

PETITORIO



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-077052- -00000-0000

Fecha: 2007-07-27 16:37:11 Dep. 2020 NUECREACIONES
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 37

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

1 SOLICITUD DE: ☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad			
☐ Capítulo I. ☒ Capítulo II.			
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY Dirección: 3120 Buffalo, Speedway P.O Box 2189, Houston, Texas 77252-2189, Estados Unidos de América. Nacionalidad o Domicilio: Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América. Lugar de Constitución: Estado de Delaware, Estados Unidos de América. Teléfono: 3264270 Fax: 6069701 E-mail: jllcco@lloredacamacho.com	IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____	
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: ALICIA LLORED RICAURTE Dirección: Calle 72 No. 5-83 Piso 5º, Bogotá- Colombia Teléfono: 3264270 Fax: 6069701 E-mail: jllcco@lloredacamacho.com	C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número <u>39.690.713</u> TP <u>53.215</u>	
4 INVENTOR(ES) (72)	Nombre: BURTZ, Olivier, M.; CARAZZONE, James J. y PAVLOV, Dmitriy A. Dirección: 14619 River Forest Drive, Houston, Texas 77079; 4153 Marquette, Houston, Texas 77005 y 143 S. Abram Circle, The Woodlands, Texas 77382. Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América.		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2006/006148</u> Fecha: <u>23/02/06</u> Publicación Internacional No. <u>WO2006/096328 A2</u> Fecha: <u>14/09/06</u>			
6 Título (54) UN MÉTODO PARA INTERPRETAR ESPECIALMENTE DATOS ELECTROMAGNÉTICOS UTILIZANDO MÚLTIPLES FRECUENCIAS			
7 Clasificación Internacional (51) <u>G01V 9/00</u>			
8 Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen <u>US</u>	(32) Fecha <u>07.03.05</u>	(31) Número de Solicitud <u>60/659,251</u>
9 Comprobante de Pago No. <u>07-58,748</u> Fecha: <u>19 de Julio de 2007</u>			

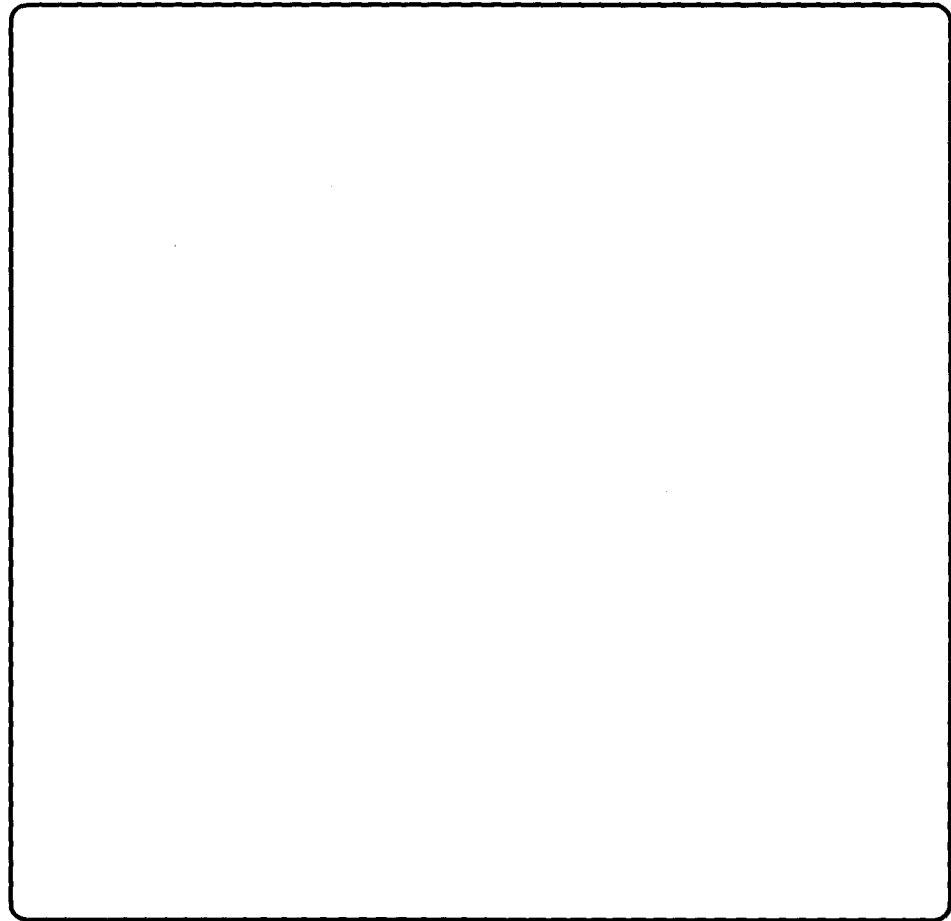
Spl

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.
- ☒ Documento de Representación Legal.
- ☐ 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 y dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional sobre patentabilidad.
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional sobre patentabilidad.
- ☐ 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.
- ☐ Arte Final 12X12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionados parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros: Publicación con su traducción.

11 FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente.

NOMBRE: ALICIA LLOREDA RICAURTE

FIRMA:

2

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-077052- -00000-0000

Fecha: 2007-07-27 16:37:11 Dep. 2020 NUECREACIONES
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 37

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 07 - 58,748
CHA : JULIO 19 DE 2007

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLOREDY Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	55092745	19/07/2007	10,960,000.00

***** CONCEPTO *****

NT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	482,000.00
	TOTAL :	\$ 482,000.00

SON: CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

3

ANEXO

El documento que acredita la calidad de REPRESENTANTES LEGALES en Bogotá de los doctores ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ para TODOS LOS ASUNTOS RELACIONADOS CON LA PROPIEDAD INDUSTRIAL de la sociedad peticionaria, que faculta a cada uno de dichos abogados para actuar individualmente, se esta presentando con esta solicitud. En consecuencia, ruego a usted reconocer la personería de cada uno de dichos Representantes Legales para actuar dentro del presente expediente, a fin de que cualquiera de ellos pueda intervenir en cualquier tiempo respecto de la solicitud en él contenida.


ALICIA LLOREDA RICAURTE

T.P. No. 53.215

u

TRADUCCION OFICIAL No. 2004-09-01-429
DE LAS PARTES PERTINENTES DE UN DOCUMENTO

PODER

Legalización de un Poder de Representación Legal, documento escrito en inglés y en español.

Certificado Notarial (Sociedad)

Estados Unidos de América

Estado de Texas) ss

Condado de Harris)

En este día 18 de agosto de 2004, compareció personalmente Gary D. Lawson, a quien conozco y quien sé que es la persona que firmó el documento anterior, quien habiendo sido debidamente juramentada por mí declaró y dijo que él es el Subsecretario de **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, la compañía nombrada ahí, una Corporación organizada y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América, domiciliada en la Ciudad de Houston, Condado de Harris, Estado de Texas, Estados Unidos de América, y legalmente constituida por un período de tenencia que aún no ha expirado, que ejerce sus propósitos corporativos de acuerdo con las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América; que el declarante está autorizado por

COMO NOTARIO PUBLICO, POR LA LEY DEL ESTADO DE TEXAS, CERTIFICO QUE LA FIRMA DEL SEÑOR GARY D. LAWSON, EN EL PRESENTE DOCUMENTO, ES LA DE LA PERSONA QUE FIRMÓ EL DOCUMENTO ORIGINAL EN INGLÉS, Y QUE EL SEÑOR GARY D. LAWSON, ES LA PERSONA QUE FIRMÓ EL DOCUMENTO ORIGINAL EN ESPAÑOL.

18 SET 2004
PABLO F. GARCIA

+

5

dicha Compañía para conferir este poder; que el sello colocado sobre él por el declarante en nombre de dicha Corporación es el sello corporativo de ella; y que los propósitos para los cuales se otorga este instrumento se incluyen dentro de los propósitos corporativos de la Compañía.

El suscrito Notario Público ha visto los artículos de incorporación de dicha Corporación ejecutados en Wilmington, Estado de Delaware, el 12 de noviembre de 1964, y por el presente certifica que bajo las leyes de dicho Estado el reconocimiento anterior es prueba suficiente de que los datos contenidos en el presente son verdaderos lo cual ella certifica.

