



No. 11-101685- -00000-0000

Fecha: 2011-08-10 15:46:41 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 36



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO _____ PROCESO MEJORADO DE UN TRATAMIENTO DE ELECTROCOAGULACION

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE _____ WATER TECTONICS, INC.

DOMICILIO _____ EVERETT, ESTADO DE WASHINGTON, E.U.A.

74. APODERADO _____ LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE

22. BOGOTÁ, D.C., _____ 10 AGO. 2011



No. 11-101685-00000-0000

Fecha: 2011-08-10 15:46:41 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eva: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 36

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
2000-3

1

SOLICITUD DE:

X

Patente de Invención



Patente de Modelo de Utilidad

2

SOLICITANTE

(71)

Nombre: WATER TECTONICS, INC.

Dirección: 802 134th Street SW. Ste. 110

Lugar de Constitución:

Domicilio: Everett, Estado de Washington,
E.U.A.

IDENTIFICACION

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número _____

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

(74)

Nombre: LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE

Dirección: Carrera 13 No. 37-43 Piso 12

Teléfono: 285 7460 Fax: 28 9267

E-mail: info@castillograu.com

IDENTIFICACION

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ OTRO ☐

Número: 79.397.879 de TP: 68.995 del
Bogotá C.S.J.

4

INVENTOR(ES)

(72)

Nombre: James Mothersbaugh - Marvin
Hancock

Dirección:

Nacionalidad o Domicilio: Everett, Estado de
Washington, E.U.A.

IDENTIFICACION

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ OTRO ☐

Número _____

5

Título (54) PROCESO MEJORADO DE UN TRATAMIENTO DE ELECTROCOAGULACIÓN

6

Clasificación Internacional (51)

7

Prioridad

SI



NO



(33) País de Origen

E.U.A.

(32) Fecha

10.08.2010

(31) Número de Solicitud

12/854,051

8

Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

6 meses



12 meses



18 meses



Otro



9

Comprobante de pago N°:

Fecha:

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

ANEXOS

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ☒ | Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud |
| ☐ | Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación |
| ☒ | Comprobante de pago por reivindicación de prioridad |
| ☐ | Certificado de existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica |
| ☐ | Poderes, si fuere el caso |
| ☐ | Copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad |
| ☐ | Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad |
| ☐ | Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante |
| ☒ | Descripción de la invención |
| ☒ | Una o más reivindicaciones |
| ☒ | Dibujos y/o planos necesarios |
| ☐ | De ser el caso, copia del contrato de acceso |
| ☐ | De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas. |
| ☐ | De ser el caso, certificado de depósito del material biológico |
| ☒ | Arte final 12 x 12 |

11

FIGURA CARATTERISTICA

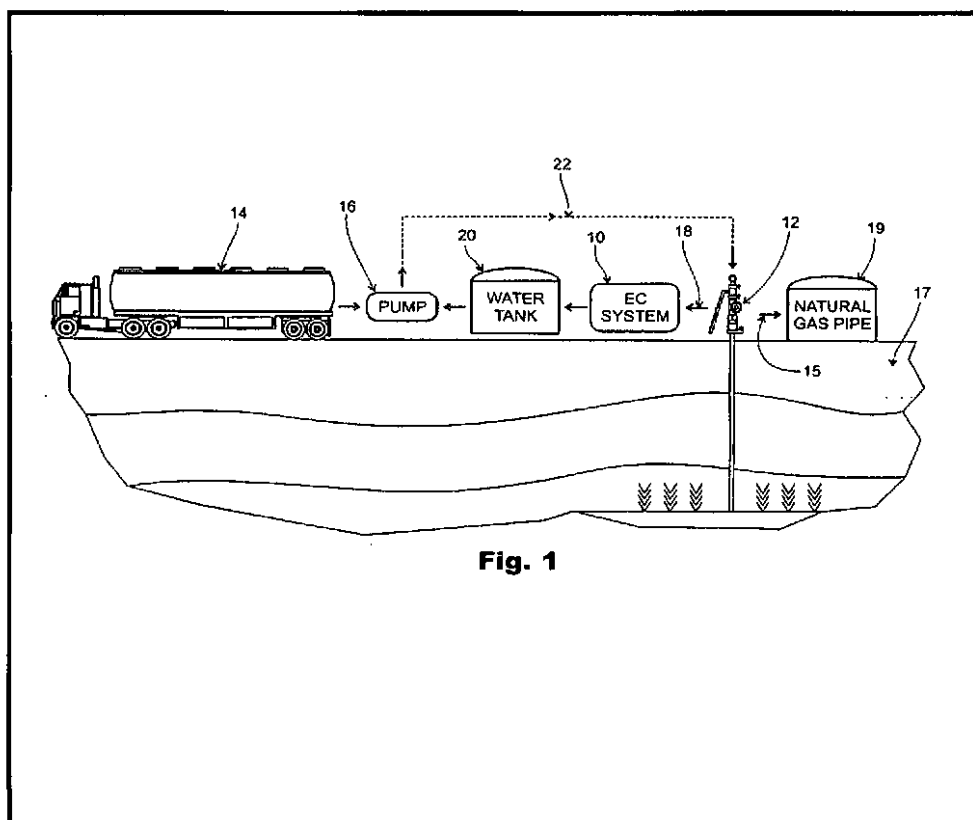


Fig. 1

12

NOMBRE: LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON

FIRMA:

C.G. 79.397.879
de Bogotá

T.F No. 68.995
del C.S.J.

3

	EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN ☒ Patente de Invención ☐ Patente modelo de utilidad ☐ PCT	
(21) No. De solicitud	(51) int. Cl:	
(22) Fecha de solicitud	(71) Solicitante (s) WATER TECTONICS, INC.	
(30) Prioridad	(72) Interventor (es) James Mothersbaugh – Marvin Hancock	
(31) No. Prioridad 12/854,051		
(32) Fecha 10.08.2010		
(33) Pais E.U.A.	(74) Apoderado (s) LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE	
(54) Título PROCESO MEJORADO DE UN TRATAMIENTO DE ELECTROCOAGULACIÓN		
<i>Las casillas identificadas con 85, 86 y 87 sólo aplican para PCT</i>		
(85) Fecha límite inicio Fase Nacional		
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud Fecha: No. de solicitud PCT:	(87) Publicación internacional Fecha No. Publicación	
Resumen reivindicación (es): 1. Un proceso mejorado de tratamiento de EC para tratar aguas residuales que comprende: proporcionar un suministro de electricidad variable que tiene como salida una corriente alterna ("AC"); usar un transformador con un devanado secundario de múltiples derivaciones para mejorar la calidad de la salida de AC proporcionada por el suministro de electricidad variable; rectificar la salida del transformador de corriente AC a corriente directa ("DC"); suministrar la corriente DC rectificada a por lo menos una celda de tratamiento de EC que tiene una pluralidad de placas emparedadas, para usar en la inducción de la electrocoagulación en las aguas residuales; usar la corriente rectificada DC suministrada a la celda de tratamiento de EC para crear cargas positivas y negativas alternadas sobre las placas emparedadas; y hacer pasar las aguas residuales a través de las placas emparedadas dentro de la celda e invertir periódicamente la polaridad de las placas emparedadas a medida que las aguas residuales pasan a través de las placas.		

PROCESO MEJORADO DE UN TRATAMIENTO DE ELECTROCOAGULACIÓN

Campo técnico

[0001] La invención que aquí se revela se relaciona de forma general con métodos de fracturamiento hidráulico para intensificar la producción de un pozo de gas natural. De manera más específica, la invención está dirigida a un método para intensificar el proceso de fracturamiento y liberación de gas natural tratando previamente el agua que se usa en el fluido de fracturamiento y/o reciclando el fluido retrógrado tratado o el agua de la fuente previamente usada en el proceso de fracturamiento hidráulico.

Antecedentes de la invención

[0002] El "fracturamiento hidráulico" es un método usual y bien conocido de intensificación que se usa para estimular la producción de gas natural. El proceso involucra inyectar fluido por el pozo abajo a alta presión. El fluido de fracturamiento suele ser una mezcla de agua y agente de sostén (el término "agente de sostén" incluye arena y materiales sintéticos). A menudo se añaden otras sustancias químicas al agente de sostén para ayudar a transportar, reducir la fricción, humectar, controlar el pH y controlar las bacterias del agente de sostén.

[0003] Se requieren cantidades variables de agua en una operación típica de fracturamiento hidráulico. El agua suele ser transportada en camiones hasta el sitio del cabezal del pozo desde otros lugares, casi siempre en grandes cantidades. El agua puede venir de una variedad de fuentes que incluyen agua sin tratar de ríos, lagos o pozos. Una vez entregada en el sitio del cabezal del pozo, el agua se mezcla con las partículas del agente de sostén y entonces se bombea hacia el interior de la perforación.

[0004] Durante el proceso de fracturamiento, el fluido de fracturamiento penetra en los lechos sedimentarios en producción (que en ocasiones reciben el nombre de "lechos sedimentarios subterráneos") a una presión hidráulica suficiente para crear (o intensificar) grietas o fracturas subterráneas – y las partículas del agente de sostén soportan la fractura para conseguir un "flujo retrógrado". En ocasiones el proceso se repite varias veces en el mismo pozo. Cuando esto se hace, el cabezal del pozo se cierra entre etapas para mantener la presión del agua del fluido de fracturamiento durante un periodo determinado de tiempo.

[0005] El proceso crea una cantidad significativa de "flujo retrógrado" compuesto por fluido del lecho sedimentario en producción. El flujo retrógrado sin tratar no suele ser reciclable en operaciones de fracturamiento subsiguientes a causa de los contaminantes que contiene. El flujo retrógrado por lo general se saca del área y se trata en otro lugar distinto de la ubicación geográfica del pozo.

[0006] El fracturamiento hidráulico es muy importante para las compañías dedicadas a la producción de gas natural. Estas compañías han hecho sustanciales inversiones en la búsqueda de formas de mejorar todas las fases de la operación de fracturamiento

5

hidráulico. Una desventaja obvia del fracturamiento involucra el elevado costo de llevar el agua hasta el sitio del cabezal del pozo seguido de la recuperación y el transporte del subproducto del flujo retrógrado para ser tratado en otro sitio y luego proceder a su disposición final.

[0007] Se han hecho numerosos intentos de mejorar la producción de gas que resulta de las operaciones de fracturamiento variando la composición y el uso del fluido de fracturamiento. Los intentos de estimular la producción de gas natural por medio de fracturamiento casi siempre caen en dos categorías: Fracturamiento hidráulico y tratamientos de "matriz".

[0008] Los tratamientos de fracturamiento estimulan la producción de gas al crear más trayectos de flujo o vías para que el gas natural ascienda desde la perforación para poder ser recuperado. Los tratamientos de matriz difieren en que su propósito es restablecer la permeabilidad natural del lecho sedimentario subterráneo después del daño causado. La composición del fluido de fracturamiento suele diseñarse para tener en consideración diferentes situaciones de este tipo por medio de ajustes en los materiales y el contenido químico del fluido y las partículas del agente de sostén.

