un segundo microfiltro (no mostrado) y un medio de filtración de carbón posterior 48 a través de un tercer microfiltro (no mostrado). Los tres microfiltros pueden estar preferiblemente en línea con los desechos de filtración de cada uno de los microfiltros que se reciclan nuevamente dentro del tanque de aireación 40.

El agua microfiltrada puede pasar después a través de un sistema de nanofiltración. El agua microfiltrada se carga correctamente para la eliminación de iones durante la nanofiltración, no tiene sólidos en suspensión ni componentes de incrustación que puedan obstruir el(los) nanofiltro(s), y no contiene componentes que puedan dañar químicamente el(los) nanofiltro(s). Además, la tensión superficial del agua microfiltrada se ha reducido (en relación con el agua de

mar original) y no tiene propiedades corrosivas. Por consiguiente, en contraste con los procesos de desalinización convencionales, el proceso de nanofiltración de la presente invención se puede llevar a cabo a baja presión (menor o igual que aproximadamente 1724 kPa (250 psi)).

5 El procesamiento de nanofiltración puede utilizar una o más unidades de nanofiltración, cada una de las cuales comprende uno o más nanofiltros (iguales o diferentes tamaños de poros, materiales, etc.). El agua nanofiltrada resultante puede purificarse hasta un contenido total de sólidos disueltos (por sus siglas en inglés, TDS) de menos de o igual a 800 ppm. El producto resultante es potable y la metodología es racional y rentable debido a la disminución de la presurización en relación con la metodología convencional y la no utilización de membranas costosas de ósmosis inversa. Además, la cantidad de salmuera (desechos) del sistema (recolectado del procesamiento de nanofiltración) disminuye drásticamente en relación con las tecnologías alternativas y, por lo tanto, es relativamente económica desecharlo. Por consiguiente, la metodología de la invención es mucho más eficiente y rentable que los sistemas alternativos.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención.

Ejemplo 1

15 Se extrajo un fertilizante del agua de mar del Mar Amarillo de la siguiente manera:

Etapa 1

De 1500 ml de agua de mar sin filtrar se reservaron 500 ml como "agua de mar antes de la muestra".

Etapa 2

20 Se mezclaron cuatro gramos de fosfato de amonio y 2 g de fosfato de sodio con 1000 ml de agua de mar hasta que las sales de fosfato se disolvieron por completo.

Etapa 3

Se formó una premezcla de 950 ml de agua destilada con 30 ml de hidróxido de amonio al 30% a la que se le añadieron 20 ml de un disolvente cargado a base de agua como se describe en la patente n.º 8,475,757 fue añadido.

Etapa 4

25 Toda la mezcla de la etapa 2 se combinó con 40 ml de la mezcla de la etapa 3 y se agitó hasta que se mezcló por completo.

Etapa 5

Los sólidos se dejaron sedimentar y se separaron del "agua de mar después de la muestra".

Etapa 6

30 Los sólidos se enjuagaron con agua y se secaron para usar como fertilizante.

El "fertilizante sólido" (1402101), el "agua de mar antes de la muestra" (1402099) y el "agua de mar después de la muestra" (1402100) se sometieron a espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), cuyos resultados se muestran en la tabla I. Un análisis de espectrometría de masas del "fertilizante sólido" ID 1402101 se muestra en la figura 7 y una micrografía del "fertilizante sólido" que muestra su estructura cristalina se muestra en la figura 8.

Tabla 1

$\rho(B)/(mg/L)$										
	Ca	K	Mg	Na	Si	S	P	Li	B	Sr
1402099	378	265	1294	9072	9.65	896	448	0.19	4.02	6.20
1402100	33.8	229	35.6	8920	17.1	812	1185	0.20	3.72	0.18

$\rho(B)/(\mu g/L)$									
	Be	Zr	Mo	Ag	Cd	I	Ba	Tl	Pb
1402099	2.00	1.00	12.0	4.00	1.00	<1	130	<0.1	1.00
1402100	6.00	8.00	86.0	6.00	1.00	<1	<50	<0.1	1.00

$\rho(B)/(\mu g/L)$									
	Ni	Cu	Zn	Te	Se	Sb	Bi	As	Hg
1402099	<40	23.0	6740	<0.2	<0.1	0.18	<0.2	1.05	<0.05
1402100	<40	6.00	<50	<0.2	<0.1	3.35	<0.2	<0.5	<0.05