(Firma: ilegible)

Margaret Gnewuch
Notario Público, Estado de Texas
Mi comisión expira el 20 de diciembre de 2005

Estado de Texas
Secretario de Estado

APOSTILLA

(Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961)

1. País: Estados Unidos de América
Este documento público
2. ha sido firmado por Margaret Gnewuch
3. actuando como Notario Público, Estado de Texas
4. lleva el sello/estampilla de Margaret Gnewuch, Notario Público, Estado de Texas, La Comisión Expira el 12-20-2005

COPIA NOTARIO CENTRAL DEL GOBIERNO
DE SAN JUAN, P.R. CONSTA QUE LA
FOTOCOPIA CONCORDA CON EL ORIGINAL
QUE SE TIENE A LA VISTA

03 SET 2004

TRADUCTOR OFICIAL
RESOLUCION 2177

ANITA ESCOBAR DE TAMAYO

6

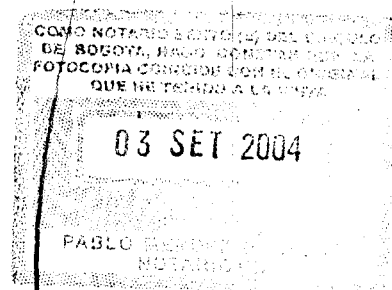
CERTIFICADO

- | | | | |
|----|--------------------------------------|-----|-----------------------------|
| 5. | en Austin, Texas | 6. | el día 20 de agosto de 2004 |
| 7. | por el Secretario de Estado de Texas | | |
| 8. | Certificado No. N-422596 | | |
| 9. | Sello | 10. | Firma: (ilegible) |
| | El Estado de Texas | | Geoffrey S. Connor |
| | | | Secretario de Estado |

Traducido según mi mejor saber y entender, este día 1 de septiembre de 2004, en la ciudad de Bogotá, D.C., por Anita Escobar de Tamayo, Traductora Oficial, Res. 2177 de 1989, Ministerio de Justicia, República de Colombia.

TRADUCTOR OFICIAL
RESOLUCION 2177

Anita Escobar de Tamayo
ANITA ESCOBAR DE TAMAYO

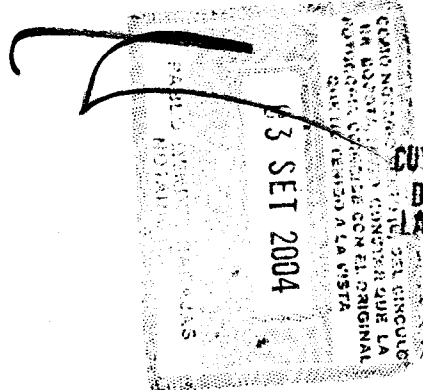


MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

Ministerio de Relaciones Exteriores

661226

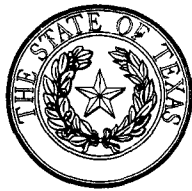
CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPEÑA
LAS FUNCIONES INDICADAS



NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2004 SEP -2 A 11: 08

MS
JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.



The State of Texas

Secretary of State

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by MARGARET GNEWUCH

3. acting in the capacity of Notary Public, State of Texas

4. and bears the seal/stamp of MARGARET GNEWUCH, Notary Public, State of Texas, Commission Expires: 12-20-05

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

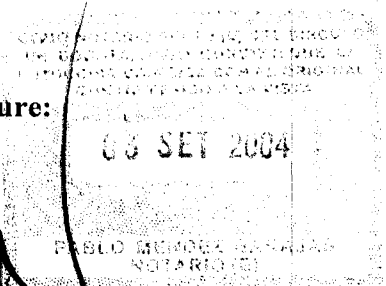
6. on August 20, 2004

7. by the Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-422596

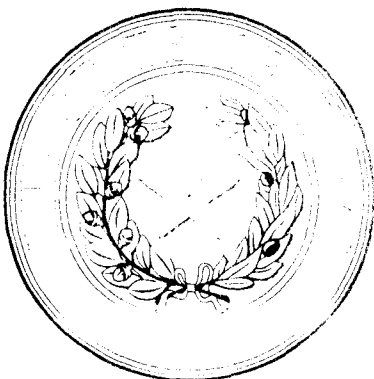
9. Seal

10. Signature:



[Handwritten Signature]

Geoffrey S. Connor
Secretary of State
ST/wn



Los abajo firmados, **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, una sociedad organizada y existente de conformidad con las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América.

90
The undersigned, **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, a corporation organized and existing under the laws of State of Delaware, United States of America.

con domicilio en **3120 Buffalo, Speedway
P.O. Box 2189, Houston,
Texas 77252-2189,
Estados Unidos de América**

domiciled at **3120 Buffalo, Speedway
P.O. Box 2189, Houston,
Texas 77252-2189,
United States of America**

nombramos por el presente a **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, domiciliados en Bogotá, Colombia, con oficinas en dicha ciudad, Calle 72 No. 5-83, piso 6o., nuestros representantes legales y verdaderos en Bogotá, con facultades para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales, con el fin de dar cumplimiento al parágrafo 1o. del artículo 543 del decreto 410 de 1971.

hereby appoint, **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, of Bogotá, Colombia, with offices in said town, Calle 72 No. 5-83, Sixth Floor, our true and legal representatives in Bogotá, with power to receive notifications and to appoint judicial or extrajudicial agents, so as to comply with paragraph 1o. of article 543 of decree 410 of 1971.

Los doctores **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, o los apoderados que cualquiera de ellos designe, quedan especialmente facultados para representarnos ante las autoridades colombianas, administrativas, judiciales o de policía, en todos los trámites relativos a la propiedad industrial, a cuyo efecto les facultamos para dar ante dichas autoridades todos los pasos necesarios al objeto indicado; elevar solicitudes, declaraciones, reclamos, recursos y presentar desistimientos; formular descripciones, enmiendas, limitar el alcance de las solicitudes, presentar oposiciones y apelaciones; instaurar cancelaciones, renunciar total o parcialmente a los registros, abonar todos los impuestos y cuotas y efectuar todo otro pago determinado por la ley; recibir todos los documentos y valores, dando el descargo respectivo; llenar cualesquiera otros requisitos y tomar, en fin, todas las medidas que creyeran conducentes al resguardo de nuestros intereses; y en caso de producirse oposición, pasando los antecedentes a los tribunales, quedan facultados para tomar intervención como demandantes o demandados ante los jueces que sean competentes, pudiendo transar, someter a árbitros, desistir, percibir y apelar, con todas las demás facultades que resulten necesarias, y por el presente declaramos desde ahora válido y bueno cuanto dichos representantes y/o los apoderados que cualquiera de ellos nombre hicieren en nuestro beneficio.

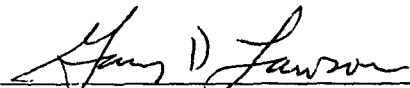
Doctors **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, or the agents by any one of them appointed, are especially empowered to represent us before the administrative, judicial or police authorities of Colombia, in all proceedings pertaining to industrial property, for which purpose we authorize them to take before the said authorities all the necessary steps for the said end; to file petitions, declarations, claims, recourses and withdrawals, to draw up specifications; to file amendments, to limit the scope of applications, file oppositions; file cancellations total or partially waive registrations, to pay all installments and effect all other payments prescribed by law; to receive proper receipts, to comply with all other requirements and, in short, to take all those measures which they may deem fit for the protection of our interests; and in case of opposition, where the proceedings be passed over to the courts, we authorize said agents to act on our behalf, as complainants as well as defendants, before the competent judges, with full powers to make arrangements, to submit to arbitrators, to desist, to collect, to appeal and, in short, with all such further powers as may be required, and we hereby declare from now on as valid and good all that said representatives and/or the agents by any one of them appointed may do for our benefit.

Asimismo, facultamos a los doctores **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, para solicitar en la Oficina de Propiedad Industrial la protocolización de este documento y de cualquier poder que cualquiera de ellos otorgue a nombre nuestro.

We also authorize doctors **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, to apply for protocolization of this document and of any power of attorney by any one of them conferred in our name, before the Office of Industrial Property.