[0009] Los métodos y procesos aquí revelados involucran la calidad del agua que se usa para componer el fluido de fracturamiento y el tratamiento de flujo retrógrado y otros fluidos a base de agua producidos por el fracturamiento hidráulico u otras fuentes de agua para las operaciones de recuperación de gas. Los métodos aquí revelados tienen muchas ventajas: Primero, los métodos aquí revelados proporcionan un medio para reducir en grado significativo los costos del transporte en camiones cisterna hacia y desde el cabezal del pozo que guardan relación directa con las grandes cantidades de agua que se suelen necesitar para el fracturamiento hidráulico. Segundo, los métodos aquí revelados ofrecen una forma viable de reciclar el agua que se usa como fluido de fracturamiento en un proceso de tratamiento eficiente en gasto de energía en el sitio del cabezal del pozo. Tercero, a causa de la naturaleza del proceso de tratamiento, por razones que se explican más adelante, el componente de agua reciclada o suministrada en el fluido de fracturamiento mejora el flujo retrógrado y aumenta la cantidad de gas natural producido que resulta de la operación de fracturamiento.

[0010] En suma, los métodos y procesos que se revelan más adelante se usan para mejorar la producción de gas natural con un menor costo de tratamiento del agua.

Resumen de la invención

[0011] La invención que aquí se revela involucra métodos y procesos para mejorar la liberación de gas natural de un pozo luego de una operación de fracturamiento hidráulico. El método involucra introducir primero un fluido de fracturamiento hidráulico dentro de un lecho sedimentario subterráneo en producción a través de medios convencionales. El fluido de fracturamiento hidráulico típico incluye una mezcla de agua y otras partículas de agente de sostén (o componentes de fracturamiento). Después de que se libera la presión sobre el fluido, por lo menos una porción del fluido de fracturamiento hidráulico es captada

desde el lecho sedimentario subterráneo (de preferencia, la mayor cantidad posible). Como se indicó arriba, esto suele recibir el nombre de "flujo retrógrado."

[0012] El fluido captado o flujo retrógrado se separa de las partículas residuales del agente de sostén y se introduce en un proceso de tratamiento de electrocoagulación ("EC"). El tratamiento de EC separa el agua presente en el flujo retrógrado de gran parte de los contaminantes subterráneos inherentes así como de otros fluidos de los componentes de fracturamiento. En lo sucesivo, el agua tratada queda libre de contaminantes y puede ser reciclada dentro del fluido de fracturamiento que se usa en operaciones de fracturamiento subsiguientes.

[0013] El tratamiento de EC sirve para reducir la viscosidad del fluido de fracturamiento, lo cual lo hace que funcione mejor en el lecho sedimentario subterráneo en producción. Parte de la mejora de la viscosidad que se obtiene gracias al proceso de tratamiento de EC se relaciona con eliminación del contenido bacteriano y la reducción de la turbidez, además de la remoción de otras partículas.

[0014] Es concebible que el mismo tipo de tratamiento de EC se pueda usar para tratar agua potable suministrada en el cabezal del pozo proveniente de lugares lejanos. Aunque es relativamente limpia, el agua potable recién suministrada todavía puede contener contaminantes bacterianos y otros que impiden el proceso de fracturamiento. Por consiguiente, el tratamiento de EC del agua recién suministrada al sitio del cabezal del pozo puede ser beneficioso antes de mezclar el agua con partículas del agente de sostén y usarla para iniciar una operación de fracturamiento.

[0015] El sistema de EC emplea la combinación de un suministro de electricidad variable, transformador(es) reductor(es) de voltaje y un rectificador de AC a DC para producir las condiciones requeridas para el tratamiento (nivel adecuado de corriente eléctrica). El diseño reduce la electricidad general consumida por las celdas de EC con el fin de alcanzar la transparencia del agua tratada sobre un amplio espectro de conductividad del agua.

[0016] El suministro de electricidad variable tiene una salida de corriente alterna ("AC") casi siempre en el intervalo de 0 a 480 voltios de AC ("VAC"). El nivel preciso está determinado o controlado por un controlador lógico programable ("PLC") que fija la salida VAC. La salida VAC del suministro de electricidad se envía al transformador reductor de voltaje variable, que tiene una serie de "derivaciones" que ajustan más la salida de AC antes de que llegue al rectificador. Las derivaciones se ajustan hacia arriba o hacia abajo dependiendo de si la corriente operativa deseada (o corriente deseada) es recibida o no por las celdas de EC en el interior del sistema. El ajuste se hace vigilando el cociente de corriente AC a corriente DC.

[0017] Las celdas de tratamiento de EC tienen forma tubular y una disposición de placas circulares apiladas con cargas positivas y negativas alternadas a través del conjunto de placas (es decir, una placa será positiva y las placas que esta tiene a ambos lados

4X

tendrán carga negativa). La polaridad de todas las placas dentro de la pila se invierte a intervalos predefinidos.

[0018] Dado que las placas están poco espaciadas, es deseable crear la mayor turbulencia posible en el flujo que pasa entre las placas. En este caso, la turbulencia es creada generando un flujo asimétrico, similar a un "remolino" con respecto al eje central de la celda.

[0019] Con base en los resultados obtenidos hasta la fecha, los métodos y procesos aquí revelados reducirán significativamente los costos convencionales de transporte y disposición final atribuible al transporte y tratamiento del agua en las operaciones de fracturamiento hidráulico. Además, la calidad deseada del agua se alcanza a un menor costo de la energía eléctrica con respecto a los sistemas EC conocidos. Por último, el uso de los métodos y procesos aquí revelados parece generar una mejor recuperación del flujo retrógrado del pozo y un aumento de la producción de gas natural, porque el tratamiento de EC en el sitio del cabezal del pozo reduce el volumen de las partículas del fluido que de lo contrario quedarían atrapadas en la fractura. El tratamiento de EC en el sitio del cabezal del pozo también ayuda a reducir la capacidad del agua de formar escamas y precipitantes en su reacción con el lecho sedimentario y otros metales y minerales presentes en el agua de fracturamiento. No solo intensifica de inmediato la producción sino que también mejora la vida productiva del pozo. El tratamiento de EC proporciona otros beneficios potenciales como la reducción global del uso del agente de sostén/químicos y la reducción del impacto ambiental a causa de un mejor control del agua contaminada en el punto-fuente.

[0020] Aunque la anterior descripción se hace en el contexto de las operaciones de fracturamiento hidráulico, el sistema de tratamiento de EC que se describe aquí puede tener aplicaciones útiles en otros tipos de ambientes de tratamiento de aguas residuales.

Breve descripción de los dibujos

[0021] En los dibujos, los numerales similares se refieren a partes similares en las diferentes vistas, a menos que se indique lo contrario y en donde:

[0022] La Fig. 1 es una vista esquemática de un sitio del cabezal del pozo e ilustra el tratamiento y el reciclaje generales del fluido ("flujo retrógrado") del cabezal del pozo;

[0023] La Fig. 2 es un esquema que se debe tomar en conjunto con las Figs. 3 y 4 y muestra un tanque de almacenamiento previo al tratamiento para contener el flujo retrógrado captado del fluido del proceso de fracturamiento hidráulico antes del tratamiento de EC;

[0024] La Fig. 3 es un esquema de una serie de celdas de tratamiento de EC paralelas que reciben fluido del tanque de pretratamiento que se muestra en la Fig. 2;

[0025] La Fig. 4 se debe tomar en conjunto con las Figs. 2 y 3 y es un esquema que muestra una pluralidad de tanques de decantación o "floculación" que reciben fluido procesado por las celdas de EC de la Fig. 3, en donde el fluido está siendo pasado hacia la etapa final del procesamiento a través de medios de filtrado;

[0026] La Fig. 5 es un diagrama esquemático de bloques que muestra el control operativo del sistema de EC;

[0027] La Fig. 6 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra el control de la corriente eléctrica para el sistema de EC;

[0028] La Fig. 7 está relacionada con la Fig. 6 y es un diagrama de bloques que ilustra el control de las derivaciones existentes en un transformador que compone una porción del sistema de EC;

[0029] La Fig. 8 es similar a la Fig. 1, pero ilustra el tratamiento de agua suministrada al sitio del cabezal del pozo antes de su uso inicial en una operación de fracturamiento;

[0030] La Fig. 9 es una vista explotada de una celda de "EC" construida de conformidad con la invención aquí revelada;

[0031] La Fig. 10 es una vista como la de la Fig. 9;

[0032] La Fig. 11 es una vista explotada de la parte trasera de la celda;

[0033] La Fig. 12 es una vista como la de la Fig. 11;

[0034] La Fig. 13 es una vista como la de la Fig. 12, pero está tomada desde un ángulo diferente;

[0035] La Fig. 14 es una vista pictórica de la placa central en el conjunto de celdas;

[0036] La Fig. 15 es una vista lateral de la placa que se muestra en la Fig. 14;

[0037] La Fig. 16 es una vista en perspectiva de la placa que se encuentra a cada lado de la placa central,

[0038] La Fig. 17 es una vista lateral de la placa que se muestra en la Fig. 16;

[0039] La Fig. 18 es una vista esquemática del flujo a través de una celda de tratamiento de EC; y

[0040] La Fig. 19 es una vista como la de la Fig. 18, pero que ilustra el campo eléctrico dentro de la celda.

Descripción detallada

[0041] Haciendo referencia primero a la Fig. 1, ahora se describirá el proceso general. El proceso que se describe en la presente solicitud gira alrededor del uso de un sistema portátil de electrocoagulación ("EC") 10 (que se describe en mayor detalle más adelante) que se lleva hasta el cabezal de un pozo de gas natural 12. El sistema de EC 10 es suficientemente pequeño para descansar sobre el remolque de un camión (que no se muestra en los dibujos). Aunque esta descripción se centra en las operaciones de fracturamiento hidráulico en pozos de gas natural, se entenderá que puede resultar útil en otras aplicaciones.

[0042] Haciendo referencia a la Fig. 8, a manera de ejemplo, el agua que se va a usar en la operación de fracturamiento hidráulico se suministra en el cabezal del pozo, como se indica esquemáticamente en 14 (en un camión cisterna o por otro medio). El agua recién suministrada (referencia 13) es procesada por el sistema de EC 10 y luego mezclada con partículas del agente de sostén. Entonces se bombea (como se ilustra en 16) por la perforación abajo en el cabezal del pozo, y así se introduce un fluido de fracturamiento

9

hidráulico dentro de un lecho sedimentario subterráneo (que se indica en 17). Este proceso básico de fracturamiento es bien conocido en la industria del gas, con excepción del uso de la tecnología EC. De manera parecida, se han usado muchas variaciones diferentes en la composición y suministro de los fluidos de fracturamiento y agentes de sostén en la industria como, por ejemplo, los materiales descritos en la patente estadounidense No. 7.621.330 concedida a Halliburton Energy Services, Inc. ("Halliburton").

