



Organización y
Digitalización CSA Ltda

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

PCT

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
INVENTARIO**

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

09-105298

21. **EXPEDIENTE No.**

54. **TÍTULO** Proceso de Cavitación hidrodinámica para
tratar hidrocarburos en los

51. **CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL**

71. **SOLICITANTE** Fractal Systems, Inc

DOMICILIO Canadá

74. **APODERADO** Alvaro Correa Ordóñez
C.C. 79.143.366 de Usaquén,

22. **BOGOTÁ, D.C.,**

(FORMA P-10)

Poder. 06-10-2009, Cop. 1 ó 2

Rev. 06-10-2009

PETITORIO

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-105298- -00000-0000

Fecha: 2009-09-25 16:26:58 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 70

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

①

SOLICITUD DE :

☒

Patente de Invención

☐

Patente de Modelo de Utilidad

☒

Capítulo I.

☒

Capítulo II. (folio 74)

②

SOLICITANTE

(71)

Nombre: FRACTAL SYSTEMS, INC

Dirección: 4070 Portland Boulevard, Sherbrooke, Québec, J1L 2Y4, Canadá

Nacionalidad o Domicilio: Canadá

Lugar de Constitución: Canadá

Teléfono:

Fax:

E-Mail

IDENTIFICACION

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

③

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: ALVARO CORREA ORDOÑEZ

Dirección: Avenida 82 No. 10-62 Piso 6

Teléfono: 6341500

Fax: 3762211

E-Mail: office.bogota@bakernet.com

IDENTIFICACION

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

79.143.366 Usaqué

TP 28281

④

INVENTOR (ES)

(72)

Nombre: CHORNET, Michel; CHORNET, Esteban

Dirección: 2706 Beaudry, Sherbrooke, Québec, J1L 2N6, Canadá; 470, rue Montmagny, Sherbrooke, Québec J1L 1H3, Canadá

Nacionalidad o Domicilio: Canadienses

⑤

PCT (85)

Solicitud Internacional No. PCT/CA2008/000010

Fecha 08.01.2008

Publicación Internacional No. WO/2008/106765

Fecha 12.09.2008

⑥

Título (54)

PROCESO DE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA PARA TRATAR PETRÓLEOS CRUDOS

⑦

Clasificación Internacional (51)

C10G 31/06

⑧

Prioridad

(33) País de Origen

US

(32) Fecha

06.03.2007

(31) Número de Solicitud

60/905,171

SI

☒

NO

☐

⑨

Comprobante de pago No. 09-48,670; 09-69,678

Fecha JULIO 6/09; SEP 16/09

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

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Declaraciones
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen preliminar (IPEA)
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA
- ☐ 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
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros: Extractos

11

FIGURA CARATERISTICA

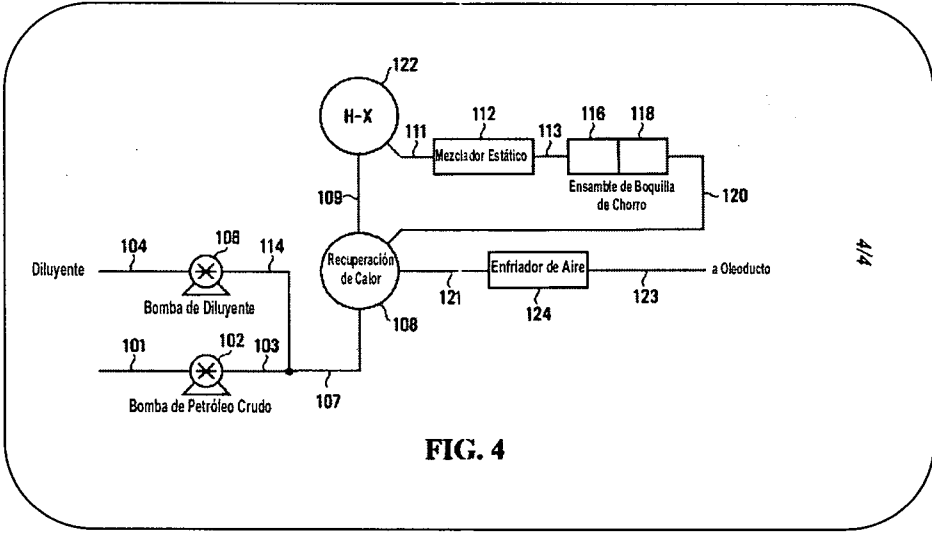


FIG. 4

12

Solicito la concesión de la patente.

NOMBRE: ALVARO CORREA ORDÓÑEZ

FIRMA:

C.C. 79.143.366 de Usaquén T.P. 20.281

Instrucciones para la presentación de los anexos, ver reverso de esta página

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)



PCT

[REDACTED]

(81) **Designated States** (*unless otherwise indicated, for every kind of national protection available*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Designated States** (*unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— *with international search report*

(30) Priority Data: 60/905,171 6 March 2007 (06.03.2007) US

(72) Inventors; and

(75) **Inventors/Applicants (for US only): CHORNET, Michel** [CA/CA]; 2706 Beaudry, Sherbrooke, Québec, J1L 2N6 (CA). **CHORNET, Esteban** [CA/CA]; 470, rue Montmagny, Sherbrooke, Québec J1L 1H3 (CA).

(54) Title: HYDRODYNAMIC CAVITATION PROCESS FOR TREATING HEAVY OILS

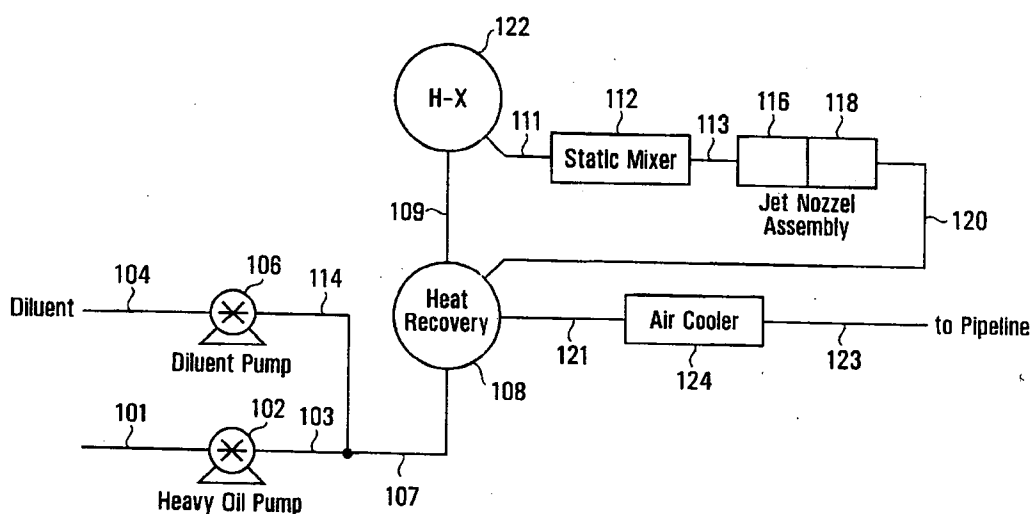


FIG. 4

(57) Abstract: A process for treating a heavy oil which comprises subjecting a heavy oil to cavitation to reduce the viscosity of the heavy oil. The treated heavy oil, which has a reduced viscosity and specific gravity, thus is more pumpable and transportable, which facilitates further processing. The treated heavy oil also can be fractionated with less severity than untreated heavy oil.

WO 2008/106765 A1

HYDRODYNAMIC CAVITATION PROCESS FOR TREATING HEAVY OILS

This application claims priority based on provisional application Serial No. 60/905,171, filed March 6, 2007, the contents of which are incorporated by reference in their entirety.

This invention relates to a process for treating heavy oils. More particularly, this invention relates to a process for treating heavy oils by destructuring such heavy oils through molecular rearrangement, thereby reducing the viscosity of such heavy oils. Such treating is effected by subjecting a heavy oil to cavitation. The treated heavy oil has a reduced viscosity due to molecular rearrangement, and its further processing or upgrading may be effected under conditions of lower severity than untreated heavy oil.

The term "heavy oil", as used herein, includes oils which are classified by the American Petroleum Institute (API), as heavy oils or extra heavy oils. In general, a heavy hydrocarbon oil has an API gravity between 22.3° (density of 920kg/m³ or 0.920g/cm³) and 10.0° (density of 1,000kg/m³ or 1g/cm³). An extra heavy oil in general has an API gravity of less than 10.0° (density greater than 1,000 kg/m³ or greater than 1g/cm³). For example, heavy oils may be extracted from oil sands, atmospheric tar bottoms products, vacuum tar bottoms products, shale oils, coal-derived liquids, crude oil residues, and topped crude oils.

Such heavy oils, however, are highly viscous and difficult to pump through pipelines, and require high severity techniques for upgrading.

Heavy oils in general have macro and micro structural properties as well as having specific chemical constitutive molecules. The chemical constitutive molecules belong to two generic categories, maltenes and asphaltenes. Maltenes are soluble in 40 volumes of pentane, while asphaltenes are soluble in toluene but insoluble in pentane. Also present in the heavy oils are metals, particularly nickel and vanadium. The metals are associated mainly with the asphaltenes. The spatial organization of maltenes and asphaltenes results in the macro and micro

structural properties, with the molecular organization causing the high viscosities, which pose a problem in transporting such oils, and in separating the asphaltenes from the maltenes.

More particularly, the asphaltenes are formed by a core of polynuclear aromatic molecules grouped in layers, to which alkyl chains are attached. The core is surrounded by and immersed in the maltene material. The maltene material includes free saturates (some of them cyclic), mono- and diaromatics and resins which are believed to be associated closely with the asphaltenes. This organization is considered to be the microstructure and the core of the asphaltenes can be considered as possessing microcrystalline arrangements. The microstructural organization forms aggregates in which several microcrystalline arrangements form a micellar structure known as a macrostructure. The micellar structure or macrostructure has strong associative and cohesive forces between the aggregates, which accounts for the high viscosity of the heavy oil.

U.S. Patent No. 5,096,566 discloses a method of reducing the viscosity of a heavy oil by heating a heavy hydrocarbon oil to a temperature of 350°-450°C, and heating a gas, such as hydrogen or nitrogen, to a temperature of 400-900°C. The heavy oil and the heated gas then are mixed in a mixer, and the mixture of heavy oil and gas in the mixer is subjected to a pressure of from 700 to 2,000 psi. The mixture then is passed through a small nozzle or orifice such that a pressure drop of from 500 to 1,500 psi occurs across the nozzle or orifice, and the heavy oil and gas mixture is ejected from the nozzle or orifice, thereby providing an oil having a reduced viscosity. When the heavy oil is mixed with the hydrogen, mild hydrocracking of the heavy oil also occurs. This oil then may be processed further, such as in a reaction zone, for example.

In accordance with an aspect of the present invention, there is provided a process for treating a heavy oil. The process comprises subjecting a liquid comprising a heavy oil to cavitation in order to reduce the viscosity of the heavy oil.

In a non-limiting embodiment, the heavy oil is treated in the absence of hydrogen.

The term "liquid", as used herein, means a liquid at standard temperature and pressure.

The term, "standard temperature and pressure," as used herein, means 1 atmosphere pressure and 15°C.

As is known in the art, cavitation means the formation, growth, and collapse or implosion of gas or vapor filled bubbles in liquids. Cavitation requires the presence of small and transient microcavities or microbubbles of vapor or gas. The microcavities or microbubbles grow, and then implode or collapse. The implosion, or sudden compression and collapse of the microcavities or microbubbles raises the temperature of the interface between the microcavities or microbubbles and the heavy oil for very short time intervals, i.e., microseconds. Such temperature increases facilitate free radical formation and chemical reaction.

Thus, during cavitation, a portion of the liquid comprising the heavy oil is in the form of a gas which is dispersed as bubbles in the liquid portion.

Such cavitation may be effected by means known to those skilled in the art, such as, for example, by hydrodynamic cavitation, or ultrasonic cavitation. It is to be understood, however, that the scope of the present invention is not to be limited to any specific method of effecting cavitation.

In a non-limiting embodiment, the liquid comprising the heavy oil is subjected to hydrodynamic cavitation. In hydrodynamic cavitation, the liquid comprising the heavy oil, a portion of which is in the form of a gas dispersed in the liquid, is passed through a restriction or cavitation zone, such as, for example, a capillary or nozzle, to increase the velocity of the mixture. The gaseous portion may be present prior to passing the liquid comprising the heavy oil through the cavitation zone and/or such gaseous portion may be produced as a result of the

pressure drop that results from passing the liquid comprising the heavy oil through the cavitation zone.

In general, one can determine whether hydrodynamic cavitation has occurred by determining the cavitation number for the heavy oil, which is passed through the cavitation zone.

The cavitation number may be determined in metric units according to the following equation:

$$\sigma c = \frac{2(P - P_v)}{\rho V^2}$$

wherein σc is the cavitation number, P is the local static pressure of the heavy oil, P_v is the vapor pressure of the heavy oil, ρ is the density of the heavy oil, and V is the velocity of the heavy oil.

In general, depending upon the exact parameters employed, the cavitation number, σc , does not exceed 1.5. It is to be understood, however, that, within the scope of the present invention, there may be cavitation in certain instances when the cavitation number is greater than or equal to 1.5.

In a non-limiting embodiment, the liquid comprising the heavy oil is passed through the cavitation zone, which may be in the form of a capillary or nozzle or other type of restriction, at a velocity of from about 100m/sec to about 300m/sec, and as the liquid comprising the heavy oil passes through the cavitation zone such as a capillary or nozzle, the liquid comprising the heavy oil is subjected to a pressure drop of from about 150 psig to about 5,000 psig. In the cavitation zone, the heavy oil is subjected to cavitation. As known in the art, cavitation is produced by microbubbles of gas dispersed in the heavy oil. Such microbubbles expand and then implode or collapse. The implosion or collapse of the microbubbles raises the temperature at the interface of the microbubbles and heavy oil to very high levels. for example, from about 1,000°C to about

2,000°C, for a period of microseconds, which facilitates free radical formation and chemical reactions.

In a non-limiting embodiment, the liquid comprising the heavy oil is passed through the cavitation zone at a velocity of from about 150m/sec to about 300m/sec. In another embodiment, the liquid comprising the heavy oil is passed through the cavitation zone at a velocity of from about 200m/sec to about 300m/sec.

In a non-limiting embodiment, the liquid comprising the heavy oil is subjected to a pressure drop in the cavitation zone of from about 400 psig to about 4,000 psig. In another non-limiting embodiment, the liquid comprising the heavy oil is subjected to a pressure drop in the cavitation zone of from about 400 psig to about 2,000 psig. In another embodiment, the liquid comprising the heavy oil is subjected to a pressure drop in the cavitation zone of from about 400 psig to about 1,500 psig. In yet another embodiment, the liquid comprising the heavy oil is subjected to a pressure drop in the cavitation zone of from about 1,000 psig to about 1,500 psig.

