

PETITORIO

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

01 105790 0

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

Radicación : 01105790 00000000

Folios: 91

Fecha (MM/AA): 2001-12-11 15:37:27

Trámite : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE 2000-3

①

SOLICITUD DE :

☒ Patente de Invención.

☐ Patente de Modelo de Utilidad.

②

SOLICITANTE
(71)

Nombre: SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.

Dirección: Parkstraat 83-89

Teléfono: Fax:

E-mail:

Domicilio: La Haya, Holanda

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número _____

③

REPRESENTANTE
O APODERADO
(74)

Nombre: GERMAN CASTILLO GRAU

Dirección: Carrera 13 No. 37-43, Piso 12

Teléfono: 2857460 Fax: 2859267

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número 17'017.671 TP. 2978

④

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: Jean Seydoux, Richard A. Rosthal,
Dzevat Omeragic

Dirección: 1738 Emma Cove Ct.; 14735 Kellywood
Lane, 5003 Berkshire Court

Teléfono: Fax:

E-mail:

Domicilio: Sugar Land, Texas, E.U.A.; Houston, Te-
xas, E.U.A.; Sugar Land, Texas, E.U.A.

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número _____

⑤ Título (54)

METODO DE PROTECCIÓN Y APARATO USANDO RANURAS
TRANSVERSALES

⑥

Clasificación Internacional (51)

⑦

Prioridad

SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

E. U. A.

(32) Fecha

Dic. 22, 2000

(31) Número de Solicitud

09/746,927

⑧

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

6 meses ☐

12 meses ☐

18 meses ☒

Otro ☐

⑨

Comprobante de pago No. _____

Fecha _____

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

h

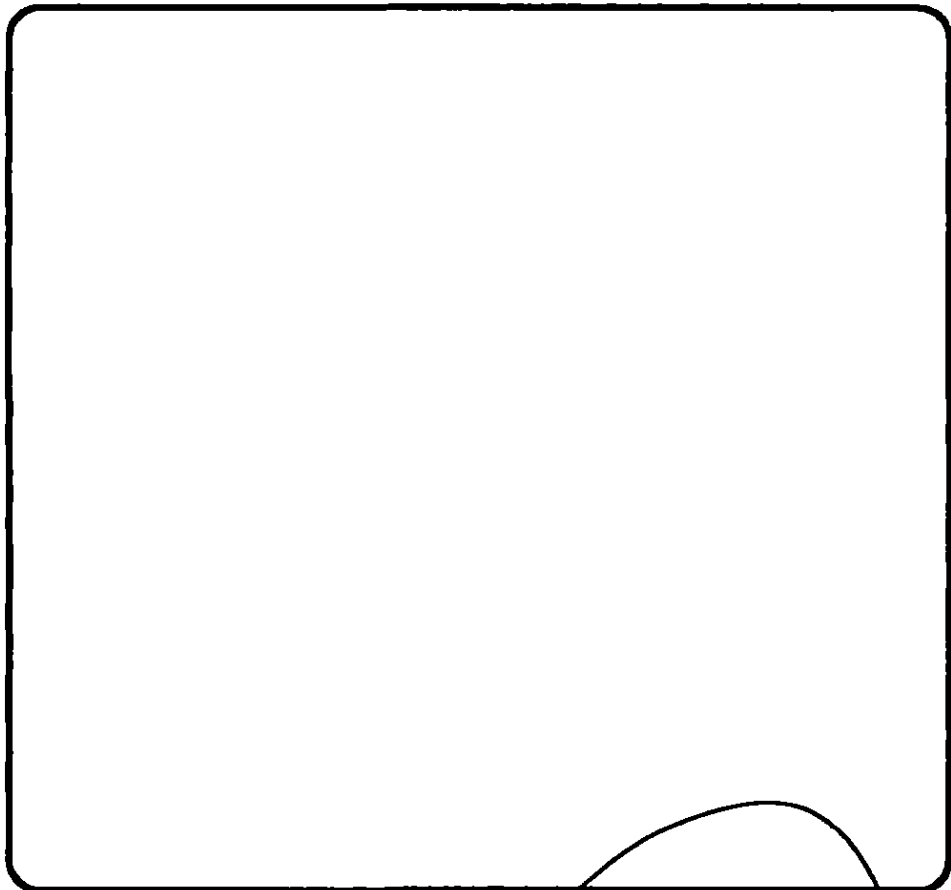
10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.
- ☒ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☒ Certificado de existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso. Poder, en copia auténtica,
- ☒ Copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☒ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante. , uno por cada inventor
- ☒ Descripción de la invención.
- ☒ Una o más reivindicaciones.
- ☒ Dibujos y/o planos necesarios
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☐ Arte final 12x12.