[0043] Como lo sabe la persona familiarizada con las operaciones de fracturamiento hidráulico, cuando se considera que el proceso de fracturamiento está completo, se libera la presión en el cabezal del pozo 12, lo cual da lugar a un flujo retrógrado del fluido de fracturamiento a través del cabezal del pozo 12. Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 1, el fluido de fracturamiento hidráulico que compone el flujo retrógrado es capturado (como se indica en 18) y pasa directamente al sistema de EC 10. El gas natural es recuperado (como se indica en 15) y transportado por tubería hacia la instalación de almacenamiento (como se indica en 19).

[0044] El sistema de EC 10, que se describirá en mayor detalle más adelante, se basa en un proceso de tratamiento de EC para separar el agua de otros componentes presentes en el flujo retrógrado. El agua tratada con EC se reserva en un tanque de almacenamiento 20. En lo sucesivo, se mezcla con nuevas partículas del agente de sostén y se recicla (como se indica en 22) para operaciones de fracturamiento hidráulico subsiguientes.

[0045] Por las razones que se describirán más adelante, el sistema de EC 10 reducirá en grado significativo los parámetros del flujo retrógrado como la turbidez y las bacterias hasta niveles muy bajos. Con excepción de los contaminantes de sodio y cloro, otras sustancias químicas presentes en el flujo retrógrado se reducen de forma parecida por medio del proceso de tratamiento de EC.

[0046] Además, el reciclaje del agua tratada con EC al mezclarla después con partículas del agente de sostén convencional es beneficioso para el proceso de fracturamiento hidráulico. El procesamiento del flujo retrógrado (o el agua potable suministrada) por medio del proceso EC 10 y su reciclaje en operaciones subsiguientes tiene un efecto positivo sobre la viscosidad del fluido de fracturamiento (porque se reduce su viscosidad) y, por consiguiente, afecta la liberación de gas natural del lecho sedimentario subterráneo.

[0047] El proceso EC reduce la viscosidad (μ) en la ecuación general de Darcy:

[0048]

$$Q = \frac{-\kappa A (P_b - P_a)}{\mu L}$$

[0049] La reducción de μ es particularmente aguda con respecto a la disminución de la imbibición en rocas menor de 1 mili-Darcy. Al reducir μ y, por consiguiente, la imbibición, la interfaz fracturada resulta significativamente menos dañada, lo cual obra en beneficio de la recuperación del fluido de fracturamiento (es decir, el flujo retrógrado) y mejora recuperación de gas del pozo.

10

[0050] La descarga total, Q (unidades de volumen por tiempo, p.ej., m^3/s) es igual al producto de la permeabilidad (κ unidades de área, p.ej. m^2) del medio, el área de corte transversal (A) al flujo y la caída de la presión ($P_b - P_a$), todos divididos por la viscosidad dinámica μ (en unidades SI, p.ej., $kg/(m \cdot s)$ o $Pa \cdot s$) y la longitud física L de la caída de la presión.

[0051] El signo negativo en la ecuación general de Darcy es necesario porque los fluidos van de alta presión a baja presión. Si el cambio de presión es negativo (p.ej., en la dirección x -) entonces el flujo será positivo (en la dirección x -). Al dividir ambos lados de la anterior ecuación por el área y usando una notación más general se obtiene:

[0052]

$$q = \frac{-\kappa}{\mu} \nabla P$$

[0053] En donde q es la velocidad de filtración o fluencia de Darcy (descarga por unidad de área, con unidades de longitud por tiempo, m/s) y ∇P es el vector de gradiente de presión. Este valor de la velocidad de filtración (fluencia de Darcy) no es la velocidad que experimenta el agua que viaja a través de los poros.

[0054] La velocidad del poro (intersticial) (v) está relacionada con la fluencia de Darcy (q) por la porosidad (ϕ). La fluencia se divide por la porosidad para dar cuenta del hecho de que solo una fracción del volumen total del lecho sedimentario está disponible para el flujo. La velocidad del poro sería la velocidad que experimentaría un trazador conservador si fuese llevada por el fluido a través del lecho sedimentario.

[0055] El agua tratada por EC probablemente proporcione mejores velocidades de flujo subterráneas en operaciones de fracturamiento a presión de acuerdo con la siguiente versión de la ley de Darcy (relacionada con la ósmosis):

[0056]

$$J = \frac{\Delta P - \Delta \Pi}{\mu(R_f + R_m)}$$

En donde,

- J es la fluencia volumétrica ($m \cdot s^{-1}$),
- ΔP es la diferencia de la presión hidráulica entre los lados alimentado y permeado de la membrana (Pa),
- $\Delta \Pi$ es la diferencia de la presión osmótica entre los lados alimentado y permeado de la membrana (Pa),
- μ es la viscosidad dinámica ($Pa \cdot s$),
- R_f es la resistencia a la contaminación (m^{-1}), y
- R_m es la resistencia de la membrana (m^{-1}).

[0057] Tanto en la ecuación general como en la osmótica, el aumento de la descarga o flujo volumétrico es proporcional a la disminución de la viscosidad. Por tanto, cualquier método de tratamiento que pueda reducir la viscosidad de un fluido de fracturamiento

también podrá mejorar el desenlace del proceso de fracturamiento en términos de la mejora de la producción de gas natural.

[0058] Una vez más, el agua que se suministra al fracturamiento o al cabezal del pozo puede provenir de diversas fuentes. Cuando se usa agua de río, por ejemplo, el agua puede estar relativamente limpia pero de todas formas contendrá cantidades variables de contaminantes. Por ello, puede ser deseable usar el sistema de EC 10 para un tratamiento umbral del agua que se está suministrando (con lo cual se reduce su viscosidad) y antes de mezclarla con arena o sustancias químicas. Como se indicó arriba, el sistema de EC 10 por lo demás está auto-contenido de manera que es fácil acercarlo y alejarlo del cabezal del pozo 12. Las Figs. 2 y 3 ilustran los parámetros operativos básicos del sistema 10.

[0059] En el escenario del reciclaje, el flujo retrógrado 18 se suministra a un tanque de reserva pretratamiento 24 (ver la Fig. 2). De allí, el flujo retrógrado se pasa a un sistema colector de alimentación 28 (ver la Fig. 3) a través de la línea 26. El sistema colector 28 distribuye el flujo retrógrado a una serie de celdas de tratamiento de EC paralelas, indicadas generalmente en 30. Cada celda de tratamiento de EC tiene una configuración interna de placas cargadas que entran en contacto con el flujo retrógrado.

[0060] Las celdas de tratamiento de EC con configuraciones de placa cargada han estado en uso general con los sistemas EC desde hace mucho tiempo. Sin embargo, en la medida de lo posible, resulta deseable seleccionar configuraciones de placa y flujo que creen turbulencia dentro de cada celda (como se describe en mayor detalle más adelante). No es deseable generar cantidades significativas de floculación dentro de las celdas 30 mismas. Después del tratamiento realizado por las celdas 30, el flujo retrógrado es regresado a una serie de tanques de decantación 32 (ver la Fig. 2) a través de la línea 34.

[0061] El tratamiento de EC en las celdas causa la generación de floculencia en los tanques de decantación 32. Allí, los contaminantes son removidos del agua a través de un proceso de decantación. Los materiales sólidos son removidos de los tanques de decantación 32 y llevados en camiones fuera del sitio para su disposición final convencional. El agua purificada se pasa entonces a través de medios de arena 36 (por lo general arena o vidrio molido). De allí, el agua tratada con EC se pasa al tanque de almacenamiento 20 (Fig. 1) para reciclarla en operaciones de fracturamiento subsiguientes. Una vez más, el tratamiento de EC mejora positivamente la viscosidad del fluido (al reducir la viscosidad). Se usan varias bombas 37 en diferentes puntos del proceso EC para pasar el flujo de una etapa a la siguiente.

[0062] Habrá numerosas variables en el proceso de tratamiento de EC de un lugar a otro a causa de diferencias químicas y otras en el fluido de fracturamiento o el flujo retrógrado. De manera parecida, puede haber variaciones que dependen del contenido de agua suministrada en aquellas situaciones en las cuales el proceso de tratamiento de EC se

- usa inicialmente para tratar el agua que llega antes de su uso en una operación de fracturamiento.

[0063] La Fig. 4 es un esquema que ilustra la lógica del control del sistema de EC 10 ilustrado en las Figs. 1-3. El sistema de EC 10 utiliza un suministro de electricidad ajustable 44. Se suministra corriente trifásica al suministro de electricidad 44 a 480 voltios AC ("VAC") (se indica esquemáticamente en 46 en la Fig. 4). La salida del suministro de electricidad 44 (indicada generalmente en 48) es una variable que se ajusta de 0 a 480 VAC por medio de un controlador 50. La salida del suministro de electricidad 48 se lleva a un transformador de etapa variable 51 que disminuye todavía más el voltaje AC del suministro de electricidad 40 antes de llevarlo a un rectificador trifásico 52.

[0064] Tanto el suministro de electricidad 44 como transformador 51 son componentes convencionales del sistema eléctrico cuando funcionan independientes. El transformador 51 incluye una serie de "tomas" que serán familiares para la persona conocedora de los sistemas de transformadores. Las "tomas" proporcionan diferentes puntos fijos para disminuir el voltaje en el transformador de acuerdo con el nivel de corriente eléctrica que necesita el sistema de EC 10.

[0065] El rectificador trifásico 52 convierte la salida (ver 54) del transformador 50 a corriente directa ("DC"). El rectificador trifásico 52 también es un componente convencional cuando opera solo.

[0066] El transformador 51 equilibra o impide los "picos" de corriente que son típicos de cómo funciona el suministro ajustable de energía. El sistema de EC 10 está ajustado para operar a una corriente deseada que maximiza la operación de la celda EC. Parte de este proceso involucra impartir una carga al fluido que se está tratando sin instigar cantidades significativas de floculación en las celdas individuales.

[0067] Es decir, la corriente deseada se lleva a través del flujo retrógrado (u otro fluido en tratamiento) en las celdas de tratamiento de EC 30 a través de las placas cargadas (que se describen en mayor detalle más adelante) dentro de las celdas. La corriente deseada puede ser fijada manualmente por el operador del sistema de EC, dependiendo de la cantidad de agua del flujo retrógrado después del tratamiento de EC. Alternativamente, puede ser fijada automáticamente a través de un algoritmo que se describe a continuación:

$$[0068] I_{\text{target}} = I_{\text{user}} - ((\text{Turb}_{\text{out}} - \text{Turb}_{\text{goal}}) + (\text{Turb}_{\text{in}} - \text{Turb}_{\text{cal}}) \times (1/\text{Flujo})$$

[0069] En donde:

[0070] I_{target} = Corriente que mantendrá y retendrá el sistema para proporcionar el tratamiento

[0071] I_{user} = Punto fijo de corriente que el usuario ha especificado para proporcionar el nivel bruto de tratamiento

[0072] Turb_{out} = Turbidez fuera del tren de tratamiento

[0073] $\text{Turb}_{\text{goal}}$ = Turbidez deseada fuera del sistema

[0074] Turb_{in} = Turbidez del agua que se va a tratar

3

[0075] $Turb_{cal}$ = Valor de turbidez al cual el sistema está en condición inicial

[0076] Flujo = Velocidad de flujo a través de las celdas de tratamiento

[0077] El controlador 50 es un controlador lógico programable convencional. El control básico de la corriente que llega las celdas de tratamiento 30 se describirá ahora haciendo referencia a la Fig. 6.