In a non-limiting embodiment, the ratio of the length of the cavitation zone to the width of the cavitation zone is from about 10 to about 125. In another non-limiting embodiment, the ratio of the length of the cavitation zone to the width of the cavitation zone is from about 50 to about 125.

In a non-limiting embodiment, the heavy oil is heated and then the heavy oil is subjected to conditions which produce cavitation as hereinabove described.

In a non-limiting embodiment, the heavy oil is heated to a temperature of from about 75°C to about 450°C. In another embodiment, the heavy oil is heated to a temperature of from about 150°C to about 450°C. In another embodiment, the heavy oil is heated to a temperature of from about 200°C to about 450°C. In yet another embodiment, the heavy oil is heated to a

temperature of from about 200°C to about 400°C. In still another embodiment, the heavy oil is heated to a temperature of from about 300°C to about 400°C.

Although the scope of the present invention is not intended to be limited thereby, in general the heavy oil to be treated may be those oils referred to by the American Petroleum Institute (API) as heavy oils and extra heavy oils. As noted hereinabove, a heavy oil has an API gravity of between 22.3° (density of 920 kg/m³ or 0.920g/cm³) and 10.0° (density of 1,000 kg/m³ or 1g/cm³). An extra heavy oil has an API gravity of less than 10.0° (density greater than 1,000 kg/m³ or greater than 1g/cm³). Examples of such heavy oils include, but are not limited to, bitumen, heavy oils extracted from below the ground surface by steam assisted gravity drainage, or SAGD, and other methods, bottoms products from atmospheric or vacuum distillation of bitumen or heavy oil, shale oils, coal-derived liquids, crude oil residues, and topped crude oils.

In another non-limiting embodiment, a portion of the heavy oil when heated may or may not be vaporized.

In a non-limiting embodiment, the portion of the heavy oil which is vaporized does not exceed 35 vol. % of the volume of the heavy oil. In another non-limiting embodiment, the portion of the heavy oil which is vaporized does not exceed 15 vol. % of the volume of the heavy oil.

In a non-limiting embodiment, the liquid further comprises an organic material, that is not a heavy oil and is a liquid at standard temperature and pressure. Thus, in a non-limiting embodiment, there is provided a process for treating a heavy oil which comprises subjecting a heavy oil in combination with an organic material to cavitation in order to reduce the viscosity of the heavy oil.

The mixture of the heavy oil and organic material may be subjected to cavitation as hereinabove described. For example, the mixture of the heavy oil and organic material may be

passed through the cavitation zone under the velocity and pressure drop conditions mentioned hereinabove.

In addition, when the mixture of heavy oil and organic material is subjected to hydrodynamic cavitation, a portion of the mixture of heavy oil and organic material is in the form of a gas dispersed in the liquid. The gaseous portion may be (i) a portion or all of the organic material, or (ii) both a portion or all of the organic material and a portion of the heavy oil, or (iii) only a portion of the heavy oil. Preferably, the gas includes the organic material and may or may not include a portion of the heavy oil.

In a non-limiting embodiment, each of the heavy oil and organic material is heated, the heavy oil and the organic material are mixed, and then the mixture of heavy oil and organic material is subjected to conditions which produce cavitation as hereinabove described.

In a non-limiting embodiment, subsequent to the heating of the heavy oil and organic material, the heavy oil and organic material are mixed in a mixing zone, and then subjected to cavitation in the cavitation zone.

In another non-limiting embodiment, a portion of the heavy oil when heated, prior to being mixed with the organic material in the mixing zone, may or may not be vaporized. If a portion of the heavy oil is vaporized, such portion, in a non-limiting embodiment, does not exceed the amounts hereinabove described.

In another non-limiting embodiment, when heated (prior to being mixed with the heavy oil in the mixing zone), all or a portion of the organic material is vaporized.

In another non-limiting embodiment, the organic material, when heated (prior to being mixed with the heavy oil in the mixing zone), remains a liquid. In yet another non-limiting embodiment, when such liquid organic material is passed through the cavitation zone, all or a portion of such liquid organic material is vaporized.

In another non-limiting embodiment, the organic material has been subjected to a temperature above the critical temperature and a pressure above the critical pressure and thus becomes a supercritical fluid, which has properties of a liquid and a gas. The result is that the organic material has the ability to interact or associate with components of the heavy oil which are similar to those as when the organic material exists as a liquid, but it has a higher diffusivity, lower viscosity, and lower surface tension than such material in the liquid phase. It is to be understood that the scope of the present invention is not to be limited to such an embodiment.

Thus, in a non-limiting embodiment, at least a portion of the mixture of heavy oil and organic material is a liquid. In one embodiment, the amount of the mixture which is a liquid is an amount sufficient to form a continuous liquid phase which is subjected to cavitation as hereinabove described. In a non-limiting embodiment, liquid is present in an amount of at least 40 vol. % of the total volume of the mixture of heavy oil and organic material. In another embodiment, liquid is present in an amount of at least 60 vol. % of the total volume of heavy oil and organic material.

In a non-limiting embodiment, the organic material induces selective molecular interactions that change the molecular environment of the asphaltenes, such as, for example, through Van der Waals forces, dispersion forces, and dipole-dipole interactions, thereby inducing changes in the micellar structure and facilitating the subsequent separation of asphaltenes from the heavy oil. In one embodiment, the organic material interacts or associates with one or more of the components of the heavy oil, but does not interact with the asphaltenes. In another embodiment, the organic material interacts with or associates with the asphaltenes.

As noted hereinabove, the organic material is a material that is not a heavy oil and is a liquid at standard temperature and pressure.

In yet another non-limiting embodiment, the organic material is an organic solvent.

Examples of organic materials which may be employed within the scope of the present invention include, but are not limited to, pentane, liquefied petroleum gases (LPGs), alcohols, such as methanol and ethanol, for example, and ethers, such as, for example, alkyl ethers such as dimethyl ether and diethyl ether, and mixtures thereof.

In a non-limiting embodiment, the organic material is heated to a temperature of from about 75°C to about 800°C. In another non-limiting embodiment, the organic material is heated to a temperature of from about 150°C to about 800°C. In another embodiment, the organic material is heated to a temperature of from about 300°C to about 800°C. In yet another embodiment, the organic material is heated to a temperature of from about 300°C to about 600°C. In still another embodiment, the organic material is heated to a temperature of from about 300°C to about 400°C.

In a non-limiting embodiment, the organic material is present in the mixture of heavy oil and organic material in an amount of from about 5 vol. % to about 25 vol. % of the volume of heavy oil. In another embodiment, the organic material is present in an amount of from about 5 vol. % to about 10 vol. % of the volume of the heavy oil.

In another non-limiting embodiment, the heated heavy oil enters a mixing zone, or mixing chamber as a result of pumping the heated oil through a first conduit, and the heated organic material enters the mixing chamber as a result of pumping the heated organic material through a second conduit. In one embodiment, the first conduit, through which the heavy oil enters the mixing zone, terminates at an atomization nozzle, whereby the heavy oil is atomized as it enters the mixing zone or mixing chamber. In one embodiment, the atomization nozzle has a shape which facilitates the atomization of the heavy oil, such as, for example, a conical shape. Thus, the heavy oil enters the mixing zone or mixing chamber as a spray or mist of liquid

droplets. The presence of the heavy oil in the form of liquid droplets increases the surface area of the heavy oil and provides for better mixing of the heavy oil and the organic material.

In one non-limiting embodiment, the organic material enters the mixing zone in a direction of flow which in effect is tangential to the direction of flow of the heavy oil through the mixing zone. More particularly, the organic material enters the mixing zone through a conduit as hereinabove described such that when the organic material enters the mixing zone, the organic material moves along the wall of the mixing zone in a circular or vortexing motion. The heavy oil, which enters the mixing zone through an atomization nozzle as hereinabove described contacts and becomes admixed with the vortexing organic material. Such vortexing of the heavy oil and organic material facilitates optimal mixing of the organic material and the heavy oil. The vortexed mixture of the heavy oil and organic material then is passed to and subjected to cavitation in the cavitation zone. It is to be understood, however, that the scope of the present invention is not to be limited by such an embodiment.

In another non-limiting embodiment, the heavy oil and the organic material are mixed in a conduit, and then the mixture of heavy oil and the organic material are subjected to further mixing in a static mixer. In the static mixer, the stream including the mixture of heavy oil and organic material is divided, and the divided streams are forced to opposite outside walls, thereby causing a single direction mixing vortex axial to the center line of the static mixer. The mixing vortex then is sheared, and a division of the stream of heavy oil and organic material reoccurs with the opposite directional rotation.

In a non-limiting embodiment, the mixing zone or mixing chamber is configured such that the mixing zone or mixing chamber facilitates the mixing of the heavy oil and organic material to provide an essentially uniform mixture of the heavy oil and organic material. In one non-limiting embodiment, the mixing zone or mixing chamber has a cylindrical configuration.

In one non-limiting embodiment, the cylinder has a length to diameter ratio of from about 1 to about 36. In another non-limiting embodiment, the cylinder has a length to diameter ratio of about 4. In yet another non-limiting embodiment, the cylinder has a length to diameter ratio of about 2. It is to be understood, however, that the scope of the present invention is not to be limited to any specific configuration of the mixing zone or mixing chamber.

The organic material and heavy oil, in a non-limiting embodiment, are mixed in the mixing zone or mixing chamber for a period of time sufficient to provide an essentially uniform mixture of the heavy oil and organic material, yet such mixture of heavy oil and organic material is not retained in the mixing zone for a prolonged period of time such that undesired thermal cracking occurs.

In a non-limiting embodiment, the organic material and heavy oil are mixed in the mixing zone for a period of time which does not exceed 10 seconds. In another embodiment, the organic material and heavy oil are mixed in the mixing zone for a period of time of from about 1 second to about 10 seconds.

The organic material induces selective molecular interactions that contribute in changing the molecular environment of the asphaltenes through solvation.

After the heavy oil and organic material are mixed in the mixing zone or mixing chamber, the mixture of heavy oil and organic material exits the mixing zone or mixing chamber, and enters the cavitation zone, in which the heavy oil is subjected to cavitation as hereinabove described.

In a non-limiting embodiment, when the heavy oil is subjected to hydrodynamic cavitation, the heavy oil is passed from the mixing zone to the cavitation zone, which is a restriction such as a capillary or nozzle, in which cavitation occurs. The width of the cavitation

zone is less than that of the mixing zone. In a non-limiting embodiment, the ratio of the width of the cavitation zone to the width of the mixing zone is from about 1/230 to about 1/75.

Thus, the mixture of heavy oil and organic material is passed from the mixing zone through the restriction or cavitation zone to increase the velocity of the mixture, and whereby the mixture is subjected to a pressure drop. As a result, in the cavitation zone microbubbles are dispersed in the liquid portion of the mixture. Such microbubbles initially expand, and then they implode or collapse, thus effecting cavitation of the heavy oil.

The resulting heavy oil product which is released from the cavitation zone is a destructured heavy oil that, upon cooling, has different micellar arrangements (reflected by a lower viscosity) than those of the heavy oil prior to being mixed with the organic material and subjected to cavitation as described hereinabove. Although the scope of the present invention is not intended to be limited to any theoretical reasoning, the cavitation of the heavy oil, which is the result of microbubbles in the heavy oil, raises the temperature of the interface of the microbubbles, thereby facilitating free radical formation and chemical reaction. Also the organic material induces selective molecular interaction that change the molecular environment of the asphaltenes. In addition, if the temperature is raised during the treatment, some incipient cracking may occur, which results in the release of saturated hydrocarbon alkyl chains present in the initial asphaltenes which thus will become easier to separate from the oil. The present invention thus enables the destructuring of a heavy oil by adding a small amount of organic material and by subjecting the heavy oil to cavitation, as opposed to supplying excessive amounts of compressed gas. The gas is replaced by a small amount of an organic material which is capable of being at least partially vaporized.

After the mixture of heavy oil and organic material has been subjected to cavitation in the cavitation zone as hereinabove described, the mixture is released from the cavitation zone and is

cooled to a desired temperature, such as, for example, in a non-limiting embodiment, by passing the mixture to an expansion zone or chamber or a flash chamber and the gas is separated partially or totally from the liquid. Although the components and the "distillation curve" of the resulting destructured heavy oil approximate those of the heavy oil prior to destructuring, the destructured heavy oil produced in accordance with the present invention has a reduced viscosity, a reduced specific gravity, and can be fractionated more easily than untreated heavy oil, i.e., the asphaltenes may be separated from the maltenes more easily, such as by precipitation, absorption, or microfiltration.

The present invention thus provides a destructured heavy oil that is more pumpable or transportable, and thus can be transported more easily for further processing, and can be fractionated with less severity than in its original state. For example, the destructured heavy oil may be subjected to deasphalting, whereby the asphaltenes are separated from the heavy oil, and to provide an upgraded de-asphalted oil which may be subjected to further refining or processing. Alternatively, the heavy oil may be distilled into various fractions.

Brief Description of the Drawings

The invention now will be described with respect to the drawings, wherein:

Figure 1 is an exploded view of an embodiment of an apparatus for effecting the destructuring of a heavy oil in accordance with the present invention;

Figure 2 is a cross-sectional view of the apparatus showing the mixing zone, the cavitation zone, and the expansion zone;

Figure 3 is a cross-sectional view of the mixing zone showing the conduits which introduce the heavy oil and solvent to the mixing chamber; and

Figure 4 is a schematic of another embodiment for effecting the destructuring of a heavy oil in accordance with the present invention.

Referring now to the drawings, an apparatus 10 for treating or destructuring a heavy oil in accordance with the present invention includes a cylindrical mixing chamber 12, a nozzle or capillary 16 in which cavitation occurs, and an expansion chamber 18. The mixing chamber 12 is surrounded by metal jacketing 15, the nozzle or capillary 16 is surrounded by metal jacketing 17, and the expansion chamber 18 is surrounded by metal jacketing 19.

Metal jacketing 15 includes a recess 21, and metal jacketing 19 includes a recess 22. Recess 21 and recess 22 surround or enclose metal jacketing 17 surrounding nozzle or capillary 16. Metal jacketing 15 and metal jacketing 19 are fastened to each other with fastening means such as bolts, screws, or dowels (not shown), thereby enclosing metal jacketing 17 in recesses 21 and 22, and ensuring that the nozzle or capillary 16 is disposed between mixing chamber 12 and expansion chamber 18.

Preheated heavy oil enters mixing chamber 12 through conduit 11, which terminates in a conical atomization nozzle 13, whereby the heavy oil enters the mixing chamber 12 in the form of droplets. The preheated organic material, such as an organic solvent, enters the mixing zone 12 through conduit 14.