ES 2 777 628 T3

$\rho(B)/(\mu\text{g/L})$

	Al	Bi	Th	U	Ti	V	Cr	Mn	Co
1402099	263	<1	<0.1	<0.1	<20	<10	2.00	14.0	6.00
1402100	3555	<1	<0.1	<0.1	<20	16.0	<1	12.0	3.00

$\omega(B)/10^{-6}$

	Ca	K	Mg	Na	Si	S	P	Li	B	Sr	Al	Mn
1402101	54800	555	162000	608	245	390	217000	0.93	131	799	28.9	1.08

Ejemplo 2

El mismo procedimiento descrito en el ejemplo 1 se realizó con agua de mar del Océano Pacífico frente a las costas del sur de Canadá. El "agua de mar antes de la muestra" (4030973-01), el "agua de mar después de la muestra" (4030973-02) y el "fertilizante sólido" (4030973-03) se sometieron a análisis:

5

Descripción del análisis	Preparación del método de referencia (*= modificado desde)	Análisis
Dureza como CaCO_3 (CALC)	N/A	APHA 2340 B
Humedad	N/A	ASTM D2216 (2010)
Nitrato-N en agua por IC	N/A	APHA 4110 B
Nitrato-N, soluble en agua	Carter 15.2.2	APHA 4110 B
Nitrato-N en agua por IC	N/A	APHA 4110 B
Nitrato-N, soluble en agua por IC	Carter 15.2.2	APHA 4110 B
pH en sólidos	N/A	EPA 9045D (2004)
pH en agua	N/A	APHA 4500-H+ B
Muestra seca (60C) y tamiz (2 mm)	Carter	N/A
Metales lixiviables con ácido fuerte	EPA 3050B*	EPA 6020A (2007)
Total de sólidos disueltos (GRAV)	N/A	APHA 2540 C
Nitrógeno Kjeldahl total	N/A	EPA 351.2 (1993)*
Nitrógeno Kjeldahl total en sólidos	N/A	EPA 351.2 (1993)*
Metales recuperables contados	APHA 3030E*	APHA 3125 B

Descripciones de referencia del método:

ASTM Métodos de ensayo internacionales de ASTM

APHA Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Asociación americana de salud pública

10 Carter Muestreo de suelos y métodos de análisis, Carter/Gregorich

EPA Métodos de prueba de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

Glosario de términos:

MLR Límite de informe del método

ES 2 777 628 T3

< Menos del límite de detección informado (RDL): el RDL puede ser más alto que el MLR debido a diversos factores, como diluciones, volumen de muestra limitado, alta humedad o interferencias.

AO Objetivo estético

MAC Concentración máxima aceptable (pauta relacionada con la salud) % Porcentaje P/P

5 % seco Porcentaje, informado en base de peso seco

% mojado Porcentaje, informado en base a tal como se recibió

mg/kg seco Miligramos por kilogramo (ppm), informados en base de peso seco

mg/L Miligramos por litro

unidades de pH pH <7 = ácido, pH > 7 = básico

10

Tabla II

ID de muestra: 4030973-01 "Agua de mar antes de la muestra"			
Analito	Resultado/Recuperación	MLR/Límite	Unidades
<i>Parámetros generales</i>			
pH	7,75	0,01	unidades de pH
Sólidos, disueltos totales	27000	10	mg/l
<i>Parámetros calculados</i>			
Dureza, Total (Total como CaCO ₂)	5160	5,0	mg/l
<i>Metales recuperables totales</i>			
Aluminio, total	<0,05	0,05	mg/l
Antimonio total	<0,001	0,001	mg/l
Arsénico, total	<0,005	0,005	mg/l
Bario, total	<0,05	0,05	mg/l
Berilio, total	<0,001	0,001	mg/l
Bismuto, total	<0,001	0,001	mg/l
Boro, total	3,70	0,04	mg/l
Cadmio, total	<0,0001	0,0001	mg/l
Calcio total	342	2,0	mg/l
Cromo total	<0,005	0,005	mg/l
Cobalto, total	<0,0005	0,0005	mg/l
Cobre, total	<0,002	0,002	mg/l
Hierro, total	<0,10	0,10	mg/l
Plomo, total	<0,001	0,001	mg/l
Litio, total	0,133	0,001	mg/l
Magnesio, total	1050	0,1	mg/l
Manganeso, total	0,002	0,002	mg/l
Mercurio, total	<0,0002	0,0002	mg/l
Molibdeno, total	0,009	0,001	mg/l
Níquel, total	<0,002	0,002	mg/l
Fósforo, total	<0,2	0,2	mg/l
Potasio, total	326	0,2	mg/l