[0078] El controlador 50 aumenta hasta la corriente deseada 56 como sigue. El numeral de referencia 58 (en la Fig. 5) refleja el monitoreo constante del controlador de la corriente DC (IDC) y la corriente AC (IAC) que salen del transformador 51 y el rectificador trifásico 52. El sistema de EC 10 usa un algoritmo derivado integral proporcional (PID) para mantener la corriente de la celda en un punto fijo definido por el usuario, como se muestra en 60. Los PID son algoritmos genéricos bien conocidos.

[0079] De forma única en la presente invención, la lógica del control incluye un cálculo de "calidad de la energía" ("PQ") que se basa en la siguiente ecuación:

[0080]

$$PQ = \frac{I_{AC}}{I_{DC}} \times 100$$

[0081] Los valores de la corriente AC (IAC) y DC (IDC) son determinados después de la rectificación. La corriente DC (IDC) es la salida directa promedio del rectificador 52. La corriente AC (IAC) es la corriente alterna residual del rectificador 52. Los valores de DC y AC reflejan diferentes características de la misma onda que sale por el rectificador 52.

[0082] Las derivaciones del transformador 51 se ajustan, como se muestra en 62, dependiendo del valor de calidad de la energía ("PQ"). Si la PQ es mayor o igual a 60 (como ejemplo) o alternativamente, si la corriente medida es menor que la corriente deseada, entonces el controlador 50 ajusta los parámetros de las derivaciones del transformador (referencia 64).

[0083] La lógica del control para el ajuste de las derivaciones 64 se ilustra mejor en la Fig. 6. Las derivaciones del transformador se ajustan bien sea hacia arriba o hacia abajo dependiendo del cálculo de la PQ (referencia 66). Si PQ es mayor o igual a 60, por ejemplo, entonces el controlador corta el suministro de electricidad 68 (ver también la referencia 44 en la Fig. 4) durante un tiempo corto. En ese punto en el tiempo, las derivaciones del transformador se ajustan hacia abajo (numeral 70). Como lo sabe la persona medianamente versada en la técnica, si los transformadores tienen un juego de cinco derivaciones, entonces se seleccionan uno a la vez en la dirección que baja el voltaje otro paso (el proceso se repite varias veces hasta alcanzar el resultado deseado. Si la PQ no es mayor o igual a 60, entonces el suministro de electricidad también se corta (ver numeral 72), pero las derivaciones del transformador más bien se ajustan hacia arriba (referencia 74).

[0084] Volviendo a la Fig. 5, si el punto fijo de la corriente no está por fuera del intervalo especificado en el bloque lógico de control 62 (es decir, el parámetro de corriente es

aceptable), entonces el controlador 50 chequea la función de cronometraje de la polaridad 76. En la forma preferida, el sistema de EC 10 se fija para mantener la polaridad a través de un juego de placas en el interior de las celdas de tratamiento de EC 30 durante un periodo de tiempo especificado. La lógica del control hace un asa a través de la secuencia que se acaba de describir hasta cuando se alcanza el siguiente tiempo muerto de polaridad. En ese punto en el tiempo, el controlador 50 una vez más corta el suministro de electricidad (ver numeral 80) y cambia la polaridad 82 de las placas en el interior de las celdas de tratamiento para que corran hasta el siguiente periodo de tiempo muerto.

[0085] Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 5, el controlador 50 también puede monitorear la velocidad de flujo entrante y saliente, (86) el pH (88, 89), la turbidez (90, 91) y otros factores relacionados con el flujo retrógrado a través de lógica de control con transductores convencionales 84. Es posible que haya que ajustar el pH del flujo retrógrado corriente arriba de las celdas de EC de manera que no haya floculación en el flujo retrógrado antes de que este alcance y pase a través de las celdas de tratamiento 30. Las velocidades de flujo y los factores de pH y turbidez 86, 88, 89, 90, 91 pueden ser monitoreados de forma continua y automática por el controlador 50. Dependiendo de la calidad de la salida de los tanques de decantación 32 y después del filtrado (ver 36, Fig.4), el flujo retrógrado tratado podría ser recirculado a través del sistema (no se muestra) hasta cuando la operación del sistema de EC se ha estabilizado. De lo contrario, el agua de tratamiento es descargada (referencia 92) al tanque de agua 20 para reciclarla para la siguiente operación de fracturamiento hidráulico. Una vez más, el mismo proceso básico de tratamiento se usa si el agua suministrada es tratada antes de cualquier uso como un fluido de fracturamiento.

[0086] El uso de tecnología EC para intensificar el fracturamiento hidráulico en aplicaciones de gas natural ofrece numerosas ventajas. Los beneficios de una menor viscosidad ya se describieron. Además, la EC crea una significativa mortalidad bacteriana en el agua tratada – en tanto que se sabe que las bacterias presentes en el fluido de fracturamiento de lo contrario son indeseables. La corriente directa de campo generada en las celdas de EC 30 sirve para matar las bacterias (ver la Fig. 19). Si se usan placas de aluminio en las celdas 30, generarán hidrato de aluminio que también afecta a ciertos tipos de bacterias. Se cree que otros tipos de metales además del aluminio pueden ser adecuados para construir ciertos tipos de celdas de EC 30.

[0087] En la forma preferida, la operación estable del sistema de EC 10 involucra un ajuste químico del flujo nulo o mínimo, dado que el tratamiento se basa en una carga de la placa de la celda entregada por el control de corriente. Es preferible suministrar corrientes deseadas en el intervalo de 100 a 140 amp. DC. Estas altas corrientes se pueden alcanzar a causa del apareamiento adecuado de la impedancia proporcionado por el reductor de voltaje variable del transformador 51 descrito arriba. También es más eficiente usar un rectificador trifásico (referencia 52) en lugar de rectificación monofásica. Son posibles diferentes diseños de celda de EC. Con todo, es deseable usar diseños de celda

capaces de disipar el calor potencialmente generado al poner altas cargas de corriente sobre las placas.

[0088] Haciendo referencia ahora a la Fig. 9, que se muestra generalmente en 100, se aprecia una celda de EC construida de conformidad con lo anterior. La celda 100 está compuesta por una serie de juegos de placas circulares, indicadas generalmente en 102. Cada juego de placas o configuración consta de una placa central 104 que está emparedada entre las placas 106, 108 a cada lado. El diámetro externo de la placa central 104 es cercano al diámetro interno de una carcasa de celda tubular (que no se muestra) que contiene el conjunto de juegos de placas que componen la celda 100. Las paredes laterales de la carcasa tubular se ilustran esquemáticamente en 109 en las Figs. 18 y 19.

[0089] Haciendo referencia ahora a la Fig. 14, la placa central 104 tiene una abertura central 110 que es lateralmente excéntrica con respecto al punto central de la placa 111. Cada placa 106, 108 situada en los lados opuestos de la placa central 104 estará espaciada a una pequeña distancia de la placa central 104. Esto permite que las aguas residuales pasen alrededor de los bordes de las placas más pequeñas 106, 108 a medida que fluye a través de la celda. El punto central 113 de las placas más pequeñas se encuentra en el mismo eje de simetría de la placa más grande 104. El eje central de simetría general de la celda generalmente se ilustra en 115 en la Fig. 12.

[0090] En la operación, las aguas residuales pasan a través de el conjunto de placas en la dirección general indicada por la flecha 112 (ver la Fig. 1). Las aguas residuales pasan primero alrededor del borde periférico externo de una placa más pequeña 108; luego radialmente hacia adentro, en medio de la placa más pequeña 108 y la placa central 104; y entonces a través de la abertura 110 de la placa central 104 a la placa 106 de abajo. Esto genera un flujo serpentino, de entrada y salida (en las brechas 117 que quedan entre las placas – ver la Fig. 18). Por las razones que se describen a continuación, esta configuración estructural crea un flujo en “remolino” a lo largo de la longitud axial de la celda de EC. El flujo en remolino se indica esquemáticamente en 124 en la Fig. 10. Las placas están suspendidas sobre varillas 114, 116 las cuales portan corriente eléctrica y ponen una carga sobre las placas. Las placas también están atadas unas a otras por varillas 118, 120, 122. Las varillas de amarre 118, 120, 122 no están en contacto eléctrico con las placas (se describen más adelante).

[0091] La persona medianamente versada en la materia técnica correspondiente apreciará que las placas están apretadamente empacadas con una velocidad de flujo relativamente grande que pasa entre los espacios estrechos 117 definidos por la distancia entre las placas 104, 106, 108 (los espaciadores aislados de placa son se muestran en 125 en la Fig. 9). El flujo en remolino a través de la celda 30, en combinación con los demás controles del proceso arriba descritos, ayudarán a lograr velocidades de flujo y rendimientos deseables (para tratar grandes cantidades de agua) sin que la celda se tapone.

[0092] En general, las celdas de EC 30 del sistema 10 se encuentran conectadas entre sí en serie. Como se describió arriba, cada celda de EC tiene un patrón de patrón de placa en emparedado 106, 104, 108 compuesto por placas de diámetros alternos. Haciendo referencia a las Figs. 9 y 10, por ejemplo, diferentes diámetros de placa generalmente se muestran en 126, 128 (ver también Figs. 18 y 19).

[0093] Cada placa porta una carga eléctrica (positiva o negativa) que es suministrada por varillas 114, 116, respectivamente. Con respecto a los números de referencia empleados para describir los juegos de placas 102, una varilla 114 está conectado eléctricamente a todas las placas de diámetro mayor (p.ej., 104) en tanto que la otra está conectada a las placas de diámetro menor (p.ej., 106, 108). Esto permite que una placa (p.ej., la placa 104) esté cargada positivamente en tanto que las placas situadas a cada lado (106, 108) están cargadas negativamente (o vice versa). Estas cargas se invierten cuando la polaridad cambia de conformidad con la anterior descripción.

[0094] A medida que las aguas residuales pasan a través de la celda, los contaminantes presentes en las aguas residuales (es decir, partículas y similares) adquieren cargas de las placas de la celda. La combinación negativa/positiva de las cargas inicia la coagulación de las partículas que hace que las partículas se aglomeren formando partículas más grandes al salir de la celda 30. Las masas más grandes aumentan en peso y se hunden hacia el fondo de un tanque de reserva o tanque de decantación o similares.

[0095] Para describir más lo anterior, ahora dirigiremos nuestra atención a los esquemas mostrados en las Figs. 18 y 19. Estas figuras ilustran el flujo en remolino 124 previamente descrito, con la naturaleza de entrada y salida del flujo entre las placas que se ilustra en 117.