The preheated organic solvent enters mixing chamber 12 from conduit 14 such that it moves along the cylindrical wall of mixing chamber 12 in a circular or vortexing motion. The droplets of heavy oil, which entered mixing chamber 12 through atomization nozzle 13, contact the organic solvent along the cylindrical wall of the mixing chamber 12, whereby the resulting mixture of heavy oil and organic solvent is passed through mixing chamber 12 as a vortexed mixture of heavy oil and solvent, and into nozzle or capillary 16. As noted hereinabove, the mixture of heavy oil and solvent is passed through nozzle or capillary 16 at a velocity of from about 100m/sec to about 300m/sec, and is subjected to a pressure drop of from about 150 psig to

about 5,000 psig. As the mixture of heavy oil and solvent passes through nozzle or capillary 16, the heavy oil is subjected to hydrodynamic cavitation as hereinabove described.

The mixture of heavy oil and solvent then exits the nozzle or capillary 16 and enters expansion chamber 18, wherein cooling of the heavy oil occurs. The resulting destructured heavy oil then exits the expansion chamber 18 through pipe 20. The destructured heavy oil then is transported to a desired location, and/or subjected to further processing, such as, for example, deasphalting and/or distillation or fractionation.

In another embodiment, as shown in Figure 4, heavy oil in line 101 is passed through pump 102 into line 103. An organic material, such as an organic solvent or diluent, in line 104, is passed through pump 106 into line 114. The organic solvent or diluent in line 114 is mixed with the heavy oil from line 103, and the mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is passed through line 107. The mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is heated by passing the mixture through heat exchanger 108, whereby the mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is heated by passing a heated destructured heavy oil from line 120 through heat exchanger 108, whereby the mixture of untreated heavy oil and organic solvent or diluent is heated and the destructured heavy oil is cooled. The heated mixture of heavy oil and organic solvent or diluent then is passed through line 109 into heat exchanger 122, whereby the mixture of untreated heavy oil and organic solvent or diluent is subjected to further heating. The mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is heated by passing a heated gas, such as, for example, a heated mixture of air and natural gas, through heat exchanger 122, whereby the mixture of untreated heavy oil and organic solvent or diluent is subjected to further heating.

The heated mixture of heavy oil and organic solvent or diluent then is passed into line 111, and into static mixer 112. In static mixer 112, the stream of the mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is divided, and the divided streams are forced to opposite outside

walls, thereby causing a single direction mixing vortex axial to the center line of the static mixer 112. The mixing vortex then is sheared, and division of the stream of heavy oil and organic solvent or diluent re-occurs, with the opposite directional rotation. An example of such a static mixer is a Stratos Tube Mixer, Series 250, sold by Koflo Corporation, of Cary, Illinois.

After the heavy oil and organic solvent or diluent are subjected to mixing in static mixer 112, the mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is passed through line 113 and into the cavitation zone 116, whereby the mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is subjected to cavitation. Cavitation zone 116 includes a cavitation nozzle or capillary (not shown) surrounded by metal jacketing. The mixture of heavy oil and organic solvent or diluent is passed through the nozzle or capillary of the cavitation zone 116 at a velocity of from about 100m/sec to about 300m/sec, and is subjected to a pressure drop of from about 150 psig to about 5,000 psig. As the mixture of heavy oil and solvent or diluent passes through the nozzle or capillary of the cavitation zone 116, the heavy oil is subjected to hydrodynamic cavitation.

The mixture of heavy oil and organic solvent or diluent then exits the cavitation zone 116 and enters expansion chamber 118, wherein cooling of the heavy oil occurs. The resulting destructured heavy oil then exits expansion chamber 118 through pipe 120. The destructured heavy oil then enters heat exchanger 108, whereby heat is transferred from the destructured heavy oil to the mixture of untreated heavy oil and solvent or diluent entering heat exchanger 108 from line 107. The cooled destructured heavy oil exits heat exchanger 108 through line 121, and enters air cooler 124, whereby the destructured heavy oil is subjected to further cooling. The heavy oil exits air cooler 124 through line 123, and is subjected to further processing, such as, for example, deasphalting and/or distillation or fractionation.

EXAMPLES

The invention now will be described with respect to the following examples; however, the scope of the present invention is not intended to be limited thereby.

EXAMPLE 1

A Lloydminster heavy oil, having an API gravity of 12.0°, a specific gravity of 0.986 (density of 0.986g/cm³), and a kinematic viscosity of 34,805 cSt at 15°C, of 2,795 cSt at 40°C, and of 636 cSt at 60°C, was heated to 400°C and pumped through a pipe having a diameter of ¼ inch and then through a conical atomization nozzle having a diameter at the tip of 0.03 inch into a mixing chamber having a length of 3 inches and a diameter of 1.5 inches. Pentane solvent was heated to a temperature of 400°C and pumped through a pipe having a diameter of 0.203 inch into the mixing chamber in an amount of 9 vol. % of the volume of the heavy oil. The heavy oil and pentane were mixed in the mixing chamber for 10 seconds. The mixture of heavy oil and pentane then was passed from the mixing chamber through a cavitation nozzle. The velocity in the nozzle was about 118m/sec. The cavitation nozzle had a length of 1 inch and a diameter of 0.008 inch. The differential pressure, or pressure drop, across the nozzle was about 410 psig. The mixture of heavy oil and pentane then entered an expansion chamber having a length of 2.25 inches and a diameter of 1.5 inches.

The resulting treated oil had an API gravity of 18.1°, a specific gravity of 0.945 (density of 0.945g/cm³), a kinematic viscosity of 710 cSt at 15°C, of 183 cSt at 40°C, and of 67 cSt at 60°C.

EXAMPLE 2

The Lloydminster heavy oil of Example 1 was treated under the conditions described in Example 1 except that the heavy oil was heated to 380°C, pentane was added to the heavy oil in an amount of 15 vol. % of the volume of heavy oil, and the mixture of heavy oil and pentane was

WO 2008/106765

PCT/CA2008/000010

passed through the cavitation nozzle at a velocity in the nozzle of about 120 m/sec and a pressure drop of about 450 psig.

The resulting treated oil had an API gravity of 20.6°, a specific gravity of 0.930 (density of 0.930 g/cm³), and a kinematic viscosity of 610 cSt at 15°C, of 104 cSt at 40°C, and of 44 cSt at 60°C.

EXAMPLE 3

The Lloydminster heavy oil of Example 1 was treated under the conditions described in Example 1 except that each of the heavy oil and pentane were heated to 350°C, and the mixture of heavy oil and pentane was passed through the cavitation nozzle at a velocity in the nozzle of about 168 m/sec, and subjected to a pressure drop of about 1,100 psig.

The resulting treated oil had an API gravity of 21.2°, a specific gravity of 0.927 (density of 0.927 g/cm³), and a kinematic viscosity of 109 cSt at 15°C, of 35 cSt at 40°C, and of 12 cSt at 60°C.

EXAMPLE 4

A bitumen from the cold lake region of Alberta, having an API gravity of 10.0°, a specific gravity of 0.996 (density of 0.996 g/cm³), and a dynamic viscosity of 138,000 cP at 15°C was heated to 380°C and pumped through a pipe having a diameter of ¼ inch. Pentane solvent was heated to a temperature of 400°C, and pumped through a pipe having a diameter of ¼ inch. The pentane solvent then was mixed with the bitumen in a pipe having a diameter of ¼ inch, in an amount of 17 vol% of the volume of the bitumen. The mixture of bitumen and pentane then was mixed further in a static mixer (Stratos Tube Mixer, 250 Series, Koflo Corporation, Cary, Illinois) having a length of 9 inches and a diameter of ¼ inch. The bitumen and pentane were mixed in the static mixer for 10 seconds. The mixture of bitumen and pentane then was passed from the mixing chamber through a cavitation nozzle. The velocity in the nozzle was 203 m/sec.

The cavitation nozzle had a length of 0.56 inch and a diameter of 0.007 inch. The differential pressure, or pressure drop, across the nozzle was about 2,400 psig. The mixture of bitumen and pentane then entered an expansion chamber having a length of 2.25 inches and a diameter of 1.5 inches.

The resulting treated oil had an API gravity of 20.9°, a specific gravity of 0.928 (density of 0.928g/cm³), and a dynamic viscosity of 300 cP at 15°C, or kinematic viscosity of 323 cSt at 15°C.

EXAMPLE 5

A Smiley Coleville heavy oil having an API gravity of 14.2°, a specific gravity of 0.9703 (density of 0.9703g/cm³), and a dynamic viscosity of 7,600 cP at 15°C and 7,190 cP at 20°C was treated under the conditions described in Example 4 hereinabove, except that each of the heavy oil and pentane were heated to 200°C, the pentane was added in amount of 13 vol. % of the volume of the heavy oil, the velocity of the mixture of pentane and heavy oil in the cavitation nozzle was 186m/sec, and the pressure drop across the cavitation nozzle was 2,000 psig.

The resulting treated oil had an API gravity of 22.5°, a specific gravity of 0.919 (density of 0.919g/cm³), and a dynamic viscosity of 340 cP at 15°C, which is equivalent to a kinematic viscosity of 370 cSt at 15°C.

The disclosure of all patents and publications, including published patent applications, are hereby incorporated by reference to the same extent as if each patent and publication were specifically and individually incorporated by reference.

It is to be understood, however, that the scope of the present invention is not to be limited to the specific embodiments described above. The invention may be practiced other than as particularly described and still be within the scope of the accompanying claims.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A process for treating a heavy oil, comprising:
subjecting a liquid comprising a heavy oil to cavitation to reduce the viscosity of said heavy oil.
2. The process of Claim 1 wherein said liquid further comprises an organic material which is not a heavy oil.
3. The process of Claim 2 wherein, prior to mixing of said heavy oil with said organic material, said heavy oil is heated to a temperature of from about 75°C to about 450°C, and said organic material is heated to a temperature of from about 75°C to about 800°C.
4. The process of Claim 2 wherein said organic material is present in said mixture of said heavy oil and said organic material in an amount of from about 5 vol. % to about 25 vol. % of the volume of said heavy oil.
5. The process of Claim 2 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a velocity of from about 100 m/sec to about 300m/sec, a pressure drop of from about 150 psi to about 5,000 psi, and cavitation to reduce the viscosity of said heavy oil.
6. The process of Claim 3 wherein said heavy oil is heated to a temperature of from about 150°C to about 450°C.
7. The process of Claim 6 wherein said heavy oil is heated to a temperature of from about 200°C to about 450°C.
8. The process of Claim 7 wherein said heavy oil is heated to a temperature of from about 200°C to about 400°C.
9. The process of Claim 8 wherein said heavy oil is heated to a temperature of from about 300°C to about 400°C.
10. The process of Claim 3 wherein said organic material is heated to a temperature of from about 150°C to about 800°C.

11. The process of Claim 10 wherein said organic material is heated to a temperature of from about 300°C to about 800°C.
12. The process of Claim 11 wherein said organic material is heated to a temperature of from about 300 °C to about 600 °C.
13. The process of Claim 12 wherein said organic material is heated to a temperature of from about 300°C to about 400°C.
14. The process of Claim 5 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a velocity of from about 150m/sec to about 300m/sec.
15. The process of Claim 14 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a velocity of from about 200m/sec to about 300m/sec.
16. The process of Claim 5 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a pressure drop of from about 400 psig to about 4,000 psig.
17. The process of Claim 16 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a pressure drop of from about 400 psig to about 2,000 psig.
18. The process of Claim 17 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a pressure drop of from about 400 psig to about 1,500 psig.
19. The process of Claim 18 wherein said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to a pressure drop of from about 1,000 psig to about 1,500 psig.
20. The process of Claim 1 wherein said heavy oil and said organic material are mixed in a first zone and said mixture of said heavy oil and said organic material is subjected to cavitation in a second zone.
21. The process of Claim 1 wherein said heavy oil is treated in the absence of hydrogen.