Dado y firmado

Given and signed this 18 day of August, 2004


Gary D. LAWSON, Assistant Secretary

NOTARIAL CERTIFICATE (CORPORATION)

United States of America

State of **Texas** {ss

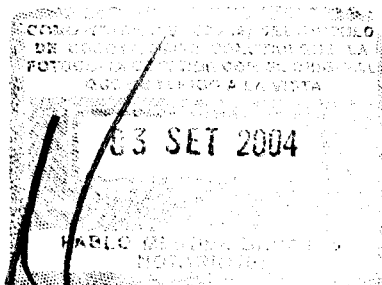
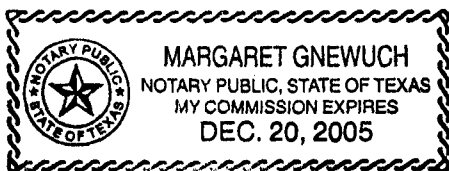
County of **Harris**

On this 18th day of August, 2004, personally
came **Gary D. LAWSON**,

to me known, and known to me to be the person who
signed the foregoing instrument, who being by me
duly sworn did depose and say that he is the
**Assistant Secretary of EXXONMOBIL UPSTREAM
RESEARCH COMPANY**, the company named within,
a Corporation organized and existing under the laws
of the State of **Delaware**, United States of America,
domiciled at the City of **Houston**, County of **Harris**,
State of **Texas**, United States of America and legally
constituted for a period of tenure not yet expired,
which exercises its corporate purposes according to
the laws of the State of **Delaware**, United States of
America; that the deponent is authorized by said
Company to confer this power of attorney; that the
seal affixed hereunto by the deponent in the name
and on behalf of said Corporation is the corporate
seal thereof; and that the purpose for which this
instrument is granted is included within the corporate
purposes of the Company.

The undersigned Notary Public has seen the articles
of Incorporation of said Corporation executed at
Wilmington, State of Delaware, under date of
November 12, 1964, and hereby certifies that under
the laws of said State the foregoing acknowledgment
is sufficient proof that the facts therein contained are
true, which she attests.

Margaret Gnewuch



Extracto de pub folio 9.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA SEGÚN EL TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional

14 de Septiembre de 2006 (14.09.2006)

(10) Número de Publicación Internacional

WO 2006/096328 A2

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷:
G01V 9/00 (2006.01)

(21) Número de Solicitud Internacional: PCT/US2006/006148

(22) Fecha de Registro Internacional: 23 de Febrero de 2006
(23.02.2006)

(25) Idioma de registro: Inglés

(26) Idioma de Publicación: Inglés

(30) Información de Prioridad:
60/659,251 07 de marzo de 2005 (07.03.2005) US

(71) Solicitante (para todos los Estados designados, excepto US):
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
[US/US]; P.O Box 2189, Houston, Texas 77252-2189 (US).

(72) Inventores ; y

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): BURTZ, Olivier,
M. [FR/US]; 14619 River Forest Drive, Houston, Texas 77079
(US). CARAZZONE, James J. [US/US]; 4153 Marquette,
Houston, Texas 77005 (US). PAVLOV, Dmitriy A. [RU/US];
143 S. Abram Circle, The Woodlands, Texas 77382 (US).

(74) Agentes: PLUMMER, J. Paul et al.; EXXONMOBIL
UPSTREAM RESEARCH COMPANY, P.o Box 2189,
Houston, Texas 77252-2189 (US).

(81) Estados Designados (a menos que sea indicado de otra manera, para toda clase de protección nacional requerida): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados (a menos que sea indicado de otra manera para toda clase de protección regional requerida): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declaraciones bajo la Regla 4.17:

- en cuanto a la facultad del solicitante para aplicar y obtener una patente (Regla 4.17 (ii))
- en cuanto a la facultad del solicitante de reivindicar la prioridad de la solicitud anterior (Regla 4.17 (iii))

Publicado:

- Sin reporte de búsqueda internacional y para ser republicado al recibo de ese reporte.

Para los códigos de dos letras y otras abreviaturas, refiérase a "Las Notas Guías sobre Códigos y Abreviaturas" que aparecen al comienzo de cada emisión regular de la Gaceta PCT.

(54) Título: UN MÉTODO PARA INTERPRETAR ESPACIALMENTE DATOS ELECTROMAGNÉTICOS UTILIZANDO MÚLTIPLES FRECUENCIAS

(57) Resumen: Un método para remover los efectos de la estructura de resistividad poco profunda en datos de investigaciones electromagnéticas para producir un mapa de anomalías de resistividad a baja frecuencia o alternativamente la generación de imágenes de estructuras de resistividad a sus niveles de profundidad correctos. El método involucra resolver las ecuaciones de campos electromagnéticos de Maxwell, sea por modelaje predictivo o por inversión y exige por lo menos dos conjuntos de datos de investigaciones, una tomada a la frecuencia de la fuente seleccionada para penetrar una profundidad objetiva, la otra a una frecuencia más elevada capaz de penetrar solamente bajas profundidades.

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
14 September 2006 (14.09.2006)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2006/096328 A2

(51) International Patent Classification:
G01V 9/00 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2006/006148

(22) International Filing Date:
23 February 2006 (23.02.2006)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/659,251 7 March 2005 (07.03.2005) US

(71) Applicant (for all designated States except US): **EXXON-MOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY** [US/US]; P.o. Box 2189, Houston, Texas 77252-2189 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **BURTZ, Olivier M.** [FR/US]; 14619 River Forest Drive, Houston, Texas 77079 (US). **CARAZZONE, James J.** [US/US]; 4153 Marquette, Houston, Texas 77005 (US). **PAVLOV, Dmitriy A.** [RU/US]; 143 S. Abram Circle, The Woodlands, Texas 77382 (US).

(74) Agents: **PLUMMER, J. Paul** et al.; EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY, P.o. Box 2189, Houston, Texas 77252-2189 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii))
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii))

Published:

- without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: A METHOD FOR SPATIALLY INTERPRETING ELECTROMAGNETIC DATA USING MULTIPLE FREQUENCIES

(57) Abstract: Method for removing effects of shallow resistivity structures in electromagnetic survey data to produce a low frequency resistivity anomaly map, or alternatively imaging resistivity structures at their correct depth levels. The method involves solving Maxwell's electromagnetic field equations by either forward modeling or inversion, and requires at least two survey data sets, one taken at the source frequency selected to penetrate to a target depth, the other a higher frequency able to penetrate only shallow depths.

WO 2006/096328 A2

17

UN MÉTODO PARA INTERPRETAR ESPACIALMENTE DATOS ELECTROMAGNÉTICOS UTILIZANDO MÚLTIPLES FRECUENCIAS

RESUMEN, OBJETO Y FINALIDAD DE LA INVENCION

Un método para remover los efectos de la estructura de resistividad poco profunda en datos de investigaciones electromagnéticas para producir un mapa de anomalías de resistividad a baja frecuencia o alternatively la generación de imágenes de estructuras de resistividad a sus niveles de profundidad correctos. El método involucra resolver las ecuaciones de campos electromagnéticos de Maxwell, sea por modelaje predictivo o por inversión y exige por lo menos dos conjuntos de datos de investigaciones, una tomada a la frecuencia de la fuente seleccionada para penetrar una profundidad objetiva, la otra a una frecuencia más elevada capaz de penetrar solamente bajas profundidades.

18

UN MÉTODO PARA INTERPRETAR ESPACIALMENTE DATOS ELECTROMAGNÉTICOS UTILIZANDO MÚLTIPLES FRECUENCIAS

[0001] Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU. No. 60/659,251 presentada el 7 de Marzo de 2005.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] Esta invención se relaciona en general al campo de prospección geofísica, y más particularmente, a la prospección electromagnética. Específicamente la invención es un método para la interpretación de datos recopilados con investigaciones electromagnéticas de fuentes controladas en ambientes costa afuera (donde un transmisor electromagnético controlado se remolca por encima de receptores electromagnéticos fijos en el lecho marino).

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0003] En la prospección electromagnética de fuente controlada ("CSEM" por su acrónimo en inglés), los campos eléctricos y magnéticos medidos por los receptores se analizan luego para determinar la resistividad eléctrica de las estructuras terrestres (formaciones subterráneas) por debajo de la superficie o del lecho marino, porque se sabe que la resistividad está fuertemente relacionada con el tipo de fluido de los poros y la saturación. Véase por ejemplo la Patente de los EE.UU. No. 6.603.313 otorgada a Srnka.

[0004] La resistividad eléctrica volumétrica de los yacimientos a menudo aumenta sustancialmente cuando hay hidrocarburos presentes. El aumento puede ser del orden de cientos a miles de porcentaje. Sin embargo, el incremento de la resistividad de la formación por sí solo pudiera no indicar únicamente hidrocarburos. Por ejemplo, los carbonatos, materiales volcánicos y carbones,

pueden también ser altamente resistivos. Sin embargo, la correlación espacial de una alta resistividad de la formación con trampas potenciales con imágenes reproducidas por datos sísmicos o de atributos sísmicos proporciona una fuerte evidencia de la presencia de petróleo o gas y da valiosa información sobre sus concentraciones.

[0005] Recientes investigaciones CSEM han demostrado que la resistividad a poca profundidad en la tierra puede ocultar las respuestas electromagnéticas de hidrocarburos resistivos que están enterrados más profundamente en la tierra (un falso negativo). Inversamente, la resistividad a poca profundidad puede malinterpretarse, como si indicara la presencia de una resistividad en un yacimiento mas profundo (un falso positivo).