[0096] Dado que las aberturas 110 en las placas más grandes 104 son excéntricas (para permitir que una varilla de cambio pase a través de la configuración de las placas sin toar las más grandes), el flujo en remolino a través de la celda 30 no es simétrico a lo largo de la línea de simetría o eje central de simetría de la celda (punto 115 en la Fig. 12). En lugar de ello, se torna "asimétrico" a lo largo del eje central de simetría 115. Esto crea el efecto similar a un "remolino" a través de la celda 30 que se acaba de describir y, se piensa, altera la capa fronteriza próxima a las superficies de las placas de la celda 104, 106, 108 de manera favorable.

[0097] El flujo del fluido que pasa entre las placas 104, 106, 108 mismas será perpendicular a gran parte del campo eléctrico (indicado por las flechas 130 en la Fig. 19) que se crea entre las placas. Esto ya se describió arriba y también se cree que mejora el proceso de tratamiento de EC.

[0098] Las cargas positivas y negativas en las placas 104, 106, 108 (que se alternan, como se describió arriba) se indican esquemáticamente en la Fig. 19. En esencia, las placas 104, 106, 108 crean un efecto de capacitancia, estableciendo el campo eléctrico 130 generalmente perpendicular al flujo. La dirección del campo cambia a medida que las

cargas se alternan. Se cree que el efecto de capacitancia es importante porque reduce la generación de calor y mejora el rendimiento de la celda.

[0099] Las placas de los juegos 106, 104, 108 dentro de la celda están hechas de metal. Están directamente conectadas a varillas 114, 116, las cuales aplican cargas a las placas alternadas (se debe entender que al alternar la carga a través de las varillas 114, 116 de forma similar se alternan las cargas de las placas). La generación de calor dentro de la celda 30 supone un problema porque la carcasa de la celda suele ser no metálica. Una forma de reducir la generación de calor en las entradas eléctricas 136, 138 a la celda 30 involucra el uso de una barra 140 (ver la Fig. 12) que divide la entrada de corriente en el punto de suministro a las varillas 114, 116. Esto minimiza el sobrecalentamiento local en los puntos de la tapa de la celda en donde los extremos de la varilla están conectados (ver numerales 142, 144 en la Fig. 12).

[00100] Tanto las placas grandes 104 como las pequeñas 108 tienen aberturas para varilla 119 para conectar eléctricamente las varillas 114, 116 a las placas respectivas. Las placas pequeñas 108 tienen una abertura más pequeña 121 para contener un elemento aislante 123 (ver la Fig. 18) para impedir la conducción eléctrica con la varilla que pasa a través de esa abertura en particular 121. Obviamente, hay diferentes formas y configuraciones de los aislantes que se pueden usar para conseguir este propósito. Hay otras aberturas de placa 127 que se usan para las varillas de amarre no conductoras 118, 120, 122 que sostienen el conjunto de placas.

[00101] La anterior descripción no tiene por objeto limitar el alcance del derecho de patente. Antes bien, se entenderá que el alcance del derecho de patente está limitado exclusivamente por las reivindicaciones que se presentan a continuación, cuya interpretación ha de hacerse de conformidad con las doctrinas establecidas de la interpretación de las reivindicaciones de las patentes.

REIVINDICACIONES

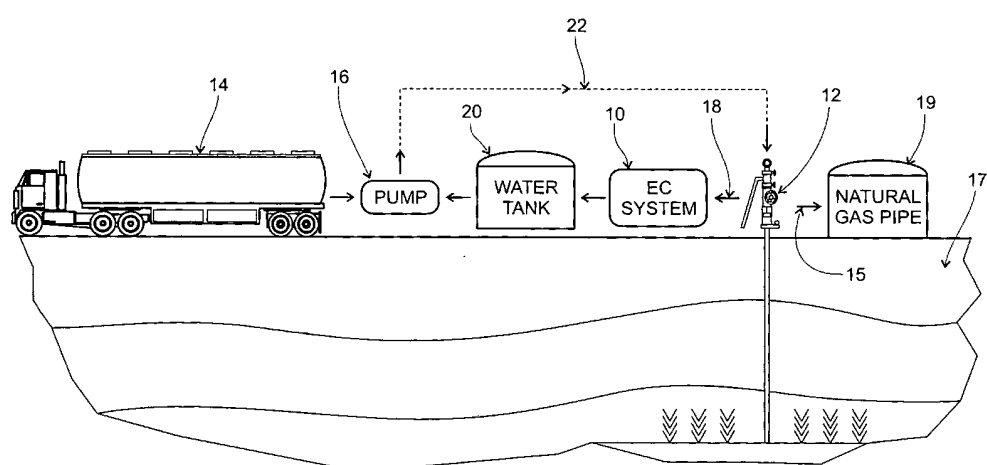
Lo que se reivindica es:

1. Un proceso mejorado de tratamiento de EC para tratar aguas residuales que comprende:
proporcionar un suministro de electricidad variable que tiene como salida una corriente alterna ("AC");
usar un transformador con un devanado secundario de múltiples derivaciones para mejorar la calidad de la salida de AC proporcionada por el suministro de electricidad variable;
rectificar la salida del transformador de corriente AC a corriente directa ("DC");
suministrar la corriente DC rectificada a por lo menos una celda de tratamiento de EC que tiene una pluralidad de placas emparedadas, para usar en la inducción de la electrocoagulación en las aguas residuales;
usar la corriente rectificada DC suministrada a la celda de tratamiento de EC para crear cargas positivas y negativas alternadas sobre las placas emparedadas; y
hacer pasar las aguas residuales a través de las placas emparedadas dentro de la celda e invertir periódicamente la polaridad de las placas emparedadas a medida que las aguas residuales pasan a través de las placas.
2. El método de la reivindicación 1, que incluye variar la salida del transformador con base en la proporción de corriente AC a corriente DC después de la rectificación.
3. El método de la reivindicación 1, que incluye inducir un flujo en remolino de las aguas residuales a través de la celda de tratamiento de EC disponiendo las placas emparedadas dentro de una carcasa tubular de la celda EC, con las superficies de las placas dispuestas de forma generalmente normal en la dirección del flujo a través de la carcasa de la celda, de manera que impidan el flujo a través de la celda, con las placas emparedadas espaciadas y que tienen diámetros externos alternados de manera que el diámetro externo de una primera placa queda inmediatamente adyacente a la pared interna de la carcasa tubular, la cual primera placa tiene una abertura a través del espesor de la placa para permitir que las aguas residuales pasen a través de la placa hacia el interior de un espacio que separa la mencionada primera placa de una segunda placa que es la siguiente en la línea en la celda y además, la segunda placa tiene un diámetro externo que es menor para definir un espacio periférico entre el borde periférico externo de la segunda placa y la pared interna de la carcasa tubular, para permitir que las aguas residuales fluyan desde el mencionado espacio, alrededor de la periferia externa de la segunda placa y dentro del siguiente espacio en línea y así sucesivamente, hasta cuando las aguas residuales salen de la celda de EC.

- 19
4. El método de la reivindicación 3, en donde las placas emparedadas dentro de la celda son circulares y tienen sus puntos centrales dispuestos sobre el eje central de simetría de la celda de tratamiento de EC y, además, el flujo en remolino de aguas residuales a través de la celda de tratamiento de EC es asimétrico con respecto al eje central de la celda de tratamiento de EC.
 5. El método de la reivindicación 1, que incluye proporcionar placas emparedadas dentro de la celda que tienen diámetros alternados.
 6. El método de la reivindicación 2, que incluye determinar los valores de corriente AC residual y los valores de corriente DC de la salida rectificada del transformador y cerrar un factor de calidad de la energía con base en la proporción de la corriente AC y la corriente DC residual y ajustar el transformador con base en el valor del factor de calidad de la energía.
 7. El método de la reivindicación 3, en donde las placas emparedadas son generalmente horizontales.

RESUMEN

Un método para mejorar un proceso de tratamiento de electrocoagulación ("EC") para tratar aguas residuales y aplicaciones similares. El método incluye proporcionar un suministro de electricidad variable que tiene como salida un corriente alterna ("AC") que llega a una o más celdas de tratamiento de EC. La corriente alterna del suministro de electricidad variable se rectifica antes de que llegue a la celda de EC. Como etapa intermedia entre el suministro de electricidad variable y la rectificación, el método aquí descrito y reivindicado usa un transformador variable de reducción de voltaje para modificar la salida que llega a la celda de EC.