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

NOMBRE: GERMAN CASTILLO GRAU

FIRMA:

C.C. 17'017.671 B64 T.P. 2978

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



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación : 01105790 00000000
Fecha (ABD): 2001-12-11 15:37:27
Trámite : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Folios: 31

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 01 - 76.121
FECHA : DICIEMBRE 3 DE 2001

CONSIGNACION

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CASTILLO GRAU Y ASOCIADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	9980031	05/12/2001	6.076.960.00

CONCEPTO

CANT. HISTORICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	356.640.00
	TOTAL :	\$ 356.640.00

SON: ● CIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No.

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10
Conmutador 382 0840
Fax 350 5220
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia



4

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

Radicacion : 01105790 00000000

Folios: 91

Fecha (AMD): 2001-12-11 15:37:27

Trámite : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTA

Dependencia: 2029 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

NIT : 800176089-2

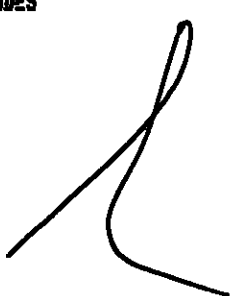
RECIBO OFICIAL DE CAJA : 01 - 76,124
FECHA : DICIEMBRE 5 DE 2001

*** CONSIGNACION ***

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CASTILLO GRAU Y ASOCIADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	8880031	05/12/2001	6.076,960.00

*** CONCEPTO ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	82 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN NU	100.000.00
	TOTAL :	\$ 100.000.00

SON:  EN MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No.

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10
Conmutador 382 0840
Fax 350 5220
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

MÉTODO DE PROTECCIÓN Y APARATO USANDO RANURAS TRANSVERSALES

Esta aplicación es una continuación parcial de la Aplicación de Patente de los Estados Unidos Serial N° 09/ 452.660, registrada el 1° de Diciembre de 1999 intitulada "Aparato Protector para Uso Junto con una Herramienta de Pozo"

1. ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1.1. Campo de la Invención

Esta invención se relaciona al campo de registro de pozos, y más particularmente, a protecciones mejoradas para ser usadas con instrumentos de registro utilizando fuerzas o sensores teniendo un dipolo magnético transversal o inclinado.

1.2. Descripción del Arte Relacionado

Instrumentos de registro electromagnéticos (EM) han sido empleados en el campo de la exploración y producción de hidrocarburos por muchos años. Estos instrumentos de registro o "sondas" vinculan un miembro de soporte alargado equipado con antenas que son operables como fuentes y / o sensores. Estas antenas son generalmente espirales del tipo solenoide cilíndrico y están compuestas de una o más vueltas de alambre conductor aislado que está enrollado alrededor del soporte. La Patente de los Estados Unidos N° 4.873.488 (asignada al presente asignatario), por ejemplo, describe instrumentos de registro equipados con antenas dispuestas a lo largo de un soporte central.

En operación, una antena transmisora es energizada por una corriente alterna para emitir energía EM a la formación. La energía emitida interactúa con la formación del alrededor para producir señales que son detectadas y medidas por una o más antenas. Las señales medidas son entonces procesadas para determinar las propiedades eléctricas, tales como permisividad o conductividad de la formación.

Técnicas convencionales de registro EM incluyen registro "de línea de cables" y registro-durante-perforación (LWD). LWD involucra unir el instrumento dispuesto en un collar de perforación a un ensamble de perforación mientras un agujero está siendo perforado a través de formaciones terrestres. Un nuevo método algunas veces referido como registro-durante-tropiezos (LWT) involucra colocar una herramienta de registro cerca del fondo de la tubería de perforación y efectuar mediciones mientras la tubería es extraída del agujero de perforación.