ES 2 777 628 T3

Selenio, total	<0,005	0,005	mg/l
Silicio, total	<5	5	mg/l
Plata, total	<0,0005	0,0005	mg/l
Sodio total	8580	0,2	mg/l
Estroncio, total	6,85	0,01	mg/l
Azufre, total	830	10	mg/l
Teluro, total	<0,002	0,002	mg/l
Talio, total	<0,0002	0,0002	mg/l
Torio, total	<0,001	0,001	mg/l
Estaño, total	<0,002	0,002	mg/l
Titanio, total	<0,05	0,05	mg/l
Uranio, total	0,0024	0,0002	mg/l
Vanadio, total	<0,01	0,01	mg/l
Zinc, total	<0,04	0,04	mg/l
Circonio, total	<0,001	0,001	mg/l

Tabla 3 III

ID de muestra: 4030973-02 "Agua de mar después de la muestra"			
Analito	Resultado/Recuperación	MLR/Límite	Unidades
<i>Aniones</i>			
Nitrógeno, Nitrato como N	1,08	0,010	mg/l
Nitrógeno, Nitrito como N	<0,100	0,010	mg/l
<i>Parámetros generales</i>			
Nitrógeno, Kjeldahl total	1040	0,05	mg/l
pH	8,88	0,01	unidades de pH
Sólidos, disueltos totales	21600	10	mg/l
<i>Parámetros calculados</i>			
Dureza, Total (Total como CaCO ₂)	622	5,0	mg/l
Nitrógeno, Nitrato + Nitrito como N	1,08	1,00	mg/l
Nitrógeno total	1040	50,0	mg/l
<i>Metales recuperables totales</i>			
Aluminio, total	<0,05	0,05	mg/l
Antimonio total	0,001	0,001	mg/l
Arsénico, total	<0,005	0,005	mg/l
Bario, total	<0,05	0,05	mg/l
Berilio, total	<0,001	0,001	mg/l
Bismuto, total	<0,001	0,001	mg/l
Boro, total	2,43	0,04	mg/l
Cadmio, total	0,0001	0,0001	mg/l
Calcio total	136	2,0	mg/l

ES 2 777 628 T3

Cromo total	<0,005	0,005	mg/l
Cobalto, total	<0,0005	0,0005	mg/l
Cobre, total	0,006	0,002	mg/l
Hierro, total	<0,10	0,10	mg/l
Plomo, total	<0,001	0,001	mg/l
Litio, total	0,110	0,001	mg/l
Magnesio, total	68.3	0,1	mg/l
Manganeso, total	0,003	0,002	mg/l
Mercurio, total	<0,0002	0,0002	mg/l
Molibdeno, total	0,014	0,001	mg/l
Níquel, total	<0,002	0,002	mg/l
Fósforo, total	2,7	0,2	mg/l
Potasio, total	271	0,2	mg/l
Selenio, total	<0,005	0,005	mg/l
Silicio, total	34	5	mg/l
Plata, total	<0,0005	0,0005	mg/l
Sodio total	7530	0,2	mg/l
Estroncio, total	2,86	0,01	mg/l
Azufre, total	700	10	mg/l
Teluro, total	<0,002	0,002	mg/l
Talio, total	<0,0002	0,0002	mg/l
Torio, total	<0,001	0,001	mg/l
Estaño, total	<0,002	0,002	mg/l
Titanio, total	<0,05	0,05	mg/l
Uranio, total	0,0004	0,0002	mg/l
Vanadio, total	<0,01	0,01	mg/l
Zinc, total	<0,04	0,04	mg/l
Circonio, total	<0,001	0,001	mg/l

Tabla IV

ID de muestra: 4030973-03 "Fertilizante de sólidos"			
Analito	Resultado/Recuperación	MLR/Límite	Unidades
<i>Parámetros generales</i>			
Humedad	37,4	0,1	% mojado
Nitrato como N, soluble en agua	3,23	0,05	mg/kg seco
Nitrito como N, soluble en agua	<0,10	0,05	mg/kg seco
Nitrógeno, Kjeldahl total	7,24	0,01	% seco
pH	7,4	0,1	unidades de pH
<i>Parámetros calculados</i>			
Nitrógeno total	7,24	0,01	%