1/4

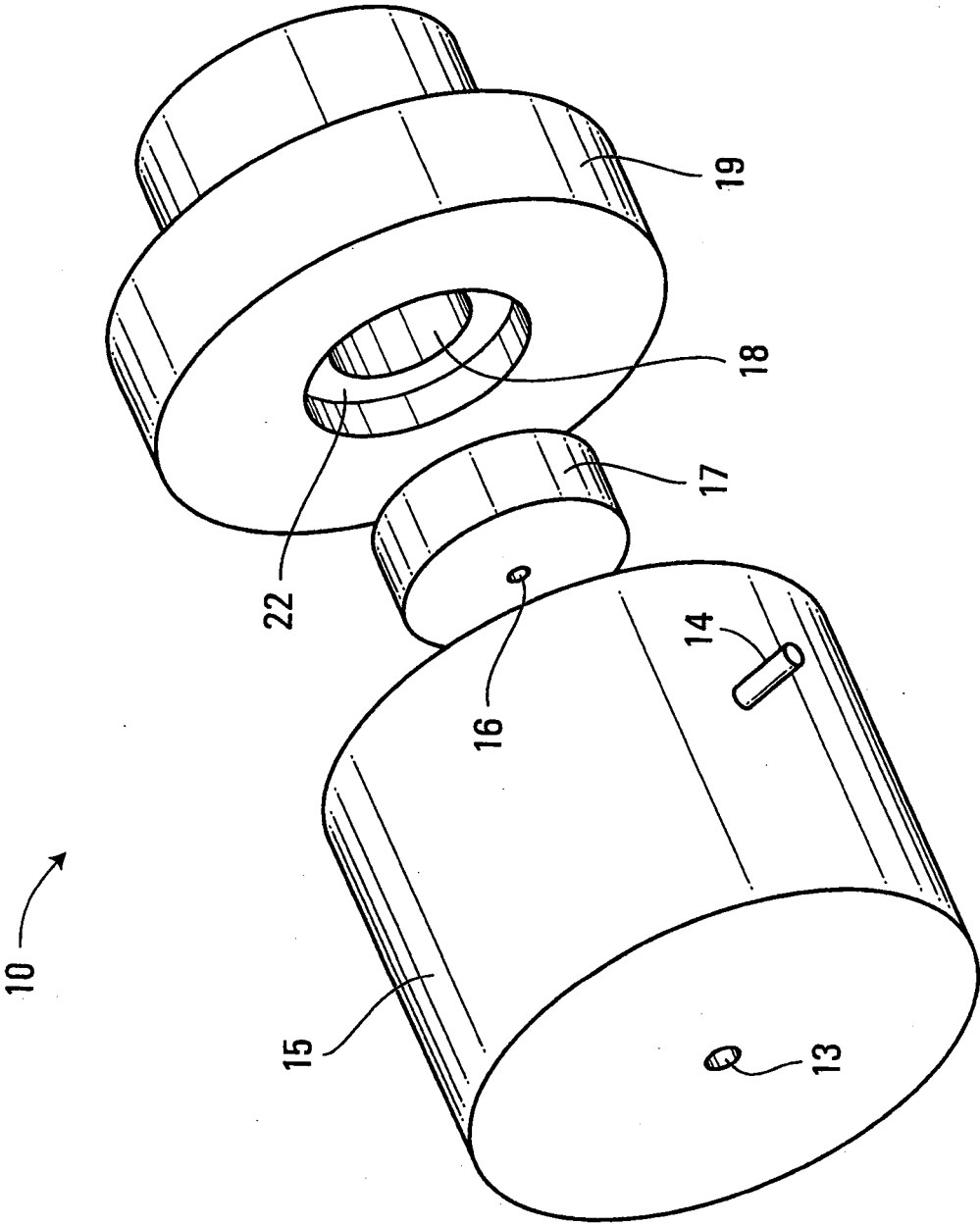


FIG. 1

2/4

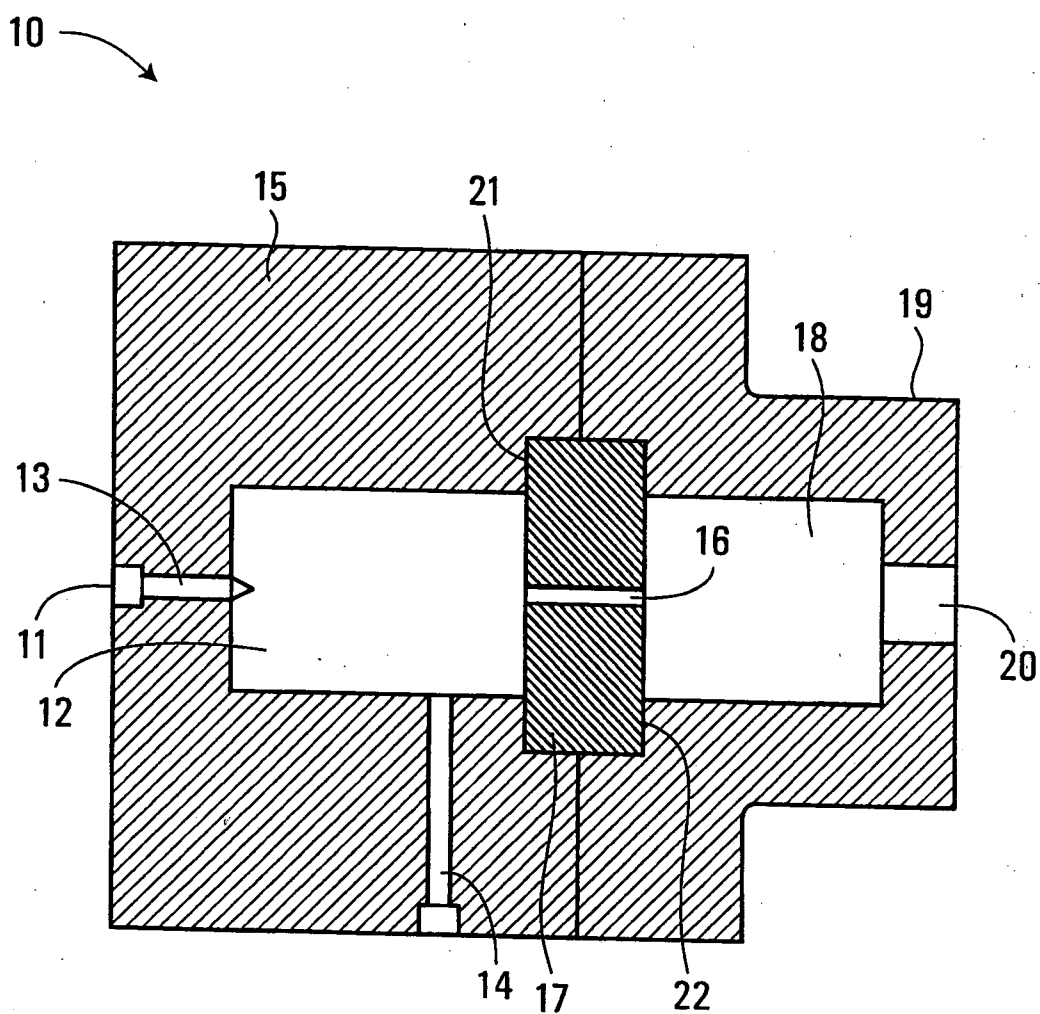
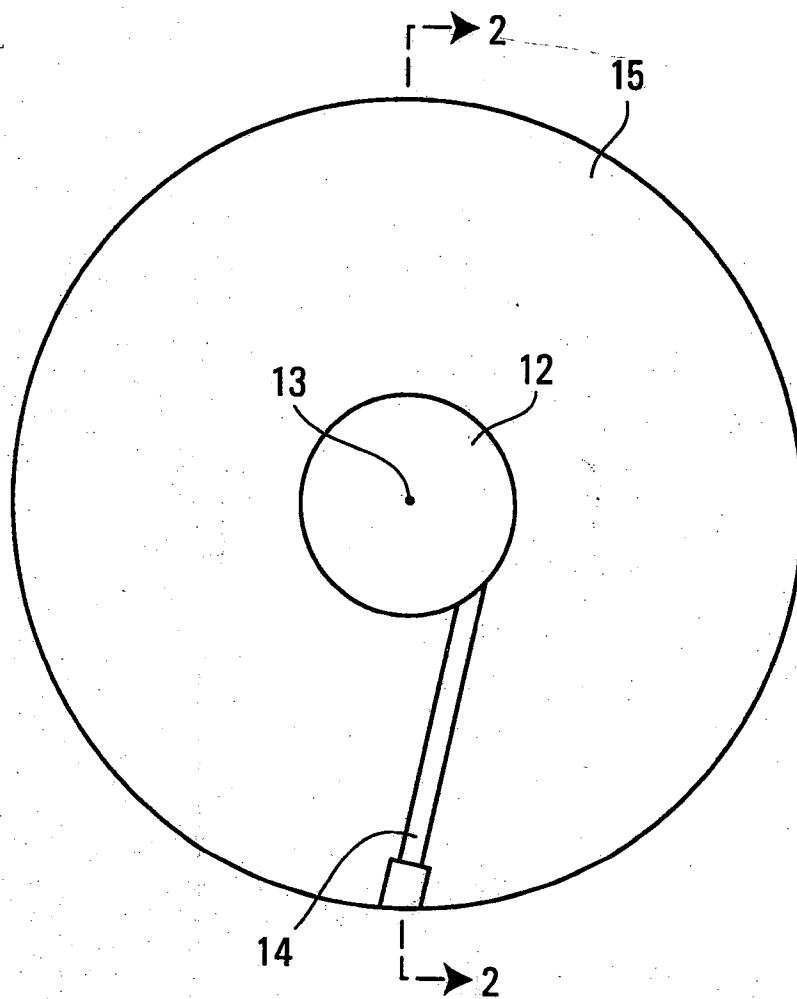


FIG. 2

3/4

**FIG. 3**

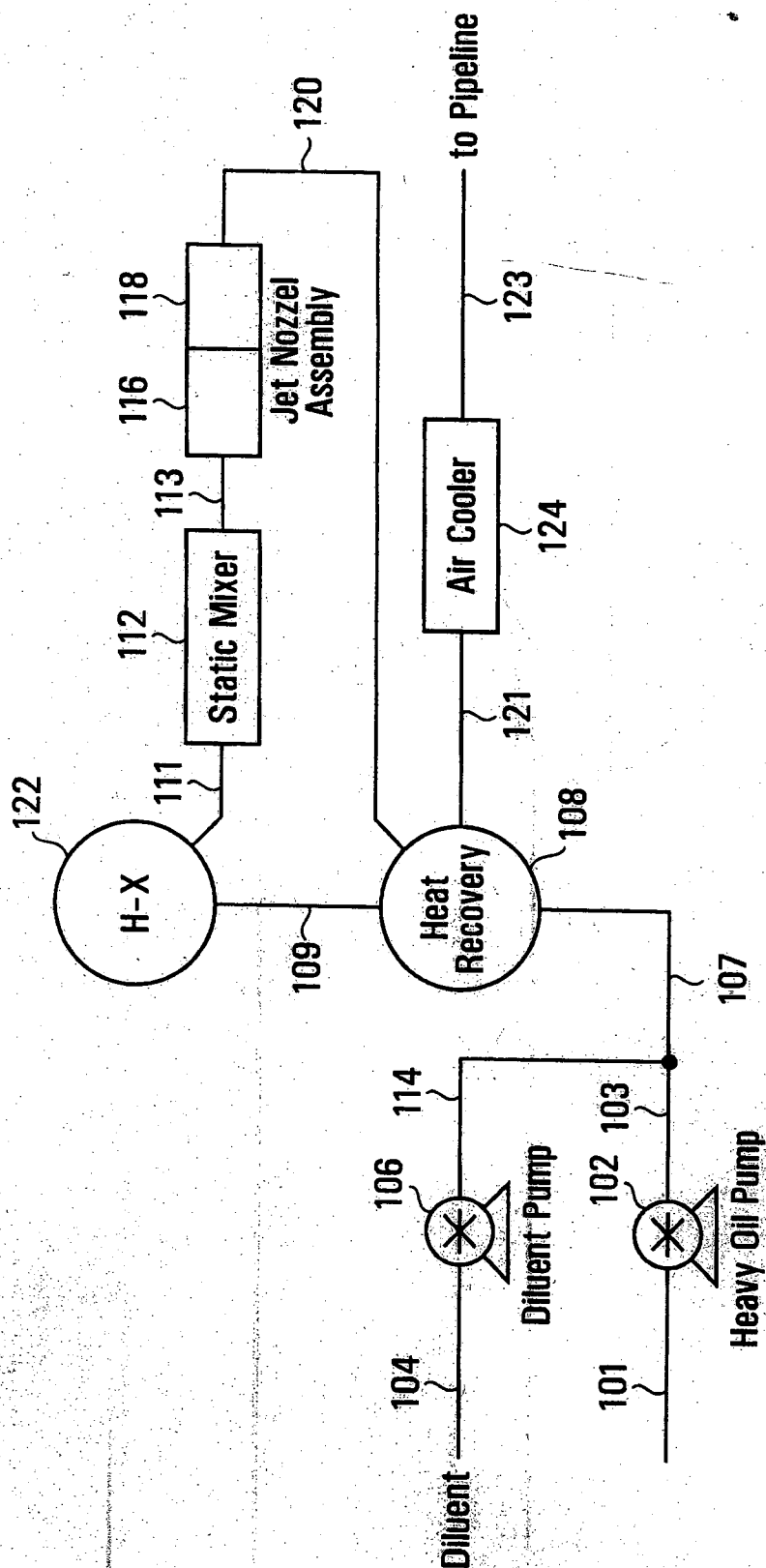


FIG. 4

PROCESO DE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA PARA TRATAR PETRÓLEOS CRUDOS

Esta solicitud reivindica la prioridad basada en la solicitud provisional No. de Serie 60/905.171, presentada en 5 Marzo 6, 2007, cuyos contenidos se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

Esta invención se relaciona con un proceso para tratar
petróleos crudos. Más particularmente, esta invención se
10 relaciona con un proceso para tratar petróleo crudos al
desestructurar tales petróleo crudos a través de redistribución
molecular, reduciendo por lo tanto la viscosidad de tales
petróleos crudos. Tal tratamiento se efectúa al someter un
petróleo crudo a cavitación. El petróleo crudo tratado tiene una
15 viscosidad reducida debido a la redistribución molecular, y su
procesamiento adicional o mejora se puede efectuar bajo
condiciones de menor severidad que el petróleo crudo no tratado.

El término "petróleo crudo", como se utiliza aquí, incluye
20 petróleo que se clasifican por el Instituto Americano del
Petróleo (API), como petróleo crudos o petróleo extracrudos. En
general, un petróleo de hidrocarburo pesado tiene una gravedad
API entre 22.3° (densidad de 920 kg/m³ o 0.920 g/cm³) y 10.0°
(densidad de 1,000 kg/m³ o 1 g/cm³). Un petróleo extracrudo en
25 general tiene una gravedad API de menos de 10 0° (densidad mayor
de 1,000 kg/m³ o mayor de 1 g/cm³). Por ejemplo, los petróleo
crudos se pueden extraer de arenas de petróleo, productos de
fondos de alquitrán atmosféricos, productos de fondos de
alquitrán de vacío, aceite de lutita, líquidos derivados de

carbón, residuos de petróleo crudo, y petróleo crudo semirrefinado.

Tales petróleos crudos, sin embargo, son altamente viscosos y dificultan el bombeo a través de oleoductos, y requieren altas técnicas de severidad para mejoramiento.

Los petróleos crudos en general tienen propiedades macro y micro estructurales así como también tienen moléculas constitutivas químicas específicas. Las moléculas constitutivas químicas pertenecen a dos categorías genéricas, maltenos y asfaltenos. Los maltenos son solubles en 40 volúmenes de pentano, aunque los asfaltenos son solubles en tolueno pero insolubles en pentano. También presentes en los petróleos crudos están los metales, particularmente níquel y vanadio. Los metales se asocian principalmente con los asfaltenos. La organización espacial de los maltenos y los asfaltenos resulta en las propiedades macro y micro estructurales, con la organización molecular que origina altas viscosidades, que poseen un problema en transportar tales petróleos y en separar los asfaltenos de los maltenos.

Más particularmente, los asfaltenos se forman mediante un núcleo de moléculas aromáticas polinucleares agrupadas en capas, a las que se adhieren cadenas alquilo. El núcleo está rodeado por e inmerso en el material malteno. El material malteno incluye saturados libres (algunos de ellos cíclicos), mono y diaromáticos y resinas que se considera están asociados cercanamente con los asfaltenos. Esta organización se considera que es la microestructura y el núcleo de los asfaltenos se puede considerar

000031

que poseen disposiciones microcristalinas. La organización microestructural forma agregados en los que varias disposiciones microcristalinas forman una estructura micelar conocida como una macroestructura. La estructura micelar o macroestructura tiene 5 fuerzas cohesivas y asociativas fuertes entre los agregados, que cuenta para la alta viscosidad del petróleo crudo.

La Patente U.S. No. 5,096,566 describe un método para reducir la viscosidad de un petróleo crudo al calentar un 10 petróleo de hidrocarburo crudo a una temperatura de 350°-450° C, y calentar un gas, tal como hidrógeno o nitrógeno, a una temperatura de 400-900° C. El petróleo crudo y el gas caliente se mezclan luego en un mezclador, y la mezcla de petróleo crudo y gas en el mezclador se someten a una presión de entre 700 a 2,000 15 psi. Luego se pasa la mezcla a través de una boquilla pequeña u orificio de tal manera que ocurre una caída de presión de entre 500 a 1,500 psi a través de la boquilla u orificio, y la mezcla de petróleo crudo y gas se eyectan de la boquilla u orificio, proporcionando por lo tanto un petróleo que tiene una viscosidad 20 reducida. Cuando el petróleo crudo se mezcla con el hidrógeno, también ocurre hidrocraqueo leve del petróleo crudo. Este petróleo se puede procesar luego adicionalmente, tal como en una zona de reacción, por ejemplo.