[0006] El método convencional de interpretar datos electromagnéticos marinos de fuente controlada (CSEM) es comparar la respuesta electromagnética observada con un experimento de referencia seleccionado a una frecuencia única, (típicamente 1/4 de Hz). El experimento de referencia supuestamente representa la resistividad de segundo plano, cualesquiera diferencias que se puedan ver entre los datos observados en otro sitio y los datos de referencia se interpretan como anomalías de la resistividad. (S. Ellingsurd y otros, *The Leading Edge* 21 (El Frente de Impulsos 21) 972-982-, Octubre 2102). La frecuencia se escoge para producir una respuesta optima de anomalías de resistividad a la profundidad del yacimiento. Desafortunadamente, esta frecuencia también es sensible a anomalías de menor profundidad, y éstas anomalías de menor profundidad pueden ocultar anomalías más profundas (o confundirse con estas).

[0007] Por ejemplo, la Figura 1 muestra las anomalías de resistividad de un ejemplo de investigación marina CSEM sintética donde se usó una frecuencia de 1/4 Hz con una resistividad de segundo plano de un Ohm-m. El experimento de referencia está situado a 4 pulgadas en un sinclinal geológico donde no hay

presentes anomalías de resistividad. Las anomalías se definen con respecto a esta referencia. Si la respuesta electromagnética registrada en un receptor es cercana a los datos registrados en el receptor de referencia, se presenta en la ubicación del receptor un símbolo de un triángulo. Un símbolo de un círculo significa que los datos lucen ligeramente más conductivos que la referencia y un símbolo cuadrado significa que los datos lucen ligeramente más resistivos que la referencia. Símbolos de diamante a hexágono a estrella, muestran cada vez más un comportamiento resistivo altamente anómalo con respecto al receptor de referencia. La característica prominente 1 en el mapa de las anomalías, corresponde a una anomalía de resistividad muy poco profunda, a 6 Ohm-m (canal lleno con baja saturación de gas). Un campo petrolero más profundo pero aún relativamente poco profundo (anomalías de 40 Ohm-m) es visible en 2, pero el campo principal mas profundo 3 está completamente oculto por la sobreimpresión de la anomalía de poca profundidad. Nota: en la practica real seria preferible usar una escala de colores para exhibir la diferencia en resistividad.

[0008] Es bien conocido para aquellos que practican la tecnología, que la profundidad de penetración de los datos electromagnéticos depende de la frecuencia de la señal. La amplitud de los datos se atenúa a $1/e$ (e es la base de los logaritmos naturales) a una distancia $\delta = 503 (R/f)^{1/2}$ donde R es la Resistividad en Ohm-m, f es la frecuencia en hertz y δ es la profundidad pelicular en metros. Los datos electromagnéticos de alta frecuencia se atenúan rápidamente alejándose de la fuente y no son sensibles a anomalías profundas. Los datos de baja frecuencia se atenúan menos y pueden penetrar más profundamente. Son sensibles tanto a una estructura de resistividad poco profunda como profunda. Véase por ejemplo, Keller, G.V. y Friscknecht, F.C., *Electrical Methods in Geophysical Prospecting* (Métodos Eléctricos en Prospección Geofísica, Pergamon Press. 90-196 y 299-353 (1966); Olm, M.C., *Electromagnetic Scale Model Study of the Dual frequency Differencing Techinique: M.Sc. thesis, Colorado School of Mines*, (Estudio Electromagnético en Modelos a Escala de la Técnica de Diferenciación de la

Frecuencia Dual: Tesis para Maestría en Ciencias, Escuela de Minas de Colorado) Pergamon, Press, N.Y. (1981); Kaufmann, A.A. y Keller, G.V., *Frequency and Transient Soundings*, (La Frecuencia y los Sondeos Transitorios) Elsevier, N.Y., XVII-XXI, 213-314, 411-450, 621-678 (1983); B.R. Spies, *Geophysics* **54**, 872-888 (1989); Zhdanov, M.S. y Keller, G.V., *The Geoelectrical Methods in Geophysical Exploration*, (Los Métodos Geolétricos en la Exploración Geofísica) Elsevier, N.Y., 347-450, 585-674, 692-701 (1994). Estas fuentes son referencias estándar para aquellos que trabajan en electromagnetismo, sin embargo, contienen poco acerca de la tecnología de exploración CSEM en un ambiente marino y ninguna de ellas enseña como determinar los efectos de estructuras de resistividad eléctrica poco profundas en las respuestas electromagnéticas de objetivos de resistividad más profunda en la investigación marina con CSEM. La presente invención satisface esta necesidad.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

[0009] En una implementación física, la invención es un método de procesamiento de datos para reducir los efectos de ocultamiento de las estructuras de resistividad poco profundas en una investigación electromagnética de una región subterránea, comprendiendo: (a) seleccionar un conjunto de datos de una primera investigación generados a una primera frecuencia de la fuente, habiendo sido seleccionada dicha primera frecuencia de la fuente para penetrar sólo dichas estructuras de resistividad poco profundas; (b) seleccionar un conjunto de datos de una segunda investigación, correspondientes a una segunda frecuencia de la fuente más baja que dicha primera frecuencia de la fuente, revelando estructuras de resistividad que están más profundas en la región debajo de la superficie, así como estructuras de resistividad poco profundas; (c) calcular la estructura de resistividad poco profunda resolviendo ecuaciones de campo electromagnético utilizando el conjunto de datos de la investigación generada a la primera frecuencia de la fuente; y (d) utilizar la estructura de la resistividad poco

profunda calculada y los datos electromagnéticos de la segunda investigación para distinguir la respuesta poco profunda de la respuesta más profunda.

[0010] El paso (c) puede llevarse a cabo sea por un modelaje iterativo predictivo o por inversión. En algunas implementaciones físicas en las cuales el paso (c) se lleva a cabo por modelaje predictivo, deben usarse los siguientes pasos: (a) suponer una estructura de resistividad poco profunda inicial. (b) calcular una respuesta electromagnética teórica para la investigación en dicha primera frecuencia de la fuente utilizando ecuaciones de campo electromagnético y la estructura supuesta de resistividad poco profunda; (c) comparar la respuesta calculada con dicho conjunto de datos de la primera investigación; y (d) ajustar la estructura de resistividad poco profunda supuesta y repetir los pasos (b) - (d) según sea necesario, hasta que la respuesta calculada concuerde con dicho conjunto de datos de la primera investigación dentro de una tolerancia preseleccionada. En el enfoque de inversión al paso (c), en algunas implementaciones físicas, la estructura de resistividad poco profunda se predice invirtiendo las ecuaciones de la onda electromagnética a dicha primera frecuencia de la fuente, para resolver la estructura de la resistividad correspondiente a los parámetros de adquisición y al conjunto de datos electromagnéticos de dicha primera investigación.

[0011] En algunas implementaciones físicas, la invención produce un mapa de anomalías bidimensional, con los efectos sobre la resistividad a poca profundidad removidos o reducidos. Esto se logra en algunas implementaciones físicas así: (a) calculando una respuesta electromagnética teórica para la investigación a dicha segunda frecuencia de la fuente utilizando ecuaciones de campo electromagnéticas y la estructura de resistividad a poca profundidad calculada; y (b) comparando la respuesta electromagnética con el conjunto de datos de la segunda investigación para remover los aportes al conjunto de datos de la

segunda investigación causados por la estructura de la resistividad de poca profundidad.

[0012] En otras implementaciones, se puede generar la estructura de resistividad en función de la profundidad con una resolución que dependerá del numero y distribución de las frecuencias de la fuente para las cuales hay disponibles datos de investigación electromagnética. Esto se logra en algunas implementaciones físicas, utilizando la estructura de resistividad de poca profundidad calculada (obtenida como se describió arriba) y una estructura estimada de resistividad a mayor profundidad y siguiendo estos pasos: (a) tomar la estructura de resistividad calculada para poca profundidad y suplementar este modelo de resistividad con la estructura estimada de resistividad a mayor profundidad para producir un modelo de resistividad supuesto que cubra regiones de baja profundidad y de mayor profundidad; (b) calcular una respuesta electromagnética teórica para la investigación en dicha segunda frecuencia de la fuente, utilizando las ecuaciones del campo electromagnético y el modelo supuesto de resistividad; (c) comparar la respuesta calculada con dicho conjunto de datos de la segunda investigación; y (d) ajustar el modelo de resistividad supuesto y repetir los pasos (b) – (d) según sea necesario hasta que la respuesta calculada concuerde con dicho conjunto de datos de la segunda investigación, dentro de una tolerancia preseleccionada. Este procedimiento proporciona un modelo de resistividad con dos zonas de profundidad correspondiente a la profundidad pelicular de dichas primera y segunda frecuencias de la fuente. Se puede lograr más zonas y una mejor resolución obteniendo datos de investigación para frecuencias adicionales de las fuentes y repitiendo los procedimientos.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0013] La presente invención y sus ventajas se entenderán mejor, refiriéndonos a la siguiente descripción detallada y a los dibujos que se acompañan en los cuales:

La Figura 1 ilustra una anomalía de resistividad profunda oculta por anomalías de poca profundidad;

La Figura 2 ilustra las mismas anomalías de resistividad que en la Figura 1 después de ser procesada por el método de la presente invención;

La Figura 3 es un flujograma que muestra los pasos principales de una implementación física de la presente invención ; y

La Figura 4 es un flujograma que muestra como puede utilizarse la inversión en el presente método inventivo en lugar de la modelación predictiva.