ES 2 777 628 T3

<i>Metales lixiviables con ácido fuerte</i>			
Aluminio	65	20	mg/kg seco
Antimonio	0,2	0,1	mg/kg seco
Arsénico	<0,4	0,4	mg/kg seco
Bario	2	1	mg/kg seco
Berilio	<0,1	0,1	mg/kg seco
Bismuto	<0,1	0,1	mg/kg seco
Boro	58	2	mg/kg seco
Cadmio	<0,04	0,04	mg/kg seco
Calcio	15000	100	mg/kg seco
Cromo	1	1	mg/kg seco
Cobalto	0,4	0,1	mg/kg seco
Cobre	1.3	0,2	mg/kg seco
Hierro	160	20	mg/kg seco
Dirigir	<0,2	0,2	mg/kg seco
Litio	0.3	0,1	mg/kg seco
Magnesio	87000	10	mg/kg seco
Manganeso	3,8	0,4	mg/kg seco
Mercurio	<0,05	0,05	mg/kg seco
Molibdeno	0,1	0,1	mg/kg seco
Níquel	0,5	0,4	mg/kg seco
Fósforo	12000	10	mg/kg seco
Potasio	1500	10	mg/kg seco
Selenio	<0,5	0,5	mg/kg seco
Silicio	<3000	3000	mg/kg seco
Plata	<0,2	0,2	mg/kg seco
Sodio	20000	40	mg/kg seco
Estroncio	280	0,2	mg/kg seco
Azufre	2100	1000	mg/kg seco
Teluro	<0,1	0,1	mg/kg seco
Talio	<0,1	0,1	mg/kg seco
Torio	<0,5	0,5	mg/kg seco
Estaño	<0,2	0,2	mg/kg seco
Titanio	15	2	mg/kg seco
Uranio	0,4	0,1	mg/kg seco
Vanadio	0,7	0,4	mg/kg seco
Zinc	4	2	mg/kg seco
Circonio	<2	2	mg/kg seco

Las propiedades agronómicas del "fertilizante sólido" recogido en los ejemplos 1 y 2 son notables. Contiene un promedio de 8-10% de magnesio o más, dependiendo del contenido de magnesio del agua de mar. El magnesio está

involucrado en la producción de clorofila y el magnesio extra en el fertilizante ayuda a las plantas a producir clorofila en situaciones de poca luz (intensidad y duración) lo que aumenta el crecimiento de las plantas. Además, el "fertilizante sólido" es un portador de otros elementos menores beneficiosos o esenciales para el crecimiento de las plantas, como el potasio.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de producción de fertilizantes que comprende:
 - suministrar agua de mar o aguas residuales saladas;
 - realizar un proceso de precipitación de fosfato, incluyendo el proceso de precipitación de fosfato:
- 5
 - añadir una primera mezcla que comprende fosfato de amonio y fosfato de sodio al agua de mar o aguas residuales saladas y mezclar la primera mezcla y el agua de mar o aguas residuales saladas;
 - después de mezclar la primera mezcla y el agua de mar o aguas residuales saladas, añadir una segunda mezcla que contiene amoníaco y un disolvente cargado a base de agua que comprende agua, alcohol e hidruro de sodio al agua de mar o aguas residuales saladas y mezclar para producir una mezcla de agua de mar o aguas residuales saladas que tiene un pH mayor o igual a aproximadamente 8,5; y
- 10
 - realizar un proceso de recolección para recolectar un producto fertilizante que comprende sólidos precipitados de la mezcla de aguas residuales de agua de mar o sal, incluyendo los sólidos fosfato de magnesio y amonio.
2. El proceso de producción de fertilizante de la reivindicación 1, en donde el producto fertilizante comprende además materia orgánica.
- 15 3. El proceso de producción de fertilizante de la reivindicación 2, en donde los sólidos contienen adicionalmente potasio y calcio.
4. El proceso de producción de fertilizante de la reivindicación 3, en donde un agua de mar o aguas residuales saladas se seleccionan para el procesamiento de manera que los sólidos contienen aproximadamente 8 a 20% en peso de magnesio.
- 20 5. Un proceso de desalinización de agua de mar o aguas residuales saladas que comprende:
 - un proceso de producción de fertilizantes según la reivindicación 1;
 - después de realizar la recolección de sólidos, realizar un proceso de oxidación que comprende la aireación del agua de mar o la mezcla de aguas residuales saladas, seguido de la eliminación por filtración de los sólidos producidos durante el proceso de oxidación; y
- 25
 - realizar un proceso de filtración final que comprende microfiltración seguido de nanofiltración del agua de mar o aguas residuales saladas para producir agua potable.
6. El proceso de desalinización de la reivindicación 5, que comprende además filtrar el agua de mar o la mezcla de aguas residuales saladas después del proceso de recolección de sólidos y antes del proceso de oxidación.
- 30 7. El proceso de desalinización de la reivindicación 6, en donde la filtración comprende filtración a través de arena seguida de filtración con carbón.