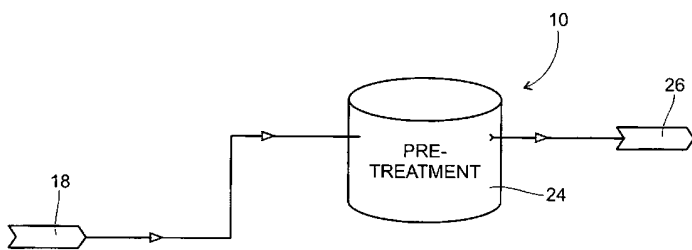


Fig. 2

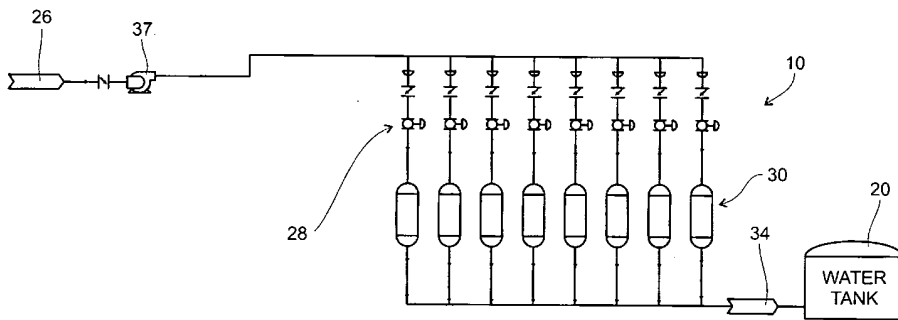


Fig. 3

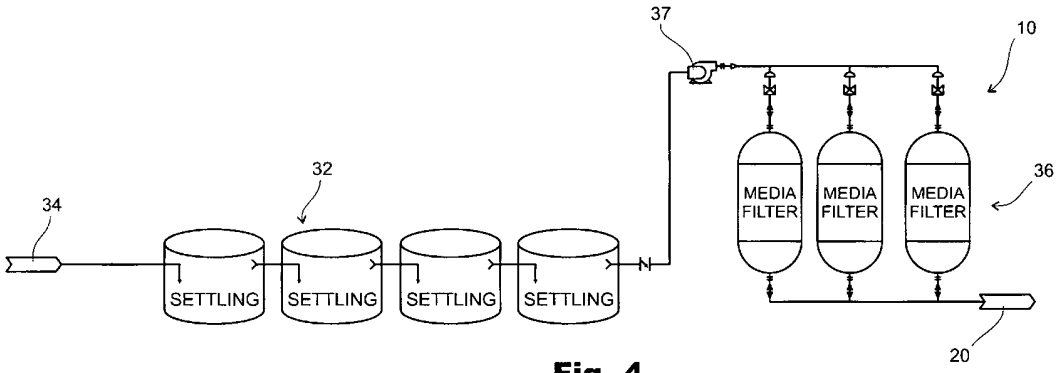


Fig. 4

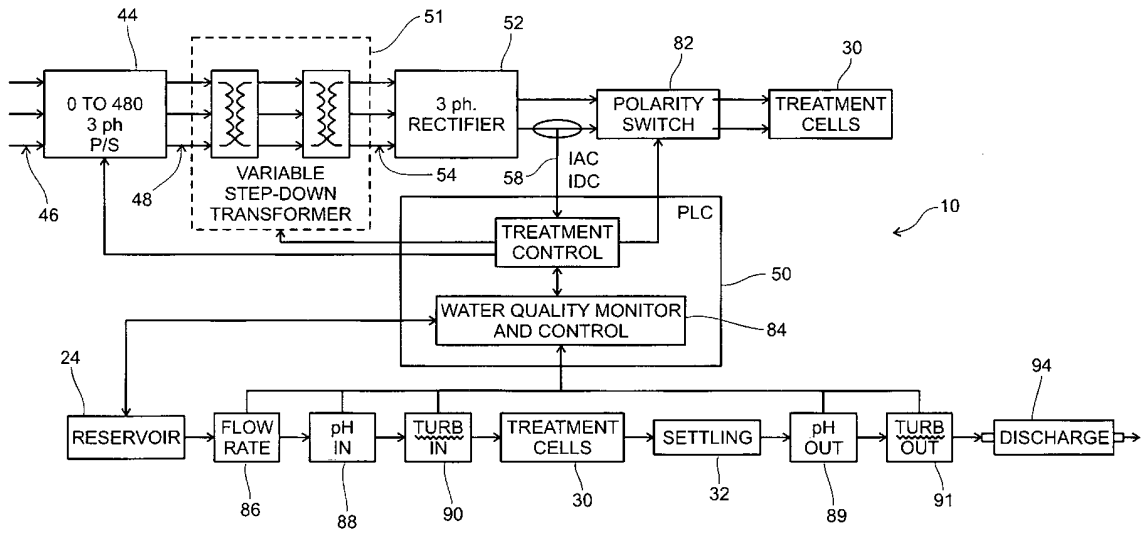


Fig. 5

2X

25

5/12

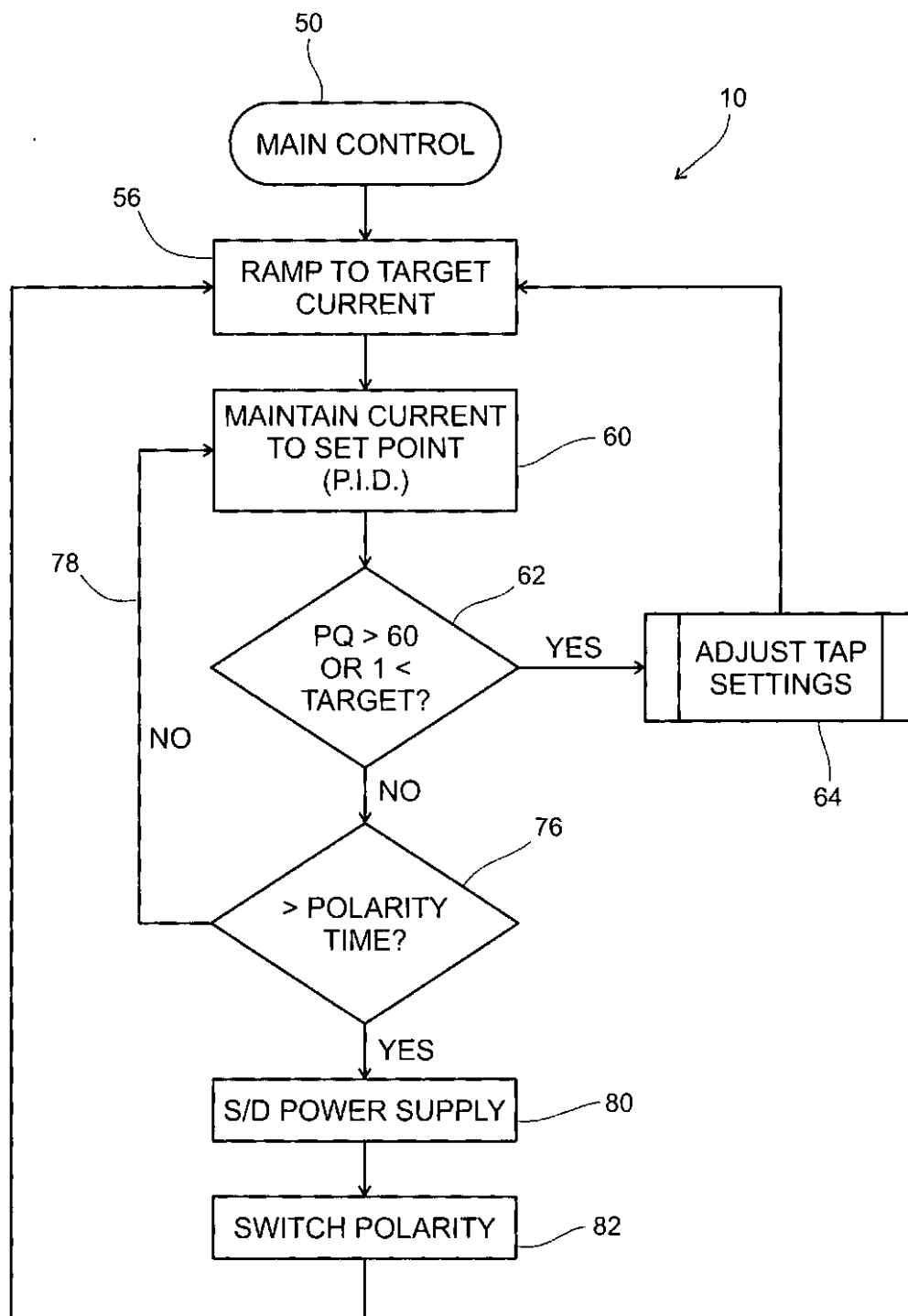


Fig. 6

6/12

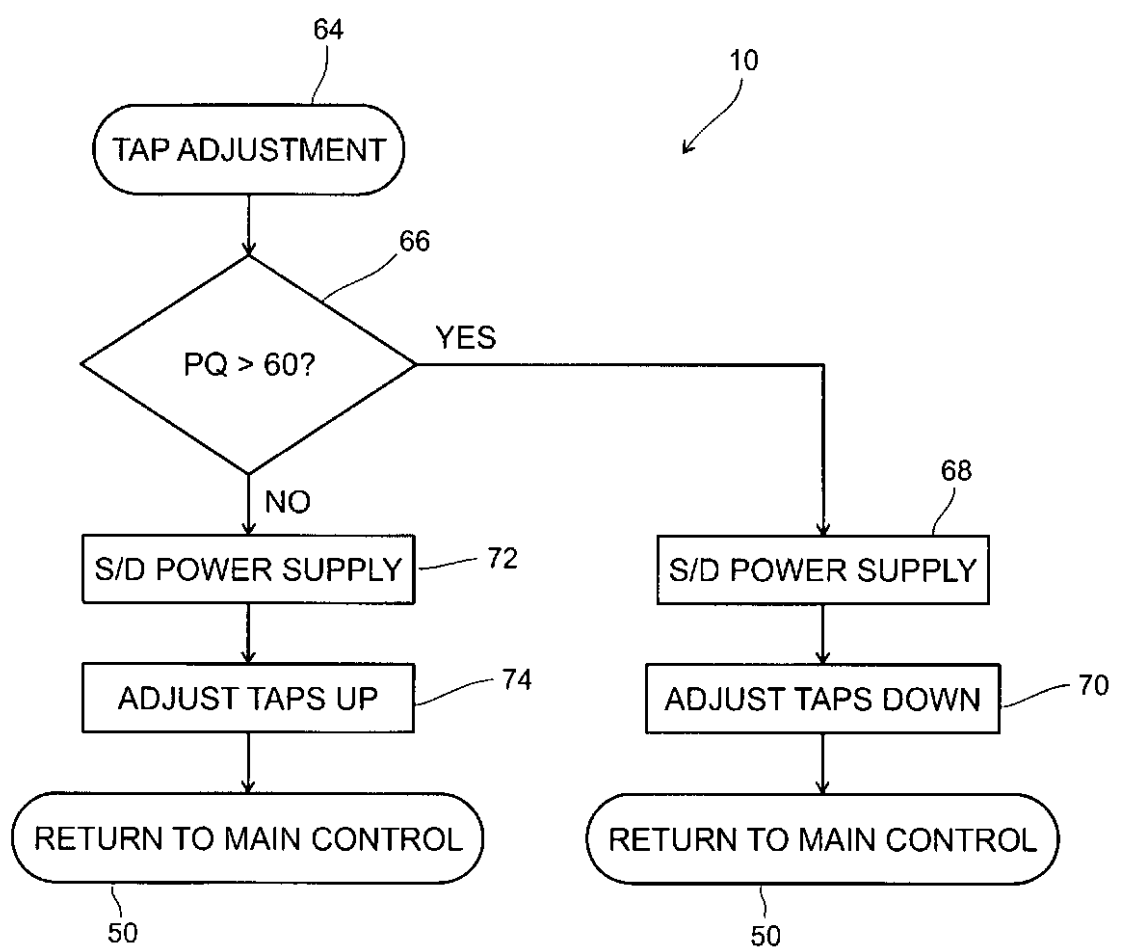


Fig. 7

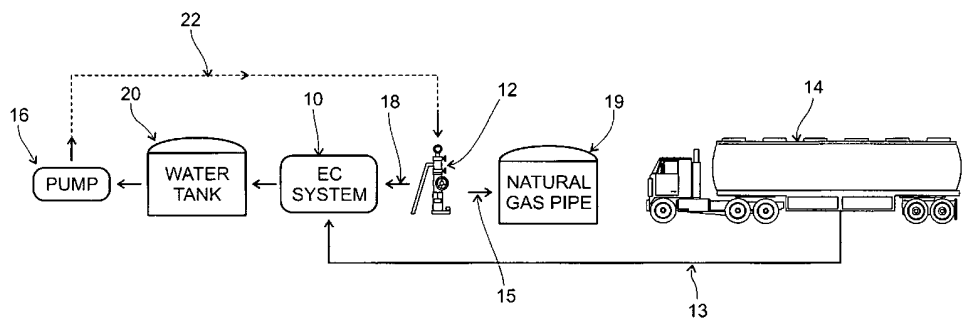


Fig. 8

26



8/12

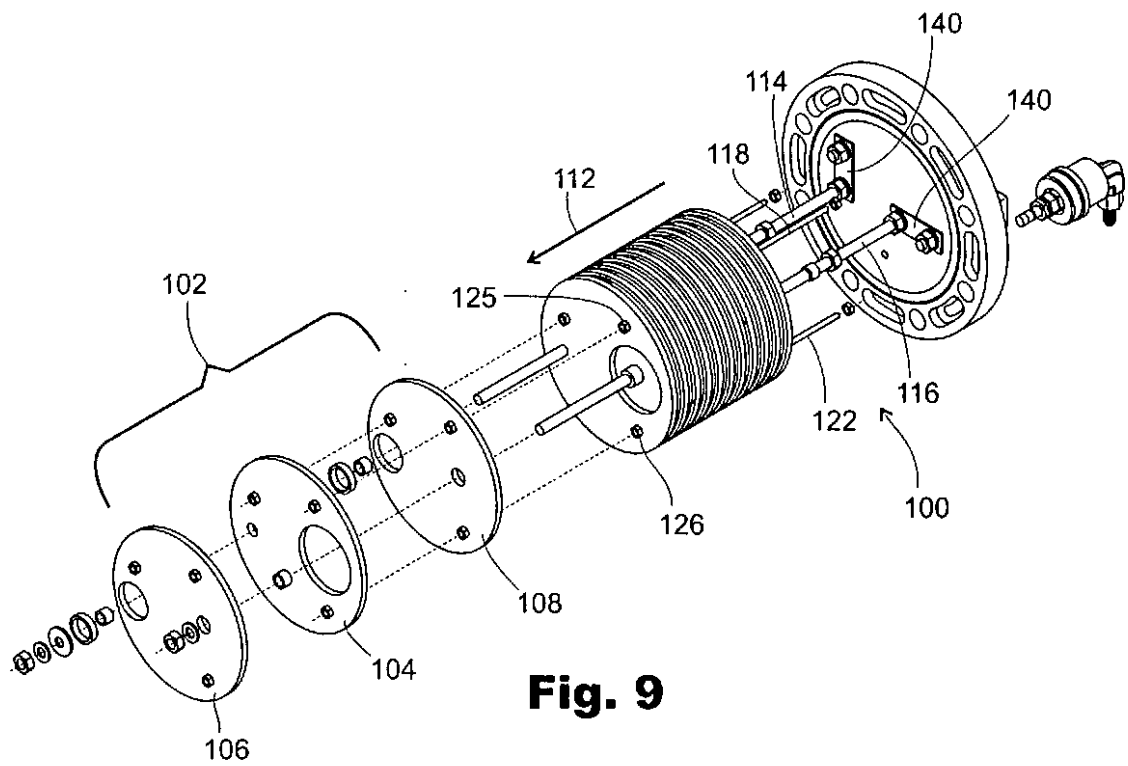


Fig. 9

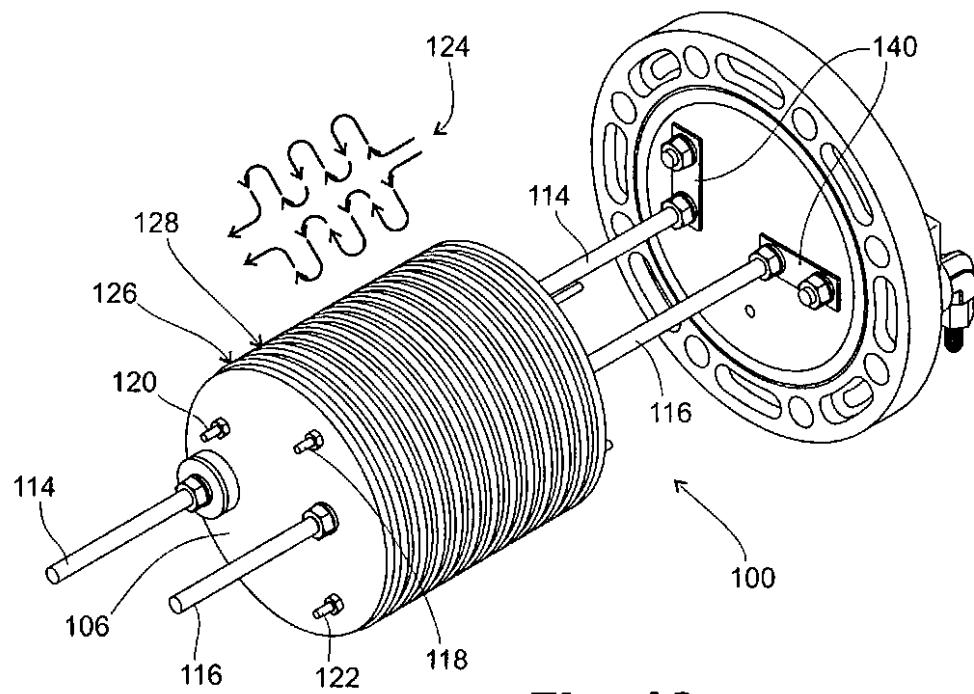


Fig. 10



29



9/12

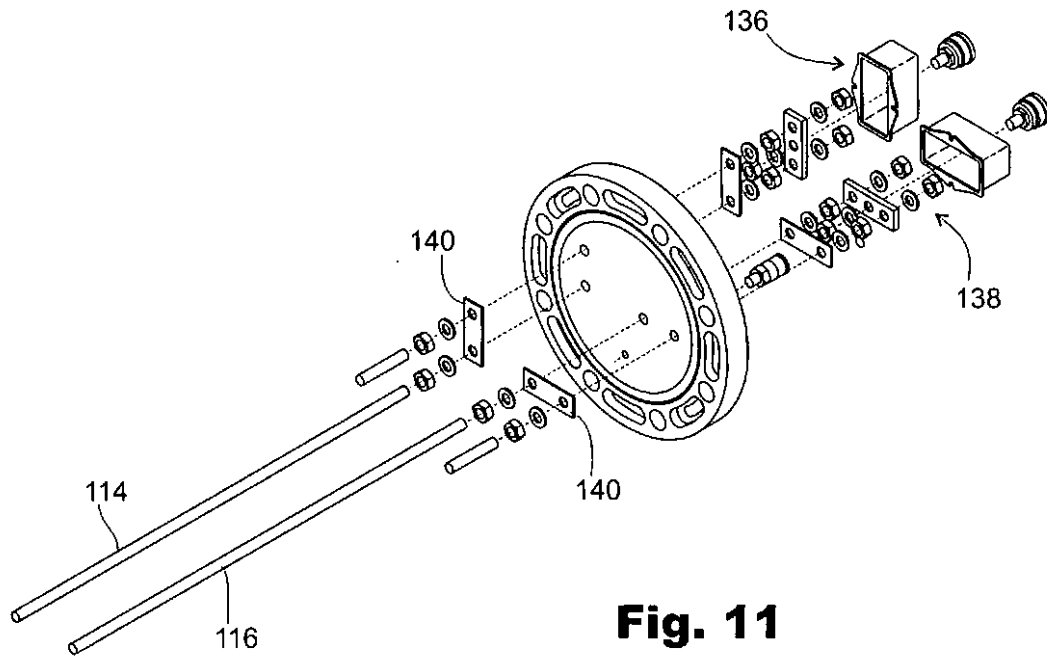


Fig. 11

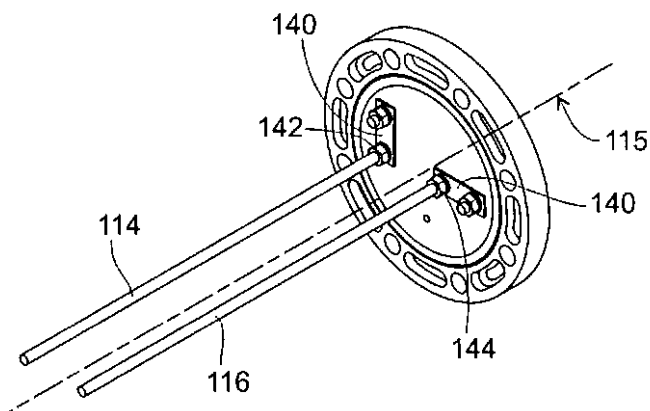


Fig. 12

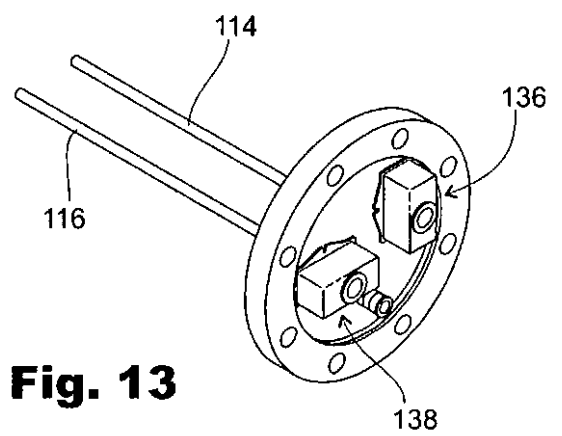


Fig. 13





10/12

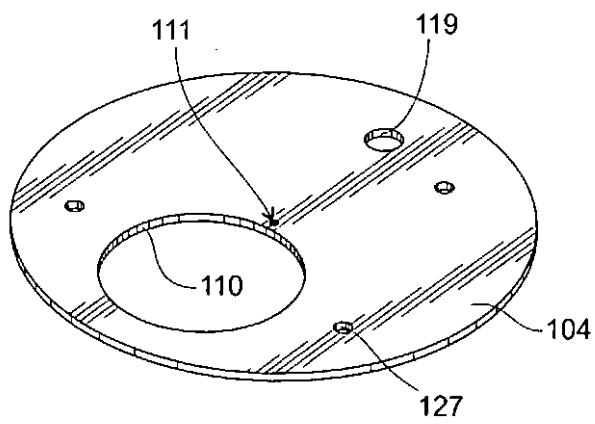


Fig. 14

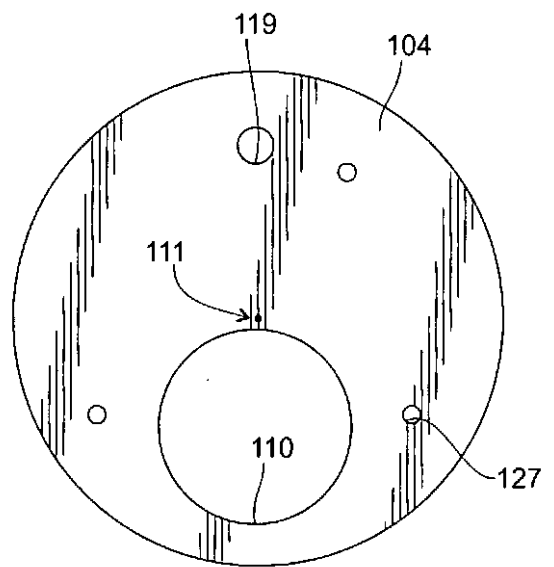


Fig. 15

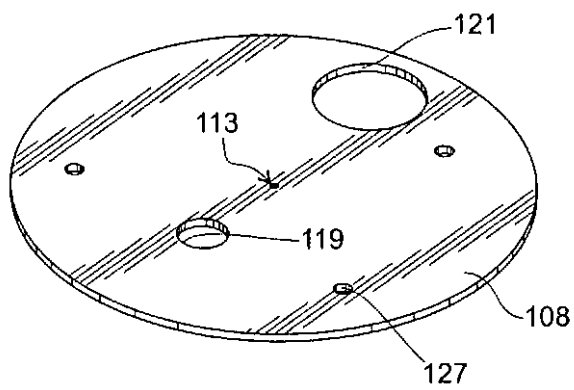


Fig. 16

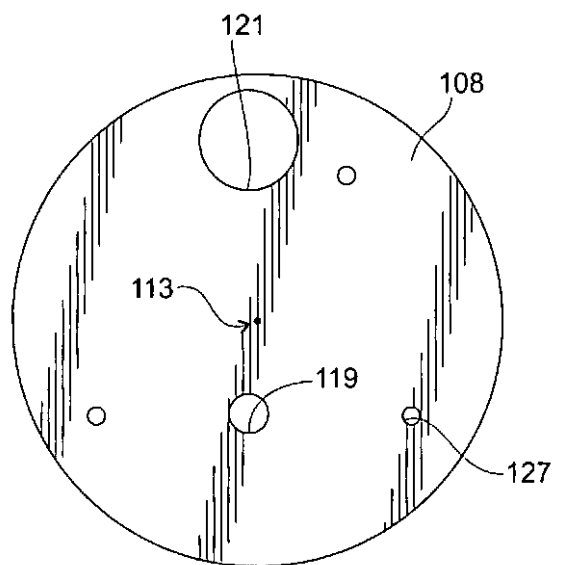


Fig. 17



27/

+

11/12

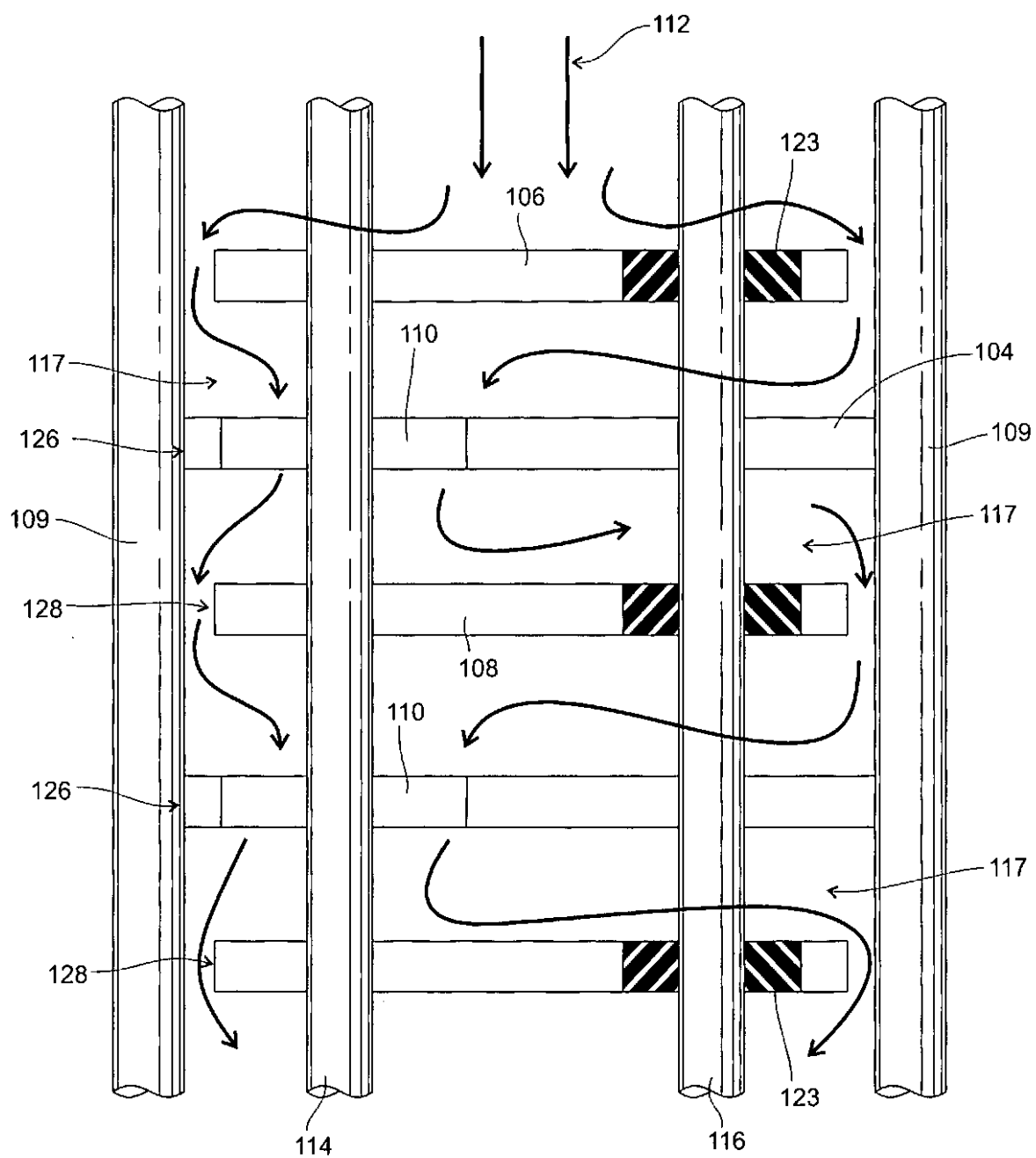


Fig. 18

+

32

+

12/12

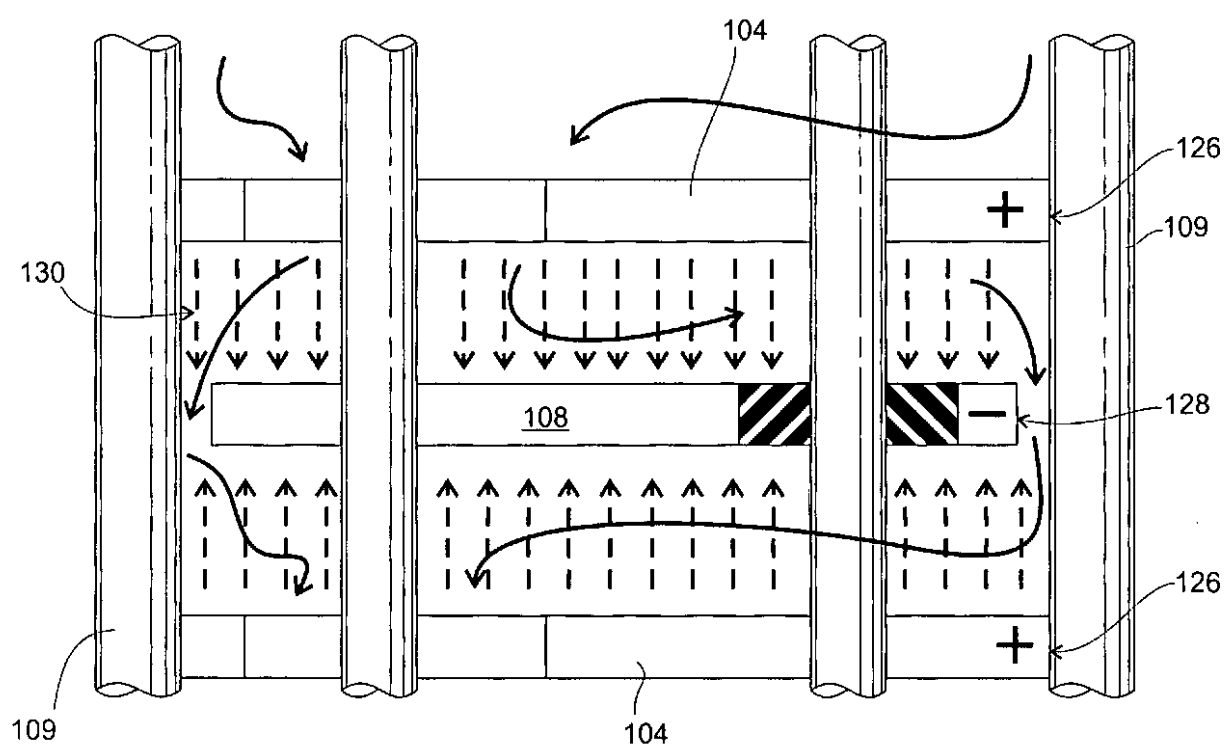


Fig. 19

+

FIGURA 1/12

Fig. 1

BOMBA

TANQUE DE AGUA

TUBERÍA DE GAS NATURAL

SISTEMA DE EC

Fig. 2

PRETRATAMIENTO

Fig. 3

TANQUE DE AGUA

Fig. 4