[0014] La invención se describirá en relación con sus implementaciones físicas preferidas, sin embargo, en la medida en que la siguiente descripción detallada es específica para una implementación física particular o un uso particular de la invención, esto pretende ser sólo ilustrativo, y no debe interpretarse como si limitara el alcance de la invención. Por el contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que puedan incluirse dentro del espíritu y el alcance de la invención, según está definida por las reivindicaciones anexas.

DESCRIPCION DETALLADA DE LAS IMPLEMENTACIONES FISICAS
PREFERIDAS

[0015] La presente invención presenta un método para interpretar datos electromagnéticos a diferentes frecuencias en cascada. Utiliza secuencialmente un rango de frecuencias para determinar los efectos de estructuras de resistividad eléctrica menos profundas sobre las respuestas electromagnéticas y objetivos de resistividad a mayor profundidad en investigación CSEM marina. Reduce la falta de unicidad de la solución y mejora la discriminación de las anomalías de resistividad a diferentes profundidades. Puede aplicarse, tanto a través de modelaje predictivo, (se muestra una implementación física en la Fig. 3) y mediante inversión (se muestra una implementación física en la Fig. 4).

[0016] Los datos de alta frecuencia (típicamente mayores de 1,5 Hz) son bastante sensibles a la estructura de resistividad de poca profundidad. (Debido al efecto pelicular, la radiación de alta frecuencia no puede penetrar mas allá de una poca profundidad). Refiriéndonos al flujograma de la Fig. 3, se puede hacer una conformación **302** de cuerpos resistivos potencialmente a poca profundidad, a partir de los datos sísmicos **301** o a falta de ello, directamente a partir de los datos electromagnéticos. (no se muestran en la Fig. 3). La estructura inicial de resistividad a poca profundidad puede obtenerse a partir de la interpretación de datos sísmicos asociando la estructura de la resistividad con la estructura geológica identificada de la reflexión, refracción o datos de transmisión sísmicos y luego utilizando uno o mas métodos bien conocidos, tales como la correlación de impedancia sísmica a resistividad eléctrica a fin de estimar los valores de resistividad en la estructura identificada sísmicamente. Alternativamente, la resistividad inicial a poca profundidad se adivina, o puede estimarse a partir de los datos de registro de pozo si están disponibles. La respuesta electromagnética del modelo **302** (resistividad de segundo plano y anomalías resistivas a poca profundidad) se genera **303** a través de códigos de simulación 1D, 2D o 3D (La

Fig. 3 muestra el 3D), tales como los productos de programación de computación desarrollados por el Consortium for Electromagnetism Modeling and Inversión (Consortio para el Modelaje e Inversión Electromagnética) (CEMI, University of Utha) and the Sandia National Laboratories (Newman G.A., Alumbaugh D.L., *Three Dimensional Electromagnetic Modeling and Inversión on Massively Parallel Computers*, (Modelaje e Inversión electromagnética Tridimensional en Computadores Masivamente Paralelos) Informe Sandia SAND96-0582 Sandia National Laboratories (1996). En esencia, estas técnicas, contenidas en programas o módulos de computación para utilidad práctica, toman la información de entrada en la forma de posición de la fuente, forma de ondas de la fuente, ubicaciones de los receptores y resistividad eléctrica como una función de la ubicación en la región debajo de la superficie que se está investigando, y resuelven ecuaciones de Maxwell para producir los campos eléctricos y magnéticos resultantes (denominados a veces la respuesta electromagnética) en los sitios donde están los receptores para cada posición de la fuente. Como se trata de cálculos sofisticados, la persona conocedora de la tecnología no necesitará mas orientación sobre como accesar los medios para llevarlos a cabo. Los datos de alta frecuencia simulados se comparan 305 a los datos electromagnéticos de frecuencia observados 304 (datos reales). La resistividad de poca profundidad en el modelo 302 puede entonces disminuirse o aumentarse para que se adapte mejor a los datos reales. El lazo 302 al 305 se repite hasta que se llegue a una concordancia satisfactoria entre los datos simulados y los datos reales. Para disminuir la falta de unicidad de la solución, es preferible utiliza el mayor numero de datos posible: campos eléctricos y magnéticos de datos en línea, (los receptores están muy cerca de la línea de remolque del transmisor) y datos fuera de línea (los receptores están lejos de la línea de remolque del transmisor).

21

[0017] Una vez que se ha llegado a una buena concordancia 305 entre los datos reales y los simulados a alta frecuencia, el modelo de resistividad correspondiente 306 se simula en el próximo conjunto de frecuencias bajas. De conformidad con la presente invención, esta simulación 307 produce los datos electromagnéticos de referencia para compararlos con los datos reales de baja frecuencia 308. Cualquier discrepancia corresponde a una anomalía verdadera de resistividad a mayor profundidad (i.e., algo que no puede explicarse por la geología de la parte poco profunda) y puede trazarse sobre un mapa de anomalías 309 tal como en la Fig. 2. El trazado de las anomalías 309 a la frecuencia más baja pasa entonces a tener significado. La Fig. 2 muestra los datos de la Fig. 1 después de que se ha aplicado el presente método inventivo, i.e., después de que se ha removido de los datos electromagnéticos observados la contribución calculada de la parte poco profunda. El mapa de anomalías de la Fig. 2 muestra la medida de los campos petroleros más profundos 3 (que ahora están evidenciados por los símbolos del hexágono y del diamante) mientras que la impresión de la anomalía 1 menos profunda, antieconómica, ha sido removida. El campo petrolero de profundidad intermedia 2 (es demasiado profundo para considerarse como una anomalía de poca profundidad y no está incluido en el modelo 306) es aun visible. Este proceso de ajustar primero la resistividad a poca profundidad y simular el resultado a baja frecuencia para interpretar los datos reales de baja frecuencia, mejora dramáticamente el mapeo de anomalías de mayor profundidad comparado con lo que se obtendría omitiendo el lazo 302 y 305 y simplemente observando la información de baja frecuencia. (La Fig. 1 es la manera convencional de interpretar los datos electromagnéticos).

[0018] Tanto en la Fig. 1 como en Fig. 2, los datos de amplitud de baja frecuencia están puestos a escala para los datos de referencia. Dicha puesta en escala es la forma de remover el efecto de ocultamiento de la anomalía 1 de baja profundidad en la implementación física particular de la invención que produjo el mapa de anomalías de la Fig. 2. En esta implementación física, la puesta en

24

escala se logró dividiendo la amplitud observada 308 en una ubicación x,y determinada, entre la amplitud 307 simulada en la misma ubicación. A las personas conocedoras de la tecnología les serán obvias otras maneras de llevar a escala la referencia en lugar de la división simple. En el enfoque convencional de la Fig. 1, la amplitud de referencia entre la cual se dividieron los datos medidos para llevarlos a escala, fue la medida tomada en una sola ubicación, i.e., se supone que la señal de referencia está en un segundo plano constante y que no depende de la posición. Así, en ambos dibujos, los números representados por los diferentes símbolos son números adimensionales. Si se utiliza una escala de colores en lugar de diferentes símbolos para representar la resistividad en las Figuras 1 y 2, podría seleccionarse el rojo para indicar que los datos reales son mucho más resistivos que la referencia. Una persona diestra en trabajos CSEM entendería como determinar si los datos medidos indican más o menos resistencia que la referencia correspondiente. En esencia, más señal implica menos atenuación correspondiente a más resistencia. El amarillo pudiera indicar más resistividad que la referencia pero menos que el rojo. El azul podría indicar menos resistencia que la referencia. Por ejemplo, el área en la vecindad de domos salinos con sedimentos saturados de salmuera pudiera aparecer azul. Podría seleccionarse blanco para indicar que la relación de la amplitud medida a la amplitud de referencia es aproximadamente la unidad; i.e., los datos observados son iguales que los datos de referencia y no hay anomalías en la resistividad. Otros colores completan el rango de amplitudes resistivas lo cual sería indicado en la escala de colores de los dibujos. La misma calibración se ha utilizado para la escala de resistividad tanto en la Fig. 1 como en la Fig. 2, aun cuando eso no implica que deban hacerse determinaciones cuantitativas a partir de la Fig. 2. La estructura de poca profundidad 1 se sobrepone parcialmente con la estructura de mayor profundidad 2 en la vista en el mapa (la estructura 2 es más profunda). Cada estructura es resistiva y muestra símbolos de hexágonos utilizando la referencia de la Fig. 1, pero en la Fig. 1 la anomalía (hexágonos) en el área común es debida tanto a la estructura de poca profundidad 1 como a la estructura de

mayor profundidad 2. En la Fig. 2, la contribución de la resistencia de poca profundidad (i.e., la estructura 1) ha sido removida, debiéndose la anomalía remanente a los resistores de mayor profundidad. La anomalía sigue presentándose en hexágonos porque la estructura 2 es muy resistiva (mucho más resistiva que la estructura 1).