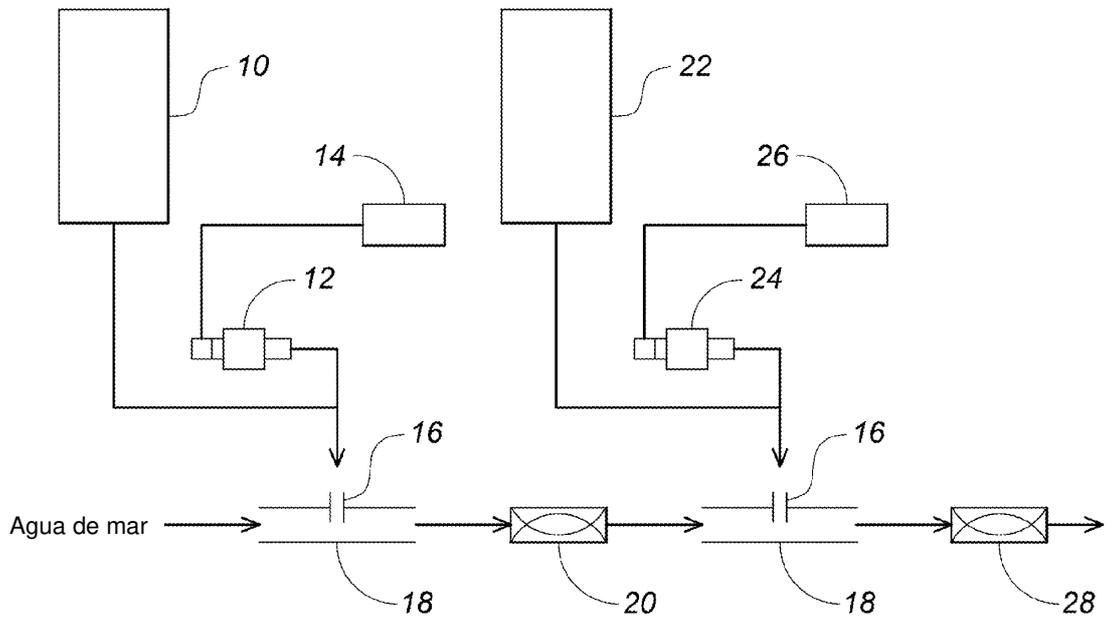


Fig. 1

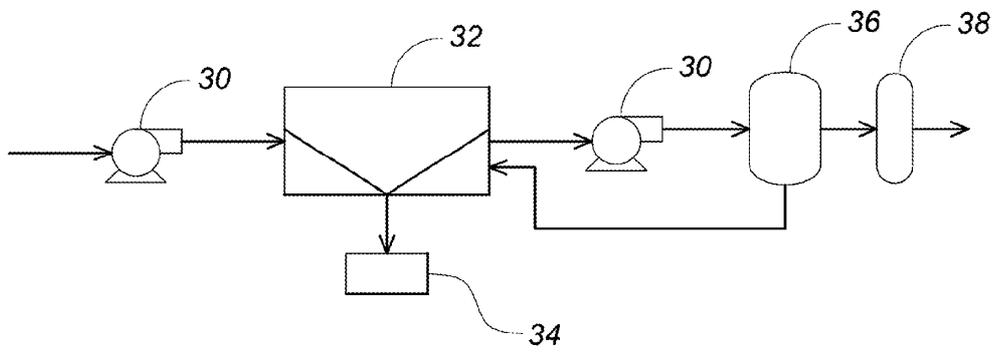


Fig. 2