DECANTACIÓN

DECANTACIÓN

DECANTACIÓN

DECANTACIÓN

MEDIOS DE FILTRADO

MEDIOS DE FILTRADO

MEDIOS DE FILTRADO

MEDIOS DE FILTRADO

Fig. 5

0 a 480

3ph

P/S

TRANSFORMADOR VARIABLE REDUCTOR DE VOLTAJE

3 ph. RECTIFICADOR

INTERRUPTOR DE POLARIDAD

CELDA DE TRATAMIENTO

IAC

IDC

CONTROL DE TRATAMIENTO

MONITOREO Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

RESERVORIO

VELOCIDAD DE FLUJO

pH ENTRADA

TURBIDEZ DE ENTRADA

CELDA DE TRATAMIENTO

DECANTACIÓN

pH DE SALIDA

TURBIDEZ DE SALIDA

DESCARGA

Fig. 6

CONTROL PRINCIPAL
RAMPA A CORRIENTE DESEADA
MANTENER CORRIENTE HASTA PUNTO FIJO (P.I.D.)
¿PQ > 60 O 1 < DESEADO? SÍ AJUSTAR PARÁMETROS DERIVACIÓN
¿TIEMPO DE POLARIDAD?
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD S/D
CAMBIAR POLARIDAD

Fig. 7

AJUSTE DERIVACIÓN
¿PQ > 60?
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD S/D SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD S/D
AJUSTAR DERIVACIONES ARRIBA AJUSTAR DERIVACIONES ABAJO
REGRESAR A CONTROL PRINCIPAL REGRESAR A CONTROL PRINCIPAL

Fig. 8

BOMBA
TANQUE DE AGUA
SISTEMA DE EC
TUBERÍA DE GAS NATURAL

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0077010
		Bogotá D.C., Agosto 10 de 2011 - 15:05:29

RECIBIDO DE : CASTILLO GRAU & ASOCIADOS LTDA. NI 800.098.704

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	409415381	10/08/2011	571.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
				<u>\$571.000.00</u>

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-101685- -00000-0000
Fecha: 2011-08-10 15:46:41 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 36

Castillo Grau & Asociados

ABOGADOS
APARTADO AEREO 251473
BOGOTA, COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-101685-00000-0000

Fecha: 2011-08-10 15:46:41 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 36

Handwritten signature



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-101685- -00000-0000

Fecha: 2011-08-10 15:46:41 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 36

PATENTE DE INVENCION ☒

MODE

☒	Indicación que se solicita una patente.
☒	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☒	Descripción de la invención
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐ (Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐ (Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