[0019] La Fig. 2, sin embargo, es solo un mapa bidimensional. Uno puede concluir comparando la Fig. 2 con la Fig. 1, que el cuerpo resistivo 3 está mucho más profundo que el cuerpo resistivo 1, pero la Fig. 2 no predice a que profundidad está la anomalía 3. En la Fig. 2 el campo petrolero 3 parece ser más pequeño que el campo 2, mientras que en la realidad es mucho mayor. Debido a que es más profundo, su respuesta electromagnética es menor. El presente método inventivo puede ir mas allá del mapeo de anomalías 309 que produce un mapa tal como la Fig. 2 y estimar la medida, la profundidad y la magnitud de la resistividad en las anomalías profundas, i.e., se puede estimar un volumen completamente tridimensional de la resistividad que explique los datos realmente observados en todas las frecuencias. La interpretación sísmica a mayor profundidad 310 puede utilizarse para construir la geometría de los cuerpos de resistividad a mayor profundidad 311 de una manera similar a la descrita en relación con los pasos 301 y 302 (la estructura de resistividad a poca profundidad 306 es el resultado del análisis iterativo de alta frecuencia). La resistividad inicial en las anomalías potenciales profundas puede generalmente suponerse a partir del control regional de pozos, pero la información sobre los pozos no es necesaria. Los datos simulados abajo para baja frecuencia 312 se comparan 313 con los datos observados de baja frecuencia 308. Los valores de resistividad profunda se ajustan entonces para que se acomoden mejor a los datos reales. Se repite el lazo 311 a 313 hasta que se llegue a una buena concordancia entre los datos simulados y los reales. La estructura de resistividad final 314 es entonces una buena explicación de los datos observados.

24

[0020] Si hay disponibles fuentes de muy baja frecuencia, el proceso se puede repetir para frecuencias cada vez más bajas y objetivos más profundos, pero un proceso de dos pasos es generalmente suficiente considerando el estrecho ancho de bandas de frecuencias de las formas de onda de las fuentes de CSEM actuales. Este proceso se asemeja a los enfoques de remoción de capas en sismología y gravimetría, pero la física y las ecuaciones que las controlan son completamente diferentes.

[0021] El enfoque de modelaje de continuación hacia abajo descrito arriba, (modelaje predictivo y comparación de datos simulados y reales que se lleva a cabo por un interprete humano – véase los pasos 305 y 313) es un proceso iterativo que consume tiempo. Puede automatizarse completamente a través de una inversión de 1D, 2D o 3D. Básicamente, el análisis de ensayo y error de los lazos 302-305 y 311-313 (Fig. 3) se hace automáticamente. Para los códigos de inversión véase por ejemplo, Newman G.A., Alumbaugh D.L., *Three dimensional Electromagnetic Modeling and Inversión on Massively Parallel Computers*, (Modelaje e Inversión Electromagnética Tridimensional en Computadores Masivamente Paralelos) Informe de Sandia SAND96-0582 Sandia National Laboratories (1996). Para reducir la no unicidad de la solución se recomienda usar la mayor información que sea posible (campos eléctricos y magnéticos, receptores cercanos a la línea del transmisor y receptores alejados a la línea del transmisor). Tal como sucede en el modelaje predictivo, la inversión puede hacerse en una, dos o tres dimensiones; el flujograma de la Fig. 4 indica una inversión en 3D lo cual da los mejores resultados pero es la más costosa y la que toma más tiempo.

[0022] Los datos reales de alta frecuencia 401 se invierten primero 402 para estimar la estructura de resistividad a poca profundidad 403 (usualmente bajando a 2 o 3 veces la profundidad pelicular de los datos de alta frecuencia más bajos). La persona conocedora de la tecnología reconocerá que la técnica de inversión 402, que está incorporada en un módulo o programa de computación para utilidad

práctica, resuelve el problema inverso a aquel resuelto por el módulo o programa de modelaje predictivo del paso 303. En otras palabras, resuelve por las variables de entrada (la estructura de resistividad) de **303** en términos de las cantidades de salida (componentes de los campos eléctricos y magnéticos en función de la ubicación).

[0023] El modelo resultante de resistividad de poca profundidad **403** se utiliza entonces como el modelo de partida o restricción para la inversión de los datos de baja frecuencia 404. La inversión a baja frecuencia **405** se lleva a cabo en una ventana más profunda que la inversión a alta frecuencia (i.e., no se permite que cambie la estructura de poca profundidad **403**), aun cuando pudiera ser preferible cierta sobreposición, típicamente de media a una profundidad pelicular a la alta frecuencia más baja). El resultado de la inversión es un modelo de resistividad de 3D **406** que puede mostrar alguna aspereza no geológica en el limite entre las ventanas de inversión. Opcionalmente, se puede correr una inversión final **407** con tanto los datos de alta frecuencia **401** como los datos de baja frecuencia **404** para asegurarse que el modelo final de resistividad **408** sea consistente con todos los datos. Puesto que el modelo de partida **406** debe estar cercano a la solución final, este paso final es usualmente rápido. La persona conocedora de la tecnología entenderá que las inversiones **402**, **405** y **407** deben llevarse a cabo por métodos numéricos i.e., ensayo y error. Así, un buen primer estimado de la respuesta acelera el proceso. Sin embargo, un punto clave es que los lazos iterativos llevados a cabo por el algoritmo de inversión (no indicado en la Fig. 4) pueden llevarse a cabo satisfactoriamente sin intervención humana, lo cual no es el caso con los pasos **305** y **313**, y el subsiguiente ajuste de la estructura de resistividad, en la implementación física de modelaje predictivo de la presente invención. Para propósitos de sencillez de la explicación, el método inventivo se ha descrito para la implementación física en la cual se usan dos conjuntos de frecuencias, un conjunto de datos de baja frecuencia y un conjunto de datos de frecuencias más altas. Sin embargo, si el espectro de frecuencias registrado es lo suficientemente

ancho, puede correrse el lazo de inversión **404-406** a frecuencias aun más bajas. El espectro mas amplio de frecuencia obtenible es preferible para reducir la falta de unicidad de la imagen de la profundidad de resistividad invertida. Típicamente una forma de onda de la fuente de CSEM tendrá un ancho de banda de alrededor de una década, i. e., el componente de frecuencia más alta (en su descomposición por Fourier) que tenga una amplitud asociada significativa, tendrá una frecuencia de alrededor de 10 x la frecuencia del componente de frecuencia más baja. Para obtener un ancho de banda más amplio (más rico en frecuencias más bajas o más altas) con las fuentes existentes, deberá repetirse la investigación varias veces con diferentes formas de onda. La economía es un factor limitante en cuanto a cuantas veces podrá repetirse la investigación para tomar como efectivo diferentes intervalos de profundidad.

[0024] La descripción precedente está dirigida a implementaciones físicas particulares de la presente invención para el propósito de ilustrarla. Será aparente, sin embargo, a los conocedores de la tecnología, que son posibles muchas modificaciones y variaciones a las implementaciones físicas aquí descritas. Todas dichas modificaciones y variaciones están destinadas a estar dentro del alcance de la presente invención según está definida por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICAMOS:

1. Un método de procesamiento de datos para reducir los efectos de ocultamiento de las estructuras de resistividad poco profundas, en una investigación electromagnética de una región debajo de la superficie el cual comprende:

(a) Seleccionar un conjunto de datos de una primera investigación generada a una primera frecuencia de la fuente, habiendo sido seleccionada dicha primera frecuencia de la fuente para penetrar solamente dichas estructuras de resistividad poco profundas;

(b) Seleccionar un conjunto de datos de una segunda investigación correspondiente a una segunda frecuencia de la fuente inferior a dicha primera frecuencia de la fuente, revelando de esa forma estructuras de resistividad colocadas mas profundamente de la región por debajo de la superficie, así como dichas estructuras de resistividad poco profundas.

(c) Calcular la estructura de resistividad poco profunda resolviendo ecuaciones de campos electromagnéticos utilizando el conjunto de datos de la investigación generada en la primera frecuencia de la fuente; y

(d) Utilizar la estructura de resistividad poco profunda calculada y los datos electromagnéticos de la segunda investigación para distinguir las respuestas poco profundas de las respuestas de mayor profundidad.

2. El método de la reivindicación 1, donde la estructura de resistividad poco profunda se predice así:

(a) Se supone una estructura de resistividad inicial poco profunda;

(b) Se calcula una respuesta electromagnética teórica para la investigación en dicha primera frecuencia de la fuente utilizando ecuaciones de campos electromagnéticos y la estructura supuesta de resistividad poco profunda;

(c) Se compara la respuesta calculada con dicho conjunto de datos de la primera investigación; y

(d) Se ajusta la estructura supuesta de resistividad poco profunda y repitiendo los pasos (b) – (d) según sea necesario, hasta que la respuesta calculada concuerde con dicho conjunto de datos de la primera investigación dentro de una tolerancia preseleccionada.

3. El método de la reivindicación 1, donde la respuesta poco profunda se diferencia de la respuesta de mayor profundidad así:

(a) Se calcula una respuesta electromagnética teórica para la investigación en dicha segunda frecuencia de la fuente, utilizando ecuaciones de campos electromagnéticos y la estructura de resistividad de poca profundidad calculada; y

(b) Se compara la respuesta electromagnética calculada con el conjunto de datos de la segunda investigación para remover las contribuciones en el conjunto de datos de la segunda investigación causados por la estructura de resistividad de poca profundidad.

4. El método de la reivindicación 2, donde la estructura de resistividad inicial de poca profundidad se obtiene a partir de la interpretación de datos sísmicos, asociando dicha estructura de resistividad con la estructura geológica identificada de partir de datos de reflexión, refracción o transmisión sísmica y luego

estimando valores de resistividad en la estructura identificada sísmicamente correlacionando con la impedancia sísmica.

5. El método de la reivindicación 1, donde la estructura de resistividad de poca profundidad se predice invirtiendo las ecuaciones de ondas electromagnéticas a dicha primera frecuencia de la fuente para resolver para la estructura de resistividad correspondiente a parámetros de adquisición y el conjunto de datos electromagnéticos de dicha primera investigación.

6. El método de la reivindicación 1, comprendiendo además calcular una estructura de resistividad dependiente de la profundidad para dicha región debajo de la superficie a partir de dicha estructura de resistividad a poca profundidad calculada y una estructura de resistividad a mayor profundidad estimada; dicha estructura de resistividad dependiente de la profundidad contendrá por lo menos dos zonas de profundidad correspondiente a la profundidad pelicular de dicha primera y segunda frecuencia de la fuente.

7. El método de la reivindicación 6, donde dicho cálculo de la estructura de resistividad dependiente de la profundidad comprende:

(a) tomar la estructura de resistividad de poca profundidad calculada y suplementar este modelo de resistividad con la estructura de resistividad a mayor profundidad estimada para producir un modelo de resistividad supuesto que cubre regiones de poca profundidad y de mayor profundidad;

(b) calcular una respuesta electromagnética teórica para la investigación de dicha segunda frecuencia de la fuente, utilizando las ecuaciones del campo electromagnético y el modelo de resistividad supuesto;

(c) comparar la respuesta calculada a dicho conjunto de datos de la segunda investigación; y

(d) ajustar el modelo de resistividad supuesto y repetir los pasos (b) – (d) según sea necesario hasta que la respuesta calculada concuerde con dicho conjunto de datos de la segunda investigación dentro de una tolerancia preseleccionada.

8. El método de la reivindicación 6, donde la estructura de resistividad a mayor profundidad estimada se obtiene a partir de la interpretación de datos sísmicos asociando dicha estructura de resistividad con una estructura geológica identificada a partir de datos de reflexión, refracción o transmisión sísmica, y luego estimar valores de resistividad en la estructura identificada sísmicamente mediante correlación con la impedancia sísmica.

9. El método de la reivindicación 6, donde la estructura de resistividad dependiente de la profundidad se calcula invirtiendo las ecuaciones de onda electromagnética a dicha segunda frecuencia de la fuente para resolver para una estructura de resistividad correspondiente a parámetros de adquisición y el conjunto de datos electromagnéticos de dicha segunda investigación.

10. El método de la reivindicación 6, comprendiendo además seleccionar un conjunto de datos de una tercera investigación correspondiente a una tercera frecuencia de la fuente y añadiendo una tercera zona de profundidad a dicha estructura de resistividad dependiente de la profundidad calculada, mejorando de esa manera la resolución en cuanto a profundidad de la estructura de resistividad debajo de la superficie.

11. El método de la reivindicación 10, comprendiendo además, repetir el proceso descrito para añadir por lo menos una zona de profundidad adicional.

12. El método de la reivindicación 3, donde las contribuciones de la estructura de resistividad de poca profundidad se remueven del conjunto de datos de la segunda investigación utilizando la respuesta electromagnética a poca profundidad, para llevar a escala el conjunto de datos de la segunda investigación, posición por posición.

13. El método de la reivindicación 12, donde el conjunto de datos de la segunda investigación llevada a escala se traza en un gráfico vs. la posición lateral en un mapa que utiliza una escala de colores para representar los datos llevados a escala.

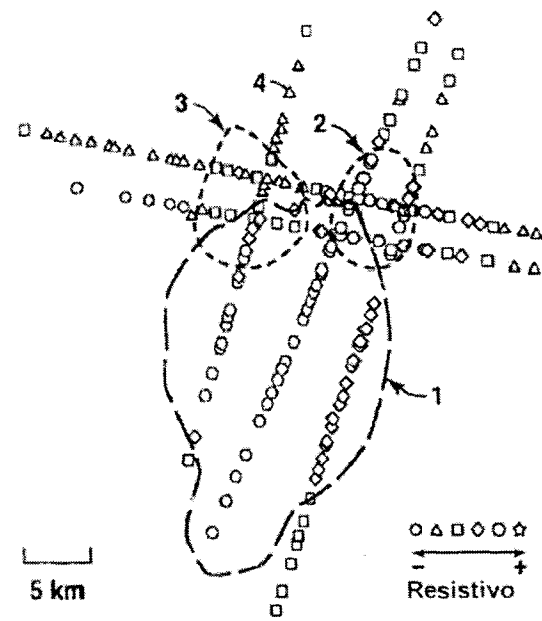


FIG. 1
(Tecnologia Anterior)