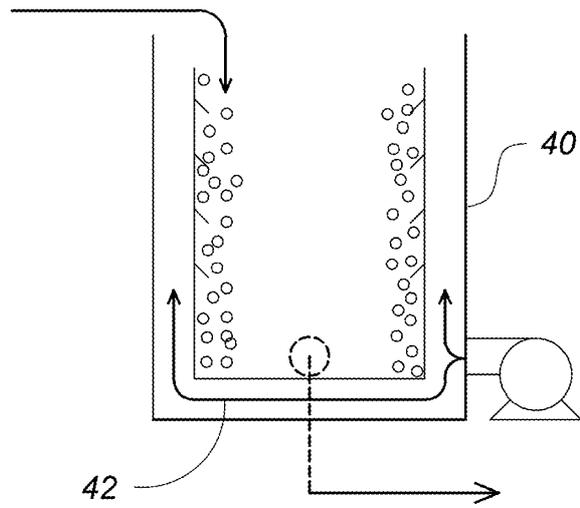


Fig. 3

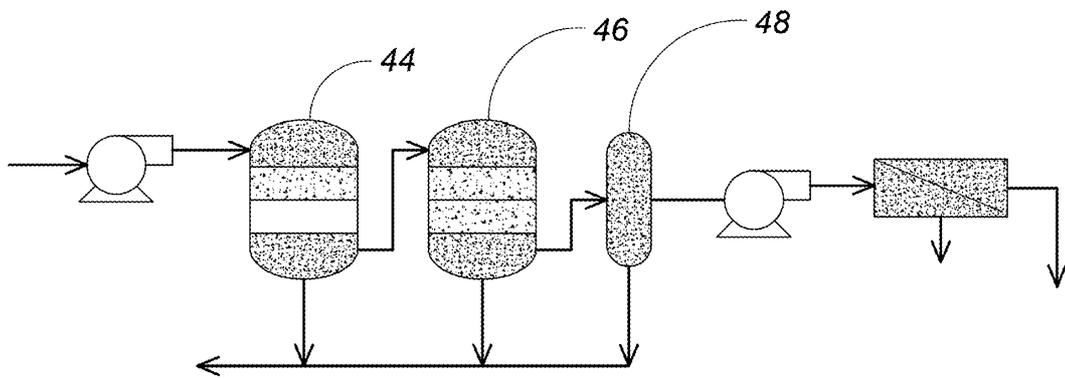


Fig. 4