25 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se suministra aquí un proceso para tratar un petróleo crudo. El proceso comprende someter un líquido que comprende un petróleo crudo a cavitación con el fin de reducir la viscosidad del petróleo crudo.

En una modalidad no limitante, el petróleo crudo se trata en la ausencia de hidrógeno.

5 El término "líquido", como se utiliza aquí, significa un líquido a temperatura y presión estándar.

El término "temperatura y presión estándar", como se utiliza aquí, significa una presión de 1 atmósfera y 15° C.

10

Como se conoce en la técnica, la cavitación significa la formación, crecimiento, y colapso o implosión de gas o vapor que llena burbujas en los líquidos. La cavitación requiere la presencia de microcavidades transitorias y pequeñas o
15 microburbujas de vapor o gas. Las microcavidades o microburbujas crecen, y luego implotan o colapsan. La implosión, o compresión y colapso repentino de las microcavidades o microburbujas eleva la temperatura de la interfaz entre las microcavidades o
micorburbujas y el petróleo crudo durante intervalos de tiempo
20 muy cortos, es decir, microsegundos. Tal temperatura incrementa y facilita la reacción química y la formación de radicales libres.

Así, durante la cavitación, una porción del líquido que comprende el petróleo crudo está en la forma de un gas que se
25 dispersa como burbujas en la porción del líquido.

Tal cavitación se puede efectuar por medios conocidos por aquellos expertos en la técnica, tal como, por ejemplo, por cavitación hidrodinámica, o cavitación ultrasónica. Se entiende,

000033

sin embargo, que el alcance de la presente invención no se limita a ningún método específico de efectuar cavitación. En una modalidad no limitante, el líquido que comprende el petróleo crudo se somete a cavitación hidrodinámica. En la cavitación hidrodinámica, el líquido que comprende el petróleo crudo una porción de la cual está en la forma de gas disperso en el líquido, se pasa a través de una zona de cavitación o restricción, tal como, por ejemplo, un capilar o boquilla, para incrementar la velocidad de la mezcla. La porción gaseosa puede estar presente antes de pasar el líquido que comprende el petróleo crudo a través de la zona de cavitación y/o tal porción gaseosa se puede producir como un resultado de la caída de la presión que resulta de pasar el líquido que comprende el petróleo crudo a través de la zona de cavitación.

15

En general, uno puede determinar si la cavitación hidrodinámica ha ocurrido al determinar el número de cavitación del petróleo crudo, que se pasa a través de la zona de cavitación. El número de cavitación se puede determinar en unidades métricas de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\sigma_c = \frac{2(P - P_v)}{\rho V^2}$$

en donde σ_c es el número de cavitación, P es la presión estática local del petróleo crudo, P_v es la presión del vapor del petróleo crudo, ρ es la densidad de petróleo crudo, y V es la velocidad del petróleo crudo.

25

En general, dependiendo de los parámetros exactos empleados, el número de cavitación σ_c , no excede 1,5. Se entiende, sin embargo, que, dentro del alcance de la presente invención, puede haber cavitación en ciertos casos cuando el número de cavitación es mayor que o igual a 1.5.

En una modalidad no limitante, el líquido que comprende el petróleo crudo se pasa a través de la zona de cavitación, que puede estar en la forma de un capilar o boquilla u otro tipo de restricción, a una velocidad de entre aproximadamente 100 m/seg a aproximadamente 300 m/seg, y cuando el líquido comprende el paso de petróleo crudo a través de la zona de cavitación tal como un capilar o boquilla, el líquido que comprende el petróleo crudo se somete a una caída de presión de entre aproximadamente 150 psig a aproximadamente 5,000 psig. En la zona de cavitación, el petróleo crudo se somete a cavitación. Como se conoce en la técnica, la cavitación se produce por microburbujas de gas dispersas en el petróleo crudo. Tales microburbujas se expanden y luego implotan o colapsan. La implosión o colapso de las microburbujas eleva la temperatura en la interfaz de las microburbujas y el petróleo crudo a muy altos niveles, por ejemplo de aproximadamente 1.000° C a aproximadamente 2,000° C, durante un periodo de microsegundos, que facilitan la formación de radicales libres y reacciones químicas.

En una modalidad no limitante, el líquido que comprende el petróleo crudo se pasa a través de la zona de cavitación a una velocidad de entre aproximadamente 150m/seg a aproximadamente 300m/seg. En otra modalidad, el líquido que comprende el petróleo

crudo se pasa a través de la zona de cavitación a una velocidad de entre aproximadamente 200m/seg a aproximadamente 300m/seg.

En una modalidad no limitante, el líquido que comprende el
5 petróleo crudo se somete a una caída de presión en la zona de
cavitación de entre aproximadamente 400 psig a aproximadamente
4,000 psig. En otra modalidad no limitante, el líquido que
comprende petróleo crudo se somete a una caída de presión en la
zona de cavitación de entre aproximadamente 400 psig a
10 aproximadamente 2,000 psig. En otra modalidad, el líquido que
comprende el petróleo crudo se somete a una caída de presión en
la zona de cavitación de entre aproximadamente 400 psig a
aproximadamente 1,500 psig. En aún otra modalidad, el líquido que
comprende el petróleo crudo se somete a una caída de presión en
15 la zona se entre aproximadamente 1,000 psig a aproximadamente 1
,500 psig.

En una modalidad no limitante, la relación de la longitud de
la zona de cavitación con el ancho de la zona de cavitación es de
20 aproximadamente 10 a aproximadamente 125. En otra modalidad no
limitante, la relación de la longitud de la zona de cavitación
con el ancho de la zona de cavitación es de aproximadamente 50 a
aproximadamente 125.

25 En una modalidad no limitante, el petróleo crudo se calienta
y luego el petróleo crudo se somete a condiciones que producen
cavitación como se describió anteriormente.

En una modalidad no limitante, el petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 75°C a aproximadamente 450° C. En otra modalidad, el petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 150° C a aproximadamente 450° C. En otra modalidad, el petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 200° C a aproximadamente 450° C. En aún otra modalidad, el petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 200° C a aproximadamente 400° C. En todavía otra modalidad, el petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 300° C a aproximadamente 400° C.

Aunque el alcance de la presente invención no está destinado a ser limitado, en general el petróleo crudo a ser tratado puede ser de aquellos petróleos denominados por el Instituto Americano de Petróleo (API) como petróleos crudos y petróleos extracrudos. Como se anotó aquí anteriormente, un petróleo crudo tiene una gravedad API de entre 22.3° (densidad de 920 kg/m³ o 0.920g/cm³) y 10.0° (densidad de 1 ,000 kg/m³ o 1 g/cm³). Un petróleo extracrudo tiene una gravedad API de menos de 10.0° (densidad mayor de 1 ,000 kg/m³ o mayor de 1 g/cm³). Ejemplos de tales petróleos crudos incluyen, pero no se limitan a, bitumen, petróleos crudos extraídos del por debajo de superficie terrestre por drenaje de gravedad asistido con vapor, o SAGD, y otros métodos, productos residuales de destilación por vacío o atmosférica de bitumen o petróleo crudo, aceite de lutita, líquidos derivados de carbón, residuos de petróleo crudo, y petróleos crudos semirrefinados.

En otra modalidad no limitante, una porción del petróleo crudo cuando se calienta puede o no vaporizarse.

En una modalidad no limitante, la porción del petróleo crudo
5 que se vaporiza no excede de 35% de volumen del volumen del petróleo crudo. En otra modalidad no limitante, la porción de petróleo crudo que se vaporiza no excede 15% de volumen del volumen del petróleo crudo.

10 En una modalidad no limitante, el líquido comprende adicionalmente un material orgánico, que no es un petróleo crudo y es un líquido a presión y temperatura estándar. Así, en una modalidad no limitante, se proporciona aquí un proceso para
15 tratar un petróleo crudo que comprende someter un petróleo crudo en combinación con un material orgánico a cavitación con el fin de reducir la viscosidad del petróleo crudo.

La mezcla de petróleo crudo y material orgánico se puede someter a cavitación como se describió aquí anteriormente. Por
20 ejemplo, la mezcla de petróleo crudo y el material orgánico se pueden pasar a través de la zona de cavitación bajo las condiciones de velocidad y caída de presión mencionadas aquí.

Adicionalmente, cuando la mezcla de petróleo crudo y
25 material orgánico se somete a cavitación hidrodinámica, una porción de la mezcla de petróleo crudo y material orgánico está en la forma de un gas disperso en el líquido. La porción gaseosa puede ser (i) una porción de todo el material orgánico, o (ii) una porción o todo el material orgánico y una porción del

petróleo, o (iii) solo una porción del petróleo crudo. Preferiblemente, el gas incluye material orgánico y puede o no puede incluir una porción de petróleo crudo.

5 En una modalidad no limitante, cada uno del petróleo crudo y el material orgánico se calientan, el petróleo crudo y el material orgánico se mezclan, y luego la mezcla de material orgánico y petróleo crudo se someten a condiciones que producen cavitación como se describe aquí.

10

En una modalidad no limitante, posterior al calentamiento del petróleo crudo y del material orgánico, el petróleo crudo y el material orgánico se mezclan en una zona de mezcla, y luego se somete a cavitación en la zona de cavitación.

15

En otra modalidad no limitante, una porción del petróleo crudo cuando se calienta, antes de ser mezclado con el material orgánico en la zona de mezcla, puede o no vaporizarse. Si una porción del petróleo crudo se vaporiza, tal porción, en una
20 modalidad no limitante, no excede las cantidades descritas aquí.

En otra modalidad no limitante, cuando se calienta (antes de ser mezclado con petróleo crudo en la zona de mezcla) todo o una porción del material orgánico se vaporiza.

25

En otra modalidad no limitante, el material orgánico, cuando se calienta (antes de ser mezclado con el petróleo crudo en la zona de mezcla) permanece líquido. En aun otra modalidad no limitante, cuando tal material orgánico líquido se pasa a través

de la zona de cavitación, todo o una porción de tal material orgánico líquido se vaporiza.

En otra modalidad no limitante, el material orgánico se ha
5 sometido a una temperatura por encima de la temperatura crítica y
una presión por encima de la presión crítica y así llega a ser un
fluido supercrítico, que tiene propiedades de un líquido y un
gas. El resultado es que el material orgánico tiene la capacidad
de interactuar o asociar con componentes del petróleo crudo que
10 son similares a aquellos como cuando el material orgánico existe
como un líquido, pero tiene una mayor difusión, menor viscosidad
y menor tensión superficial que tal material en la fase líquida.
Se entiende que el alcance de la presente invención no se limita
a tal una modalidad.

15

Así, En una modalidad no limitante, por lo menos una porción
de la mezcla del petróleo crudo y el material orgánico es un
líquido. En una modalidad, la cantidad de la mezcla que es un
líquido es una cantidad suficiente para formar una fase continua
20 que se somete a cavitación como se describió aquí. En una
modalidad no limitante, el líquido está presente en una cantidad
de por lo menos 40 vol. % del volumen total de la mezcla de
petróleo crudo y material orgánico. En otra modalidad, el líquido
está presente en una cantidad de 60 vol. % del volumen total de
25 petróleo crudo y material orgánico.

En una modalidad no limitante, el material orgánico induce
interacciones moleculares selectivas que cambian el ambiente
molecular de los asfaltenos, tal como, por ejemplo, a través de

fuerzas Van der Waals, fuerzas de dispersión, e interacciones dipolo-dipolo induciendo por lo tanto cambios en la estructura micelar y facilitando la posterior separación de los asfaltenos del petróleo crudo. En una modalidad el material orgánico interactúa o se asocia con uno o más de los componentes del petróleo crudo, pero no interactúa con los asfaltenos. En otra modalidad, el material orgánico interactúa con o se asocia con los asfaltenos.

10 Como se anotó anteriormente, el material orgánico es un material que no es un petróleo crudo y es líquido a presión y temperatura estándar.

En aun otra modalidad no limitante, el material orgánico es un disolvente orgánico.

Ejemplos de materiales orgánicos que se pueden emplear dentro del alcance de la presente invención incluye, pero no se limitan a, pentano, gases de petróleo licuificados (LPG), alcoholes, tal como metanol y etanol, por ejemplo, y éteres, tal como, por ejemplo, alquilo éteres tales como dimetil éter y dietil éter, y sus mezclas.

En una modalidad no limitante, el material orgánico se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 75° C a aproximadamente 800° C. En otra modalidad no limitante, el material orgánico se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 150° C a aproximadamente 800° C. En otra modalidad, el material orgánico se calienta a una temperatura de entre

000041

aproximadamente 300° C a aproximadamente 800° C. En aún otra modalidad, el material orgánico se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 300° C a aproximadamente 600° C. En todavía otra modalidad, el material orgánico se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 300° C a aproximadamente 400° C.

En una modalidad no limitante, el material orgánico está presente en una mezcla de petróleo crudo y material orgánico en una cantidad entre aproximadamente 5 vol. % a aproximadamente 25 vol. % del volumen del petróleo crudo. En otra modalidad, el material orgánico está presente en una cantidad de entre aproximadamente 5 vol. % a aproximadamente 10 vol. % del volumen del petróleo crudo.

En otra modalidad no limitante, el petróleo crudo caliente ingresa a una zona de mezcla, o cámara de mezcla como un resultado de bombear el petróleo caliente a través de un primer conducto, y el material orgánico caliente ingresa a la cámara de mezcla como un resultando de bombear el material orgánico caliente a través de un Segundo conducto. En una modalidad, el primer conducto, a través del cual el petróleo crudo ingresa a la zona de mezcla, termina en una boquilla de atomización, con lo cual el petróleo crudo se atomiza cuando ingresa a la zona de mezcla o cámara de mezcla. En una modalidad, la boquilla de atomización tiene una forma que facilita la atomización del petróleo crudo, tal como, por ejemplo, una forma cónica. Así, el petróleo crudo ingresa a la zona de mezcla o cámara de mezcla como un pulverizado o rociado de gólicas de líquido. La presencia

del petróleo crudo en la forma de góticas líquidas incrementa el área de superficie del petróleo crudo y proporciona mejor mezcla del petróleo crudo y el material orgánico.