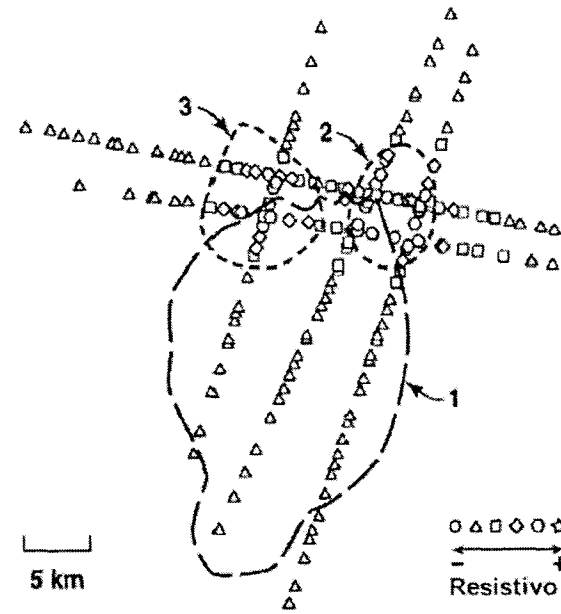


FIG. 2

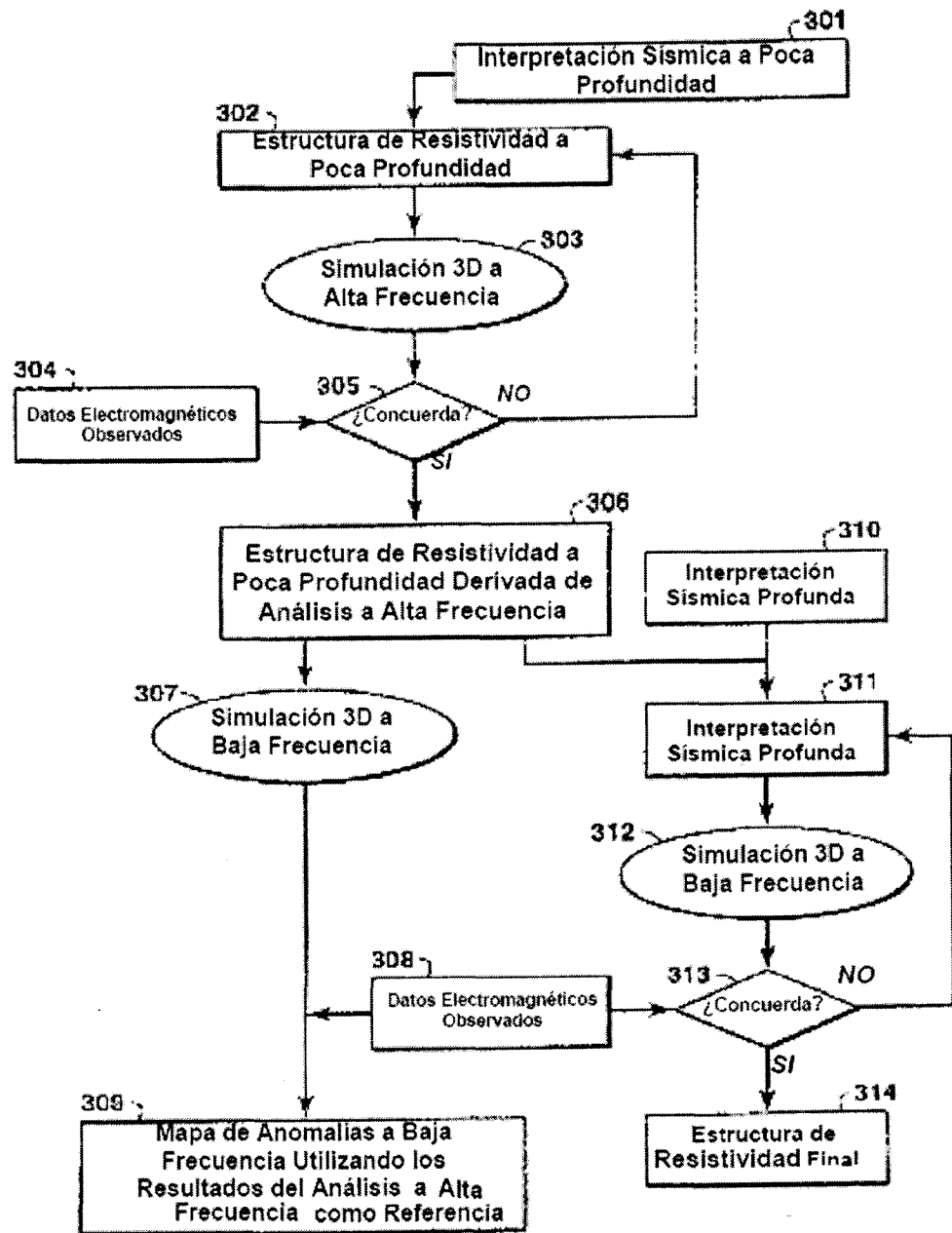


FIG. 3

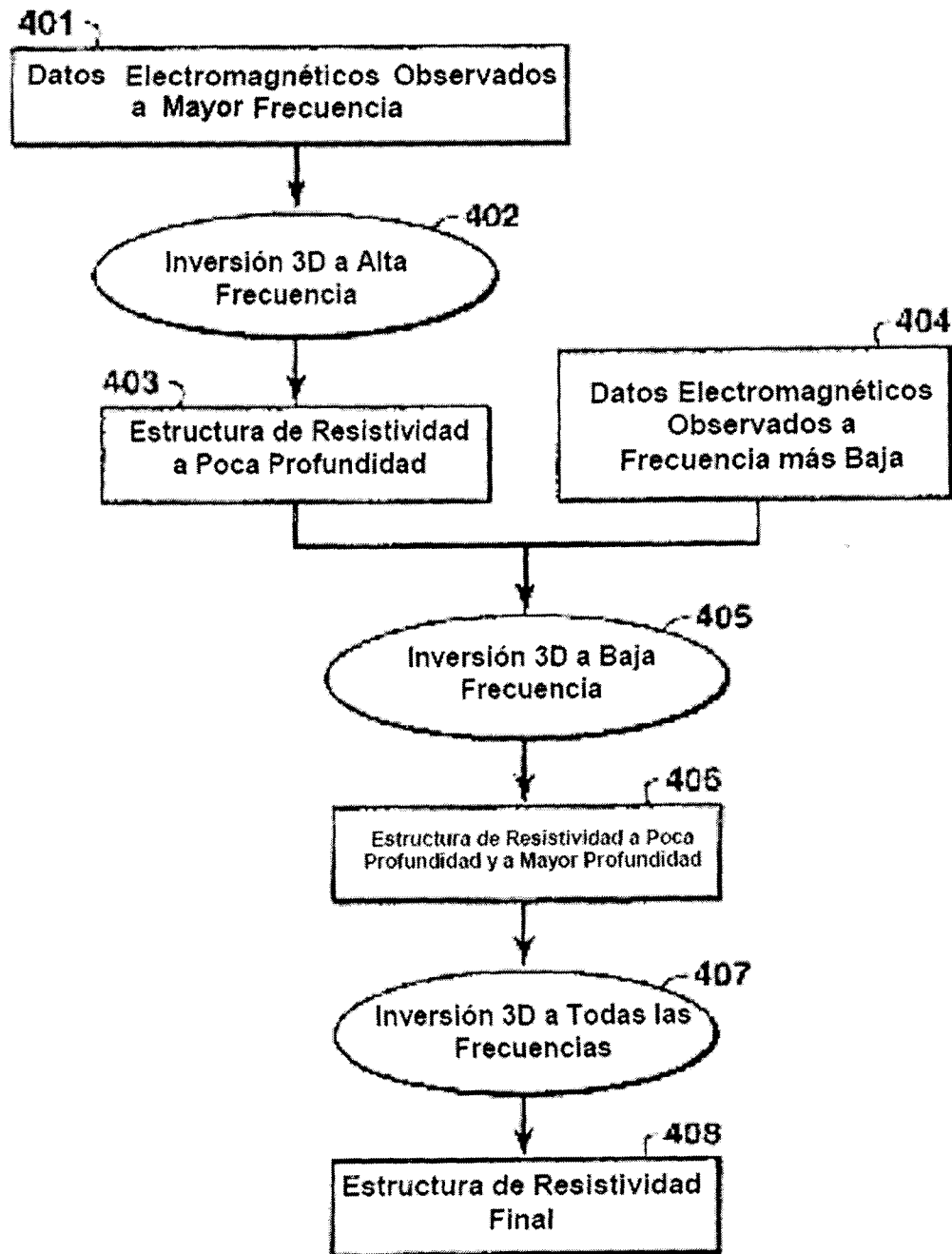


FIG. 4



No. 07-077052- -00000-0000

Fecha: 2007-07-27 16:37:11 Dep. 2020 NUECREACIONES
 Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
 Act. 411 PRESENTACION Folios: 37

Industria y Comercio
 SUPERINTENDENCIA

REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE PCT

PATENTE DE INVENCION ☒MODELO DE UTILIDAD ☐

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒ 1
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒ 1
- ◆ Descripción de la invención ☒ 14
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☒ 35
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒ 2

COMPLETA ☒INCOMPLETA ☐DISEÑO INDUSTRIAL ☐

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

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐ESQUEMA DE TRAZADO ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐

Firma Responsable _____

Fecha _____
 Conmutador: 3 82 08 40

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10

Fax: 350 52 20
 E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
 Bogotá, D.C., Colombia

346
3

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
LLOREDA RICAURTE ALICIA
Apoderado(a) y/o Representante de
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY

REFERENCIA	Radicación No.	07 77052
	Solicitud internacional	PCT/US2006/006148
	Fecha inicio fase nacional	07/10/2007
	Trámite	11
	Evento	379
	Actuación	430
	Oficio No.	-- ^m 13102

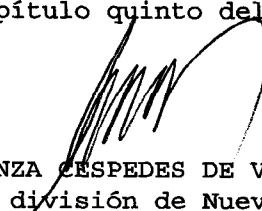
Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se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

1. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486.

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.

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 Unica No.10 de 2001.


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

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 12.01.2012 cegomez