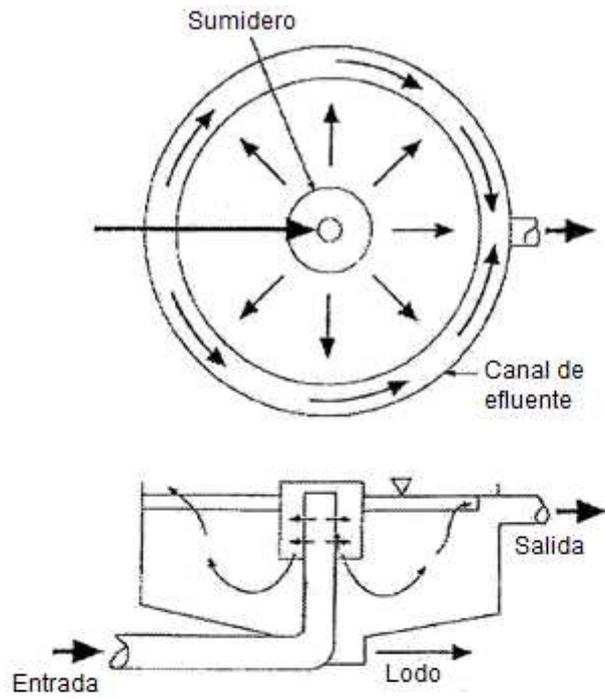


Fig. 5

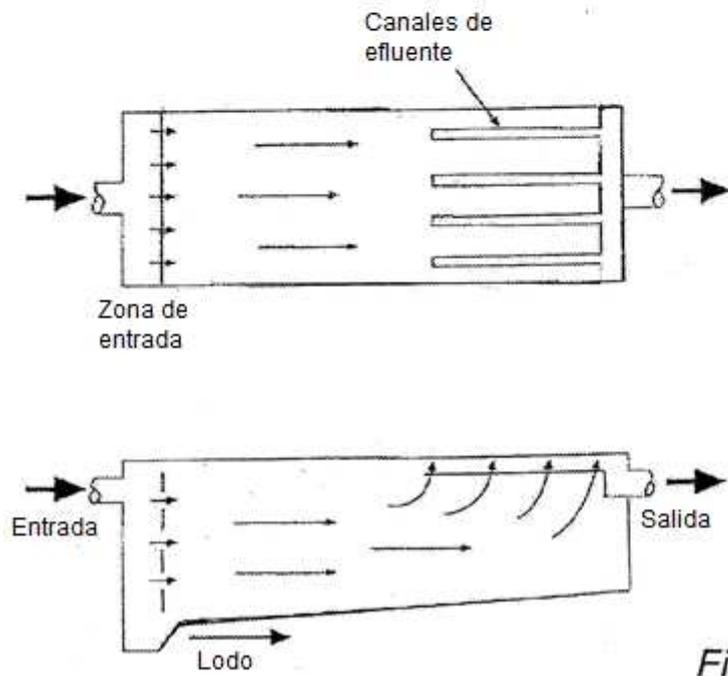


Fig. 6