5 En una modalidad no limitante, el material orgánico ingresa a la zona de mezcla en una dirección de flujo que en efecto es tangencial a la dirección del flujo del petróleo crudo a través de la zona de mezcla. Más particularmente, el material orgánico ingresa a la zona de mezcla a través de un conducto como se describió anteriormente de tal manera que cuando el material orgánico ingresa a la zona de mezcla, el material orgánico se mueve a lo largo de la pared de la zona de mezcla en un movimiento circular o de centrifuga. El petróleo crudo, que ingresa a la zona de mezcla a través de una boquilla de atomización como se describió anteriormente entra en contacto y se llega a mezcla con el material orgánico que se centrifuga. Tal centrifugación del petróleo crudo y el material orgánico facilita la mezcla óptima del material orgánico y el petróleo crudo. La mezcla centrifugada de petróleo crudo y material orgánico se pasa luego a y se somete a cavitación en la zona de cavitación. Se entiende, sin embargo, que el alcance de la presente invención no se limita por tal una modalidad.

25 En otra modalidad no limitante, el petróleo crudo y el material orgánico se mezclan en un conducto, y luego la mezcla de petróleo crudo y el material orgánico se someten a mezcla adicional en un mezclador estático. En el mezclador estático, la corriente que incluye la mezcla de petróleo crudo y material orgánico se divide, y las corrientes divididas se fuerzan a las

paredes externas opuestas, originando por lo tanto un eje de
vórtice de mezcla de dirección única hacia la línea central del
mezclador estático. El vórtice de mezcla se corta luego, y una
división de la corriente de petróleo crudo y material orgánico
5 re-ocurre con la rotación direccional opuesta.

En una modalidad no limitante, la zona de mezcla o cámara de
mezcla se configura de tal manera que la zona de mezcla o cámara
de mezcla facilita la mezcla del petróleo crudo y el material
10 orgánico para proporcionar una mezcla esencialmente uniforme del
petróleo crudo y el material orgánico. En una modalidad no
limitante, la zona de mezcla o cámara de mezcla tiene una
configuración cilíndrica. En una modalidad no limitante, el
cilindro tiene una relación de longitud a diámetro de entre
15 aproximadamente 1 a aproximadamente 36. En otra modalidad no
limitante, el cilindro tiene una relación de longitud a diámetro
de aproximadamente 4. En aun otra modalidad no limitante, el
cilindro tiene una relación de longitud de diámetro de
aproximadamente 2. Se entiende, sin embargo, que el alcance de la
20 presente invención no se limita ninguna configuración específica
de la zona de mezcla o cámara de mezcla.

El material orgánico y el petróleo crudo, en una modalidad
no limitante, se mezcla en la zona de mezcla o cámara de mezcla
25 durante un periodo suficiente para proporcionar una mezcla
esencialmente uniforme del petróleo crudo y el material orgánico,
aun tal mezcla de petróleo crudo y material orgánico no se
retiene en la zona de mezcla durante un periodo prolongado de tal
manera que ocurre craqueo térmico indeseado.

En una modalidad no limitante, el material orgánico y el petróleo crudo se mezclan en la zona de mezcla durante un periodo que no excede 10 segundos. En otra modalidad, el material orgánico y el petróleo crudo se mezclan en la zona de mezcla durante un periodo de entre aproximadamente 1 segundo a aproximadamente 10 segundos.

El material orgánico induce interacciones moleculares selectivas que contribuyen a cambiar el ambiente molecular de los asfaltenos a través de la solvatación.

Después que el petróleo crudo y el material orgánico se mezclan en la zona de mezcla o cámara de mezcla, la mezcla de petróleo crudo y material orgánico sale de la zona de mezcla o cámara de mezcla, e ingresa a la zona de cavitación, en la que el petróleo crudo se somete a cavitación como se describió anteriormente.

En una modalidad no limitante, cuando el petróleo crudo se somete a cavitación hidrodinámica, el petróleo crudo se pasa de la zona de mezcla a la zona de cavitación, que es una restricción tal como un capilar o boquilla, en la que ocurre la cavitación. El ancho de la zona de cavitación es menor que la zona de mezcla. En una modalidad no limitante, la relación de ancho de la zona de cavitación con el ancho de la zona de mezcla es de aproximadamente 1/230 a aproximadamente 1/75.

Así, la mezcla de petróleo crudo y material orgánico se pasan de la zona de mezcla a través de la zona de cavitación o restricción para incrementar la velocidad de la mezcla, y con lo cual la mezcla se somete a una caída de presión. Como un
5 resultado, en la zona de cavitación se dispersan microborbujas en la porción de líquido de la mezcla. Inicialmente las microborbujas se expanden, y luego ellas implotan o colapsan, efectuando así la cavitación del petróleo crudo.

10 El producto de petróleo crudo resultante que se libera de la zona de cavitación es un petróleo crudo destruido que, luego de enfriamiento, tiene diferentes disposiciones micelares (reflejadas por una menor viscosidad) que aquellas del petróleo crudo antes de ser mezclado con el material orgánico y sometido a
15 cavitación como se describió anteriormente. Aunque el alcance de la presente invención no está destinada a ser limitada a cualquier razonamiento teórico, la cavitación del petróleo crudo, que es el resultado de microborbujas en el petróleo crudo, eleva la temperatura de la interfaz de las microborbujas, facilitando
20 por lo tanto la formación de radicales libres y la reacción química. También el material orgánico induce interacción molecular selectiva que cambia el ambiente molecular de los asfaltenos. Adicionalmente, si la temperatura se eleva durante el tratamiento, puede ocurrir algún craqueo insipiente, que resulta
25 en la liberación de cadenas alquilo de hidrocarburos saturadas presentes en los asfaltenos iniciales que así llegaran a ser más fáciles de separar del petróleo. La presente invención permite así la desestructuración de un petróleo crudo al agregar una pequeña cantidad de material orgánico y someter el petróleo crudo

a cavitación. Cuando se opone al suministro excesivo de cantidades de gas comprimido. El gas se reemplaza mediante una pequeña cantidad de material orgánico que es capaz de ser por lo menos parcialmente vaporizado.

5

Después que la mezcla de petróleo crudo y material orgánico se ha sometido a cavitación en la zona de cavitación como se describió anteriormente, la mezcla se libera de la zona de cavitación y se enfría a una temperatura deseada, tal como, por ejemplo, en una modalidad no limitante, al pasar la mezcla a una cámara o zona de expansión o a una cámara flash y el gas se separa parcialmente o totalmente del líquido. Aunque el componente y "curva de destilación" del petróleo crudo desestructurado resultante se aproxima a aquellos de petróleo crudo antes de desestructuración, el petróleo crudo desestructurado producido de acuerdo con la presente invención tiene una viscosidad reducida, una gravedad específica reducida, y se puede fraccionar más fácilmente que el petróleo crudo no tratado, es decir, las asfaltenos se pueden separar de los maltenos más fácilmente, tal como por precipitación, absorción, o micro filtración.

La presente invención proporciona así un petróleo crudo desestructurado que es más bombeable o transportable, y así se puede transportar más fácilmente para procesamiento adicional, y se puede fraccionar con menos severidad que su en su estado original. Por ejemplo, el petróleo crudo desestructurado se puede someter a deasfaltación, con lo cual los asfaltenos se separan del petróleo crudo, y proporcionan un petróleo de asfaleno

mejorado que se puede someter a refinación adicional o procesamiento. Alternativamente, el petróleo crudo se puede destilar en varias fracciones.

5

Breve Descripción de los Dibujos

La invención se describirá ahora con respecto a los dibujos, en donde:

10

Figura 1 es una vista en explosión de una modalidad de un aparato para efectuar la desestructuración de un petróleo crudo de acuerdo con la presente;

15

Figura 2 es una vista de sección transversal del aparato que muestra la zona de mezcla, la zona de cavitación, y la zona de expansión;

20

Figura 3 es una vista de sección transversal de la zona de mezcla que muestra los conductos que introducen petróleo crudo y disolvente a la cámara de mezcla; y

25

Figura 4 es un esquema de otra modalidad para efectuar la desestructuración de un petróleo crudo de acuerdo con la presente invención.

Con referencia ahora a los dibujos, un aparato 10 para tratar o desestructurar un petróleo crudo de acuerdo con la presente invención incluye una cámara de mezcla cilíndrica 12, una boquilla o capilar 16 en la que ocurre la cavitación, y una cámara de expansión 18. La cámara de mezcla 12 está rodeada por

una chaqueta de metal 15, con la boquilla o capilar 16 está rodeado por chaqueta de metal 17 y la cámara de expansión 18 está rodeada por una chaqueta de metal 19.

5 La chaqueta de metal 15 incluye una cavidad 21, y la chaqueta de metal 19 incluye una cavidad 22. La cavidad 21 y la cavidad 22 rodean o encierran la chaqueta de metal 17 que rodea la boquilla o capilar 16. La chaqueta de metal 15 y la chaqueta de metal 19 se sujeta una a la otra con medios de sujeción tal
10 como tornillos, pernos, o clavijas (no mostradas) que encierran por lo tanto la chaqueta de metal 17 en las cavidades 21 y 22, y aseguran que la boquilla o capilar 16 este dispuesto entre la cámara de mezcla 12 y la cámara de expansión 18.

15 El petróleo crudo precalentado ingresa a la cámara de mezcla 12 a través del conducto 11, que termina en una boquilla de atomización cónica 13, con lo cual el petróleo crudo ingresa a la cámara de mezcla 12 en la forma de gotas. El material orgánico precaliente, tal como un disolvente orgánico ingresa a la zona de
20 mezclado 12 a través del conducto 14.

El disolvente orgánico precaliente ingresa a la cámara de mezclado 12 del conducto 14 de tal manera que esta se mueve a lo largo de la pared cilíndrica de la cámara 12 en un movimiento
25 circular o de centrifugación. Las gotas de petróleo crudo, que ingresan a la cámara de mezcla 12 a través de la boquilla de atomización 13, entran en contacto al disolvente orgánico a lo largo de la pared cilíndrica de la cámara de mezcla 12, con lo cual la mezcla resultante de petróleo crudo y disolvente de gas

se pasan a través de la cámara de mezcla 12 como una mezcla centrifugada de petróleo crudo y disolvente, y dentro de la boquilla o capilar 16. Como se anotó anteriormente, la mezcla de petróleo crudo y disolvente se pasa a través de la boquilla o capilar 16 a una velocidad de entre aproximadamente 100m/seg a aproximadamente 300m/seg, y se somete a una caída de presión de entre aproximadamente 150 psig a aproximadamente 5.000 psig. Cuando la mezcla de petróleo crudo y disolvente pasan a través de la boquilla o capilar 16, el petróleo crudo se somete a cavitación hidrodinámica como se describió anteriormente.

La mezcla de petróleo crudo y disolvente sale luego de la boquilla 16 e ingresa a la cámara de expansión 18, en donde ocurre el enfriamiento del petróleo crudo. El petróleo crudo desestructurado resultante sale de la cámara de expansión 18 a través de la tubería 20. El petróleo crudo desestructurado se transporta luego a una ubicación deseada, y/o se somete a procesos adicionales, tal como, por ejemplo, desasfaltación y/o destilación o fraccionamiento.

20

En otra modalidad, como se muestra en la Figura 4, el petróleo crudo en el conducto 101 se pasa a través de la bomba 102 dentro del conducto 103. Un material orgánico, tal como un disolvente orgánico o diluyente, en el conducto 104, se pasa a través de la bomba 106 dentro del conducto 114. El disolvente orgánico o diluyente en el conducto 114 se mezcla con el petróleo crudo del conducto 103, y la mezcla de petróleo crudo disolvente orgánico o diluyente se pasa a través del conducto 107. La mezcla de petróleo crudo disolvente orgánico o diluyente se calienta al

pasar la mezcla a través del intercambiador de calor 108, con lo cual la mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se calienta al pasar un petróleo crudo desestructurado desde el conducto 120 a través del intercambiador de calor 108, con lo cual la mezcla de petróleo crudo no tratado y disolvente orgánico o disolvente se calienta y el petróleo crudo desestructurado se enfría. La mezcla caliente de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se pasa luego dentro el conducto 109 en el intercambiador de calor 122, con lo cual la mezcla de petróleo crudo no tratado y disolvente orgánico o diluyente se someten a calentamiento adicional. La mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se calientan al pasar el gas caliente, tal como, por ejemplo, una mezcla caliente de aire y gas natural, a través del intercambiador de calor 122, con lo cual la mezcla de petróleo crudo no tratado y disolvente orgánico o diluyente a calentamiento adicional.

El calentamiento de la mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se pasan luego del conducto 111. y dentro del mezclador estático 112. En el mezclado estático 112, la corriente de la mezcla del petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se divide, y las corrientes divididas se fuerzan a las paredes externas opuestas, originando un eje vórtice de mezcla de dirección única a la línea central del mezclador estático 112. Luego el vórtice de mezcla se corta, y la división de la corriente de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente re-ocurre, con la rotación direccional opuesta. Un ejemplo de tal un mezclador estático es un Stratos Tube Mixer, Series 250, vendido por Koflo Corporation, de Cary, Illinois.

000051

Después que el petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se somete a mezcla en el mezclador estático 112, la mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente es pasada a través del conducto 113 y dentro de la zona de cavitación 116, con lo cual la mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se someten a cavitación. La zona de cavitación 116 incluye una boquilla de cavitación o capilar (no mostrada) rodeado por una chaqueta de metal. La mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente se pasa a través de la boquilla o capilar a través de la zona de cavitación 116 a una velocidad de entre aproximadamente 100m/seg a aproximadamente 300m/seg, y se somete a una caída de presión entre aproximadamente 150 psig a aproximadamente 5,000 psig. Cuando la mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente pasan a través de la boquilla o capilar de la zona de cavitación 116, el petróleo crudo se somete a cavitación hidrodinámica.

La mezcla de petróleo crudo y disolvente orgánico o diluyente sale luego de la zona cavitación 116 e ingresa a la cámara de expansión 118, en donde ocurre el enfriamiento del petróleo crudo. El petróleo crudo desestructurado resultante sale luego de la cámara de expansión 118 a través de la tubería 120. El petróleo crudo desestructurado ingresa luego al intercambiador de calor 108, con lo cual se transfiere calor del petróleo crudo desestructurado a la mezcla de petróleo crudo no tratado y el disolvente o diluyente ingresa al intercambiador de calor 108 desde el conducto 107. El petróleo crudo desestructurado enfriado sale del intercambiador de calor 108 a través del conducto 121, e

ingresa aires del enfriador 124, con lo cual el petróleo crudo desestructurado se somete a enfriamiento adicional. El petróleo crudo sale del enfriador de aire 124 a través del conducto 123, y se somete a procesamiento adicional, tal como, por ejemplo, desasfaltación y/o destilación o fraccionamiento.

EJEMPLOS

La invención se describirá con respecto a los siguientes ejemplos, sin embargo, el alcance de la siguiente invención no está destinado a ser limitado por ellos.