Una espiral llevando una corriente puede ser representada como un dipolo magnético teniendo un momento magnético proporcional al producto de la corriente y el área cubierta por la espiral. La dirección y fuerza del momento magnético puede ser representada por un vector perpendicular al plano de la espiral. En el caso de espirales más complicados que no reposan en un solo plano (i.e., espirales cabalgantes más adelante nombradas), la dirección del momento dipolo es dada por $\int \mathbf{r} \times d\mathbf{l}$ y es perpendicular al área efectiva de la espiral. Esta integral se relaciona a la definición estándar de un dipolo magnético de un circuito. Ver J.A. Stratton, TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA, Mc Graw Hill, New York, 1941, p.235, fig.41. Integración es sobre el contorno que define a la espiral, $\mathbf{r}$ es el vector de posición y $d\mathbf{l}$ es el segmento diferencial del contorno.

En instrumentos de registro convencionales de inducción y propagación, el transmisor y las antenas receptoras están montados con sus ejes a lo largo, o paralelos a, el eje longitudinal del instrumento. Así, estos instrumentos son implementados con antenas teniendo dipolos magnéticos longitudinales (LMD).

Si el transmisor y las antenas receptoras en estos instrumentos estuvieran perfectamente configurados y balanceados en un sistema teóricamente ideal, la energía EM emitida por las antenas se propagarían de un modo conocido como modo eléctrico transversal (TÉ), o el tipo generado por un dipolo magnético vertical ideal en un medio simétrico azimutalmente. Sin embargo, bajo las actuales condiciones operativas, hay varios factores que dan cabida a

la generación de significativos indeseados componentes de campo EM. Un enfoque para aliviar este problema es con el uso de protectores de antena para reducir la transmisión y / o recepción de componentes de campo EM espurios e indeseados. Estos protectores son típicamente usados junto con cada antena sobre el instrumento aunque pueden ser usados con solo algunas de las antenas. Por ejemplo, si cada protector proporciona atenuación N dB de modos indeseados, entonces teniendo protectores tanto en transmisores como en receptores se proporcionará $2N$ dB de atenuación. Si N dB es suficiente para las mediciones deseadas, entonces las protecciones pueden usarse solo para los transmisores o solo para los receptores.

Las Patentes de los Estados Unidos N° 5.631.563, 4.808.929, 4.949.045 y 4.536.714 (todas asignadas al presente asignatario) presentan protectores de antena convencionales usados con estos instrumentos para proporcionar protección mecánica para las antenas y permitir el paso de componentes deseados de campo EM. Como se muestra en la Figura 1 a, estos protectores 10 están en forma de un cilindro metálico que tiene ranuras 12 en dirección axial. El patrón de la ranura 12 permite al componente campo eléctrico azimutal (E_ϕ) pasar a través con poca atenuación, mientras el radial (E_r) y el axial (E_z) son más atenuados mientras pasan a través del protector.

Un punto de vista alternativo es representar cada ranura axial 12 como un dipolo magnético axial, como se muestra en la Figura 1b. Estos dipolos magnéticos se acoplan a los campos magnéticos axiales (B_z), pero no se acoplan a los campos magnéticos azimutales (B_ϕ). Las antenas protegidas son hechas así sustancialmente insensibles a campos EM parásitos magnéticos transversales (TM) asociados con modos de agujeros perforados, y que tienen campos eléctricos radiales (E_r) y axiales (E_z) y campos magnéticos azimutales (B_ϕ).

Una técnica emergente en el campo de registro de pozos es el uso de instrumentos con antenas inclinadas o transversas, i.e., donde el eje de la espiral no es paralelo al eje de soporte.

Estos instrumentos son así implementados con antenas teniendo un momento magnético dipolo transverso o inclinado (TMD). Una configuración de instrumento comprende espirales tri-axiales; involucrando tres espirales con momentos magnéticos no co-planares. El objetivo de estas configuraciones TMD es proporcionar mediciones EM con sensibilidad dirigida y sensibilidad a las propiedades de resistividad anisotrópica de la formación.

Instrumentos de registro equipados con TMDs son descritos en las Patentes de los Estados Unidos N° 6.044.325, 4.319.191, 5.115. 198, 5.508.616, 5.757.191, 5.781.436 y 6.147.496. Común a estos aparatos y técnicas, sin embargo, es