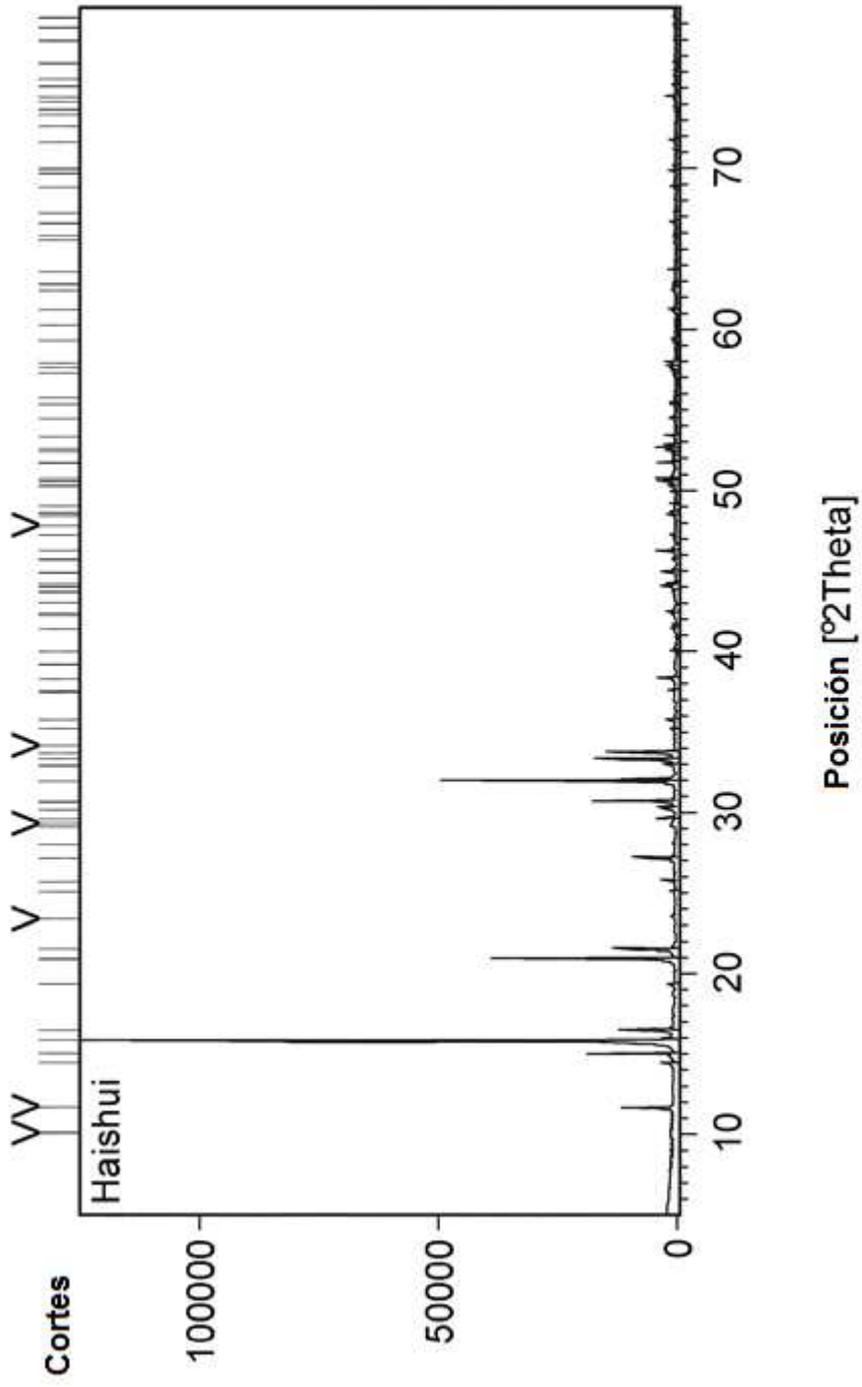


Fig. 7

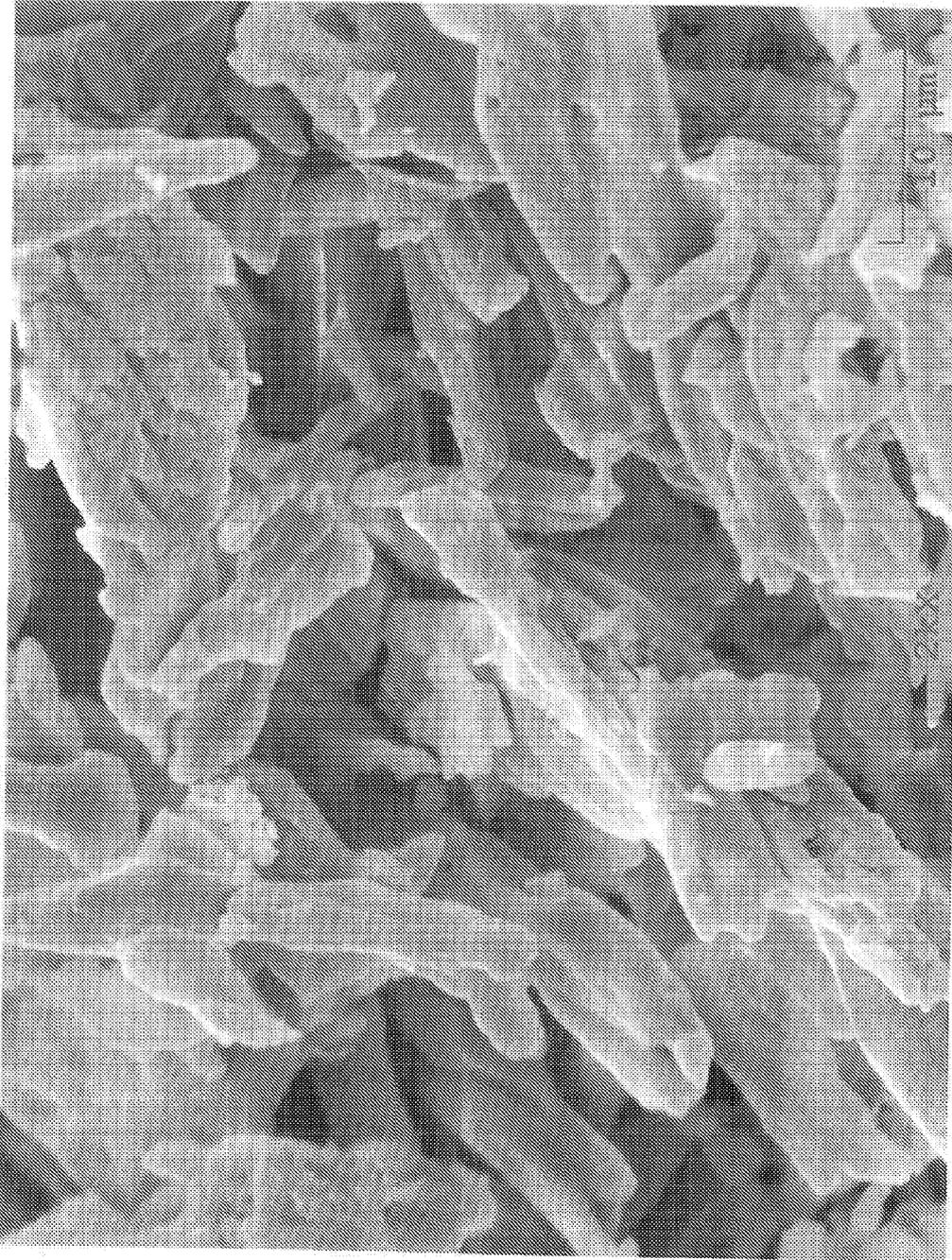


Fig. 8

Fig. 8