EJEMPLO 1

Un petróleo crudo Lloydminster, que tiene una gravedad API de 120°, una gravedad específica de 0.986 (densidad de 0.986g/cm³), y una viscosidad cinemática de 34,805 cSt a 15° C, de 2,795 cSt a 40° C, y de 636 cSt a 60° C, se calienta a 400° C y se bombea a través de un conducto que tiene un diámetro de 1/4 de pulgada y luego a través de una boquilla de atomización cónica que tiene un diámetro en la punta de 0.03 pulgadas dentro de una cámara de mezcla que tiene una longitud 3 pulgadas y un diámetro de 1.5 pulgadas. El disolvente de Pentano se calienta a una temperatura de 400° C y se bombea a través de un conducto que tiene un diámetro de 0.203 pulgadas dentro de la cámara de mezcla en una cantidad de 9 vol. % del volumen de petróleo crudo. El petróleo crudo y pentano se mezcla dentro de la cámara de mezcla dentro de 10 segundos. La mezcla de petróleo crudo y pentano se pasa luego dentro de la cámara mezcla a través de una boquilla de

cavitación. La velocidad en la boquilla es de aproximadamente 118m/seg. La boquilla de cavitación tiene una longitud de 1 pulgada y un diámetro de 0.008 pulgadas. La caída de la presión, o presión diferencial, a través de la boquilla es de aproximadamente 410 psig la mezcla de petróleo crudo y pentano se ingresa luego y la cámara de expansión tiene una longitud de 2.25 pulgadas y un diámetro de 1.5 pulgadas.

El petróleo tratado resultante tiene una gravedad API de 181°, una gravedad específica de 0.945 (densidad de 0.945g/cm³), una viscosidad cinemática de 710 cSt a 15° C, de 183 cSt a 40° C, y de 67 cSt a 60° C.

EJEMPLO 2

15

El petróleo crudo Lloydminster de Ejemplo 1 se trata bajo condiciones descritas en el ejemplo 1 excepto que el petróleo crudo se calienta 380° C, se agrega pentano a al petróleo crudo en un cantidad de 15 vol % del volumen de petróleo crudo, y la mezcla de petróleo crudo y pentano se pasa a través de una boquilla de cavitación a una velocidad de aproximadamente 120m/seg y una caída de presión de aproximadamente de 450 psig.

El petróleo tratado resultante tiene una gravedad API de 20.6°, una gravedad específica de 0.930 (densidad de 0.930g/cm³), una viscosidad cinemática de 610 cSt a 15° C, de 183 cSt a 40° C, y de 44 cSt a 60° C.

EJEMPLO 3

El petróleo crudo Lloydminster de Ejemplo 1 se trata bajo condiciones descritas en el ejemplo 1 excepto que cada uno del petróleo crudo y pentano se calienta 350°C , y la mezcla de petróleo crudo y pentano se pasa a través de una boquilla de cavitación en una velocidad en la boquilla de de aproximadamente a 168m/seg, y se somete a una caída y una caída de presión de aproximadamente de 1,100 psig.

El petróleo tratado resultante tiene una gravedad API de 21.1° , una gravedad específica de 0.927 (densidad de 0.927g/cm^3), una viscosidad cinemática de 109 cSt a 15°C , de 35 cSt a 40°C , y de 12 cSt a 60°C .

EJEMPLO 4

Un bitumen de la región del lado frío de Alberta, que tiene una gravedad API de 10.0° , una gravedad específica de 0.996 (densidad de 0.996g/cm^3), y una viscosidad dinámica de 138,000 cP a 15°C se calienta a 380°C y se bombea a través de una tubería que tiene un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada. El disolvente pentano se calienta a una temperatura de 400°C , y se bombea a través de una tubería que tiene un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada. El disolvente pentano se mezcla luego con el bitumen en una tubería que tiene un diámetro $\frac{1}{4}$ de pulgada, en una cantidad de 17 vol% del volumen de bitumen. La mezcla del bitumen y pentano se mezcla luego adicionalmente en un mezclador estático (Stratos Tube Mixer, 250 Series, Koflo Corporation, Cary, Illinois) que tiene una longitud

de 9 pulgadas y a diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada. El bitumen y pentano se mezcla luego en un mezclador estático por 10 segundos. La mezcla de bitumen y pentano se pasan luego de la cámara de mezcla a través de la boquilla de cavitación. La velocidad de la
5 boquilla es de 203 m/seg. La boquilla de cavitación tiene una longitud de 0.56 pulgadas y un diámetro de 0.007 pulgadas. La presión diferencial, o la caída de la presión, a través de la boquilla es de aproximadamente 2,400 psig. La mezcla de bitumen y pentano ingresan luego a una cámara de expansión que tiene una
10 longitud 2.25 pulgadas y un diámetro de 1.5 pulgadas.

El petróleo tratado resultante tiene una gravedad API de 20.9°, una gravedad específica de 0.928 (densidad de 0.928g/cm³), y una viscosidad dinámica de 300 cP a 15° C, o viscosidad
15 cinemática de 323 cSt a 15° C.

EJEMPLO 5

Un petróleo crudo Smiley Coleville que tiene una gravedad
20 API de 14.2°, una gravedad específica de 0.9703 (densidad de 0.9703g/cm³), y una viscosidad dinámica de 7,600 cP a 15° C y 7,190 cP a 20° C se trata bajo las condiciones descritas en el Ejemplo 4 anterior, excepto que cada uno del petróleo crudo y pentano se calientan a 200° C, el pentano se agrega en una
25 cantidad de 13 vol. % del volumen de petróleo crudo, la velocidad de la mezcla del pentano y el petróleo crudo en la boquilla de cavitación es 186 m/seg, y la caída de la presión a través de la boquilla es de 2,000 psig.

El petróleo tratado resultante tiene una gravedad API de 22.5°, una gravedad específica de 0.919 (densidad de 0.919g/cm³), y una viscosidad dinámica de 340 cP a 15° C, que es equivalente a una viscosidad cinemática de 370 cSt a 15° C.

5

La descripción de todas las patentes y publicaciones, que incluyen solicitudes de patentes publicadas se incorporan aquí como referencia al mismo grado como si cada patente y publicación se incorporan específica e individualmente como referencia.

10

Se entiende, sin embargo, que el alcance de la presente invención no está limitado a las modalidades específicas indicadas anteriormente. La invención se puede practicar de forma diferente a lo particularmente descrito y estará aun dentro del
15 alcance de las reivindicaciones acompañantes.

REIVINDICACIONES

LO QUE SE REIVINDICA ES:

- 5 1. Un proceso para tratar un petróleo crudo, comprende: someter a un líquido que comprende un petróleo crudo a cavitación para reducir la viscosidad de dicho petróleo crudo.
- 10 2. El proceso de la reivindicación 1 en donde dicho líquido comprende adicionalmente un material orgánico que no es un petróleo crudo.
- 15 3. El proceso de la reivindicación 2 en donde, antes de mezclar dicho petróleo crudo con dicho material orgánico, dicho petróleo crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 75° C a aproximadamente 450° C, y dicho material orgánico se calienta a una temperatura de entre aproximadamente 75° C a aproximadamente 800° C.
- 20 4. El proceso de la reivindicación 2 en donde dicho material orgánico está presente entre dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico en una cantidad de entre aproximadamente 5 vol. % a aproximadamente 25 vol. % del volumen de dicho petróleo crudo.
- 25 5. El proceso de la reivindicación 2 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se someten a una velocidad se entre aproximadamente 100 m/seg a aproximadamente 300m/seg, una caída de la presión de entre

aproximadamente 150 psi a aproximadamente 5,000 psi, y cavitación para reducir la viscosidad de dicho petróleo crudo.

- 5 6. El proceso de la reivindicación 3 en donde dicho petróleo
crudo se calienta a una temperatura se entre aproximadamente
150° C a aproximadamente 450° C.
7. El proceso de la reivindicación 6 en donde dicho petróleo
10 crudo se calienta a una temperatura de entre aproximadamente
200° C a aproximadamente 450° C.
8. El proceso de la reivindicación 7 en donde dicho petróleo
crudo se calienta a una temperatura se entre aproximadamente
15 200° C a aproximadamente 400° C.
9. El proceso de la reivindicación 8 en donde dicho petróleo
crudo se calienta a una temperatura se entre aproximadamente
300° C a aproximadamente 400° C.
- 20 10. El proceso de la reivindicación 3 en donde dicho material
orgánico se calienta a una temperatura se entre
aproximadamente 150° C a aproximadamente 800° C.
- 25 11. El proceso de la reivindicación 10 en donde dicho material
orgánico se calienta a una temperatura se entre
aproximadamente 300° C a aproximadamente 800° C.

12. El proceso de la reivindicación 11 en donde dicho material orgánico se calienta a una temperatura se entre aproximadamente 300° C a aproximadamente 600° C.
- 5 13. El proceso de la reivindicación 12 en donde dicho material orgánico se calienta a una temperatura se entre aproximadamente 300° C a aproximadamente 400° C.
- 10 14. El proceso de la reivindicación 5 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una velocidad se entre aproximadamente 150m/seg a aproximadamente 300m/seg.
- 15 15. El proceso de la reivindicación 14 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una velocidad se entre aproximadamente 200m/seg a aproximadamente 300m/seg.
- 20 16. El proceso de la reivindicación 5 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una caída de la presión se entre aproximadamente 400 psig a aproximadamente 4,000 psig.
- 25 17. El proceso de la reivindicación 16 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una caída de la presión se entre aproximadamente 400 psig a aproximadamente 2,000 psig.

18. El proceso de la reivindicación 17 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una caída de la presión se entre aproximadamente 400 psig a aproximadamente 1,500 psig.

5

19. El proceso de la reivindicación 18 en donde dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una caída de la presión se entre aproximadamente 1,000 psig a aproximadamente 1,500 psig.

10

20. El proceso de la reivindicación 1 en donde dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se mezclan en una primera zona y dicha mezcla de dicho petróleo crudo y dicho material orgánico se somete a una cavitación en una segunda zona.

15

21. El proceso de la reivindicación 1 en donde dicho petróleo crudo se trata en la ausencia de hidrógeno.

PROCESO DE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA PARA TRATAR PETRÓLEOS CRUDOS

RESUMEN

5 Un proceso para tratar un petróleo crudo que comprende
someter un petróleo crudo a cavitación para reducir la viscosidad
del petróleo crudo. El petróleo crudo tratado, que tiene una
viscosidad reducida y gravedad específica, es así más bombeable y
transportable, lo que facilita el procesamiento posterior. El
10 petróleo crudo tratado también se puede fraccionar con menos
severidad que el petróleo crudo no tratado.

1/4

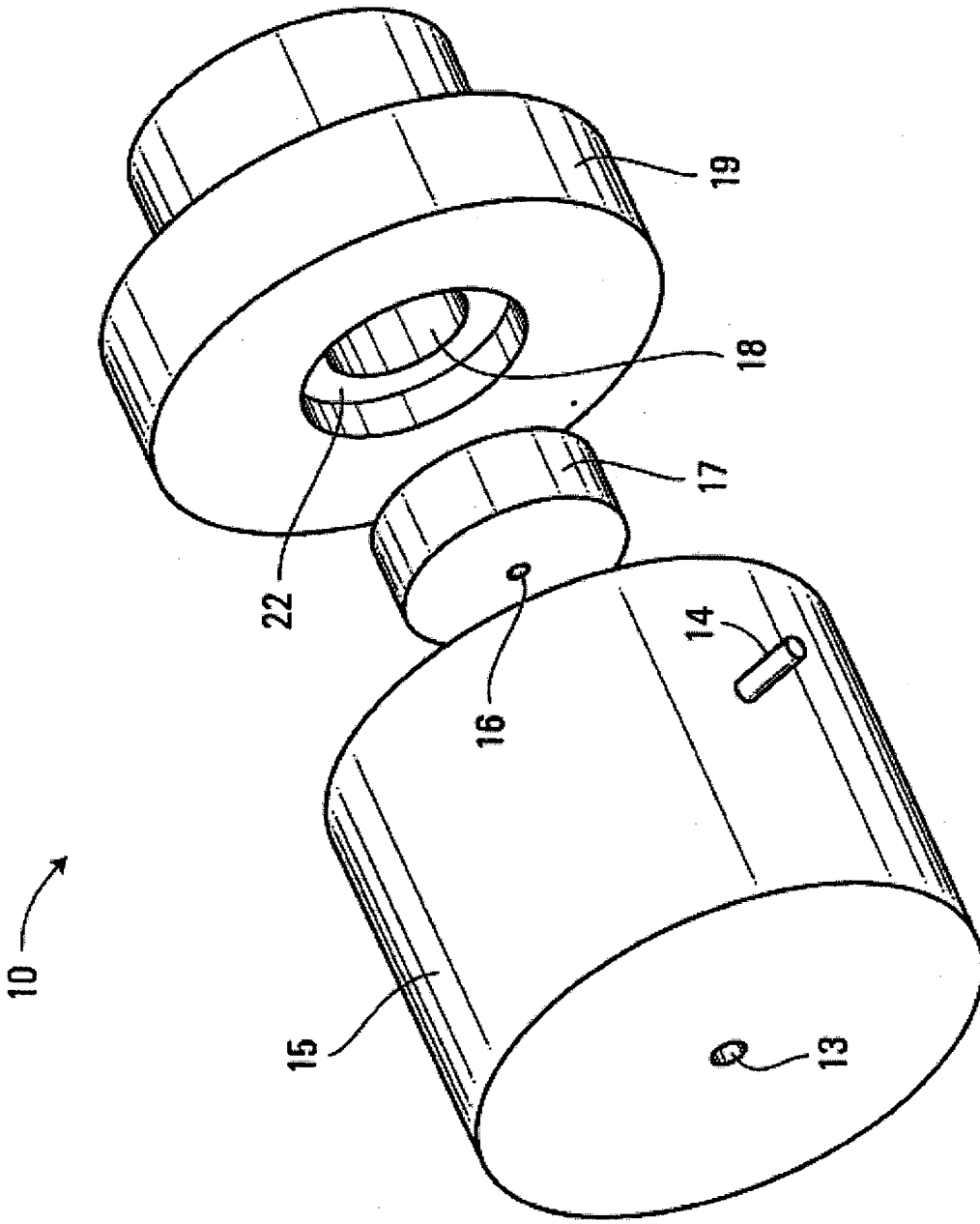


FIG. 1

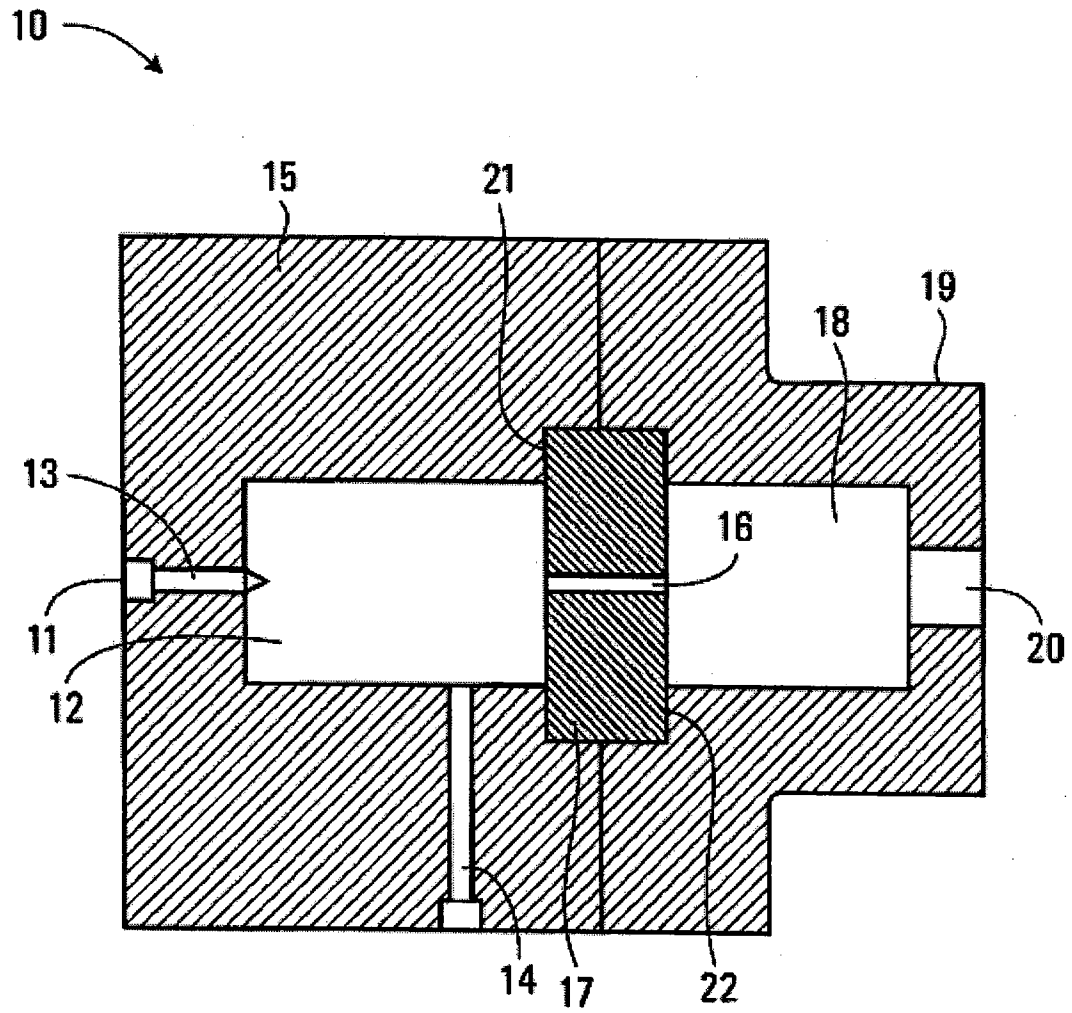
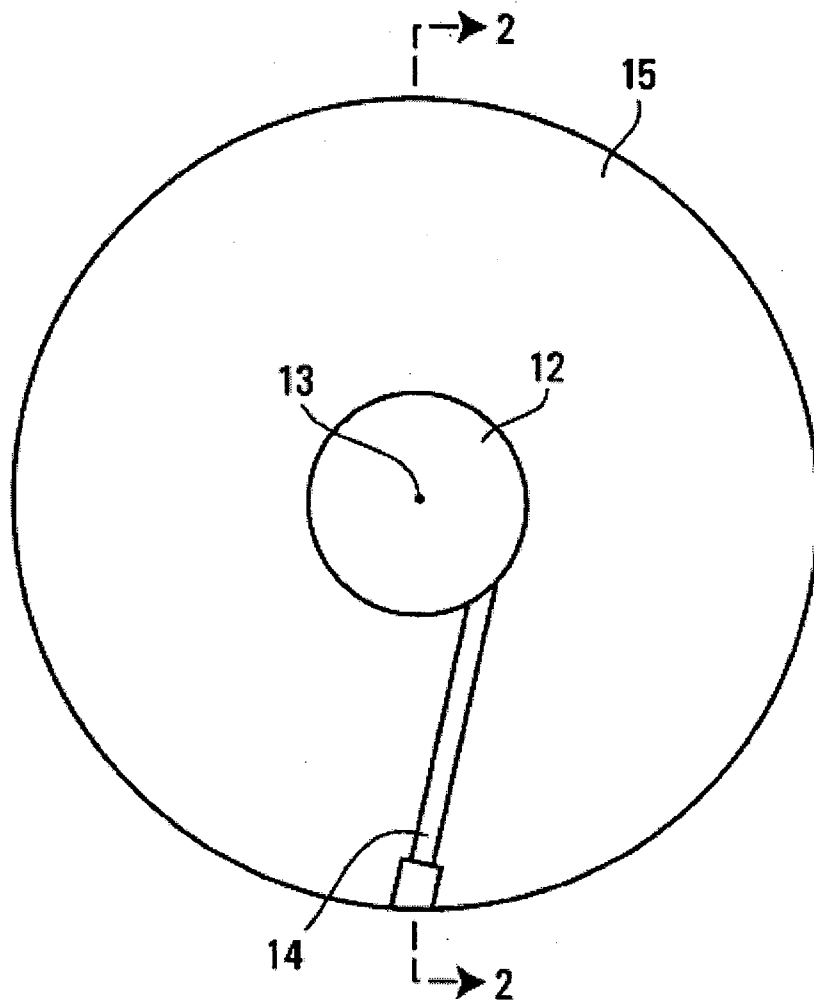


FIG. 2

3/4

**FIG. 3**

4/4

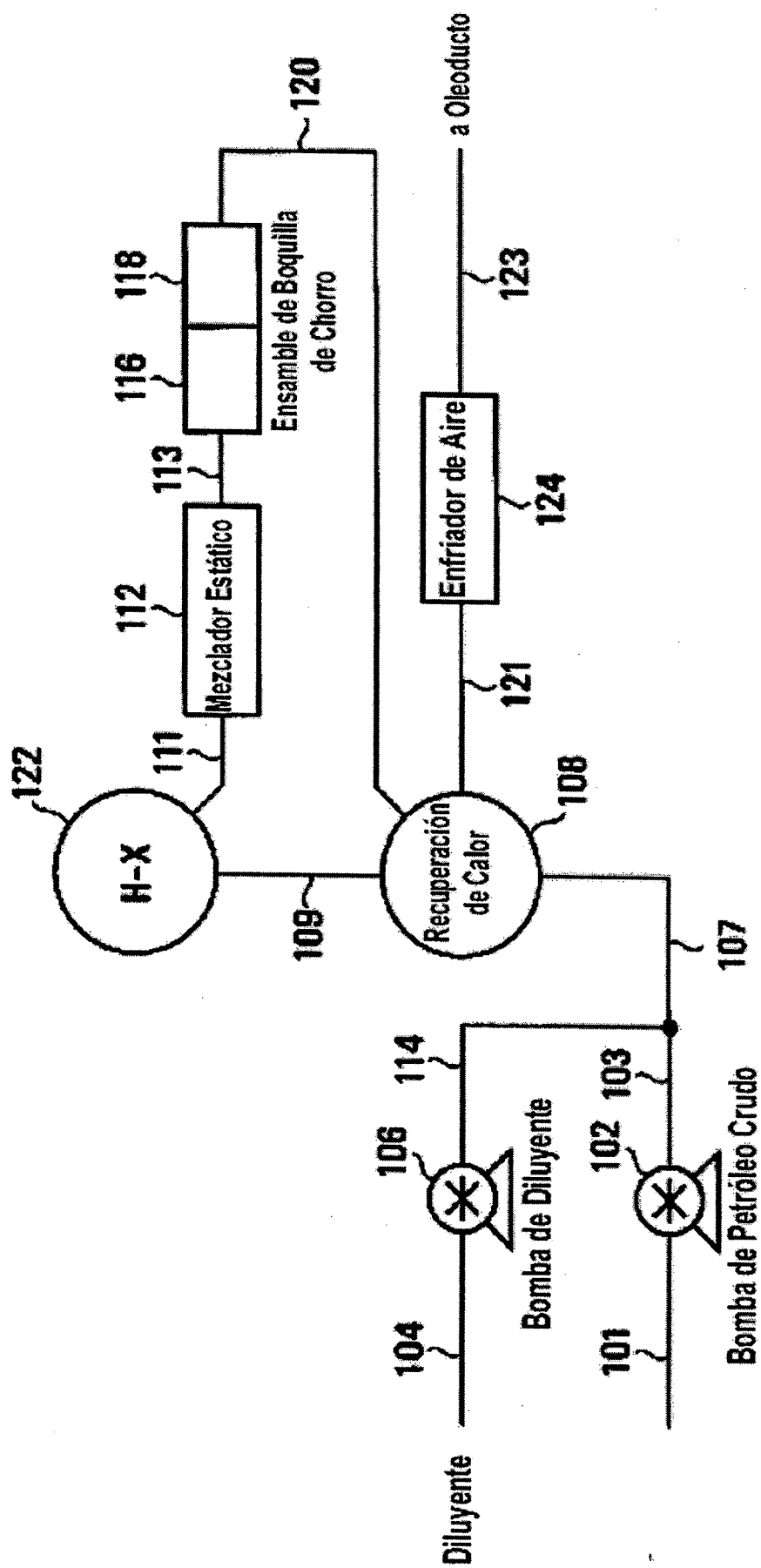


FIG. 4



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS

SUPERINTENDENCIA PATENTE DE INVENCION ☐ PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional : C10G 31/06

(71) Solicitante(s) FRACTAL SYSTEMS, INC

(72) Inventor(es) CHORNET, Michel; CHORNET, Esteban

(74) Apoderado: ALVARO CORREA ORDÓÑEZ

(30) Prioridad

(31) **No. Prioridad**

32)

Fecha

(33) **País**

60/905,171

06.03.2007

US

(85) Fecha inicio fase nacional: 06.10.2009

(87) Publicación internacional

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha: 12.09.2008

Fecha de presentación de la solicitud: 08.01.2008

N° publicación: WO/2008/106765

No. de solicitud PCT/CA2008/000010

(54) Titulo: PROCESO DE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA PARA TRATAR PETRÓLEOS CRUDOS



DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO TEMATICO

PCT X MODELO DE UTILIDAD _____ DISEÑO INDUSTRIAL _____

(21) N° de solicitud: (22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional : C10G 31/06

(71)Solicitante(s) FRACTAL SYSTEMS, INC

(72) Inventor(es) CHORNET, Michel; CHORNET, Esteban

(74) Apoderado: ALVARO CORREA ORDOÑEZ

(30) Prioridad	(31) <i>No. Prioridad</i>	32) <i>Fecha</i>	(33) <i>País</i>
	60/905.171	06.03.2007	US

195) Fecha límite inicio fase nacional: 06.10.2009

Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT

Fecha de presentación de la solicitud:08.01.2008

No. de solicitud PCT/CA2008/000010

(87) Publicación internacional:

Fecha: 12.09.2008

No. Publicación : WO/2008/106765

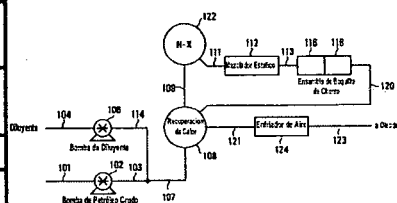


FIG. 4

(54) Titulo: PROCESO DE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA PARA TRATAR PETRÓLEOS CRUDOS

(57) Resumen: Un proceso para tratar un petróleo crudo que comprende someter un petróleo crudo a cavitación para reducir la viscosidad del petróleo crudo. El petróleo crudo tratado, que tiene una viscosidad reducida y gravedad específica, es así más bombeable y transportable, lo que facilita el procesamiento posterior. El petróleo crudo tratado también se puede fraccionar con menos severidad que el petróleo crudo no tratado.

RIT : 800176089-2

2009/009

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 9 - 48,670

FECHA : JULIO 6 DE 2009

007369

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	Nº. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
BAKER & MCKENZIE	RECIBO DE CAJA			48090	03/07/2009	85,400,500.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	540,000.00
		TOTAL :	\$ 540,000.00

SON: QUINTENTOS CUARENTA MIL PESOS

RESPONSABLE :

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



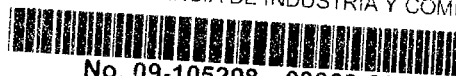
No. 09-105298-00000-0000

Fecha: 2009-09-25 16:26:58 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTEIYII Eve. 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 70

RECIBO DE CAJA APLICADO AL ASUNTO No.

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 09 - 69,678
FECHA : SEPTIEMBRE 16 DE 2009

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-105298-00000-0000

Fecha: 2009-09-25 16:26:58 Dep. 2020 NUECREACIONI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 70

70

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
BAKER & MCKENZIE	RECIBO DE CAJA			69575	16/09/2009	54,560,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	83 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN SI	151,000.00
TOTAL :			\$ 151,000.00

SON: CIENTO CINCUENTA Y UNO MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____



No. 09-105298-00000-0000

Fecha: 2009-09-25 16:26:58 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYII Eve 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 70



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACIÓN Y AGILIZACIÓN DEL TRAMITE

PATENTE DE INVENCION (X) MODELO DE UTILIDAD ()

- Indicación de que se solicita la concesión de una patente.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se presenta la solicitud.
- Descripción de la invención.
- Dibujos de ser estos pertinentes.
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.

COMPLETA

(X)

INCOMPLETA

DISEÑO INDUSTRIAL ()

- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se 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 ()

- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se presenta la solicitud.
- Representación gráfica del Esquema Trazado.
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.

COMPLETA

()

INCOMPLETA

Firma Responsable:

Fecha:

25-09-09

USUARIO

RADICADOR

()

()

(X)

()

(X)

()

(X)

()

(X)

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
CORREA ORDOÑEZ ALVARO

REFERENCIA	Radicación No.	9 105298
	Solicitud internacional	PCT/CA2008/000010
	Fecha inicio fase nacional	06/10/2009
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	11970

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.
2. El solicitante debe aclarar si la solicitud corresponde al capítulo I o II del PCT por que la indicación en el petitorio no corresponde a los documentos del expediente, en caso necesario adjuntar los documentos que corresponden.
3. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

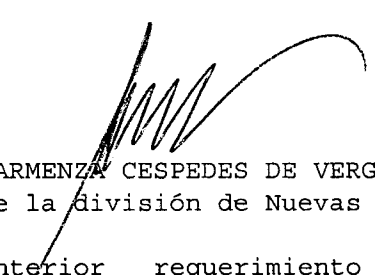
En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única No.10 de 2001.

Continúa en la página siguiente...

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Radicación No.: 9 105298



ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de
fecha 23 OCT. 2009
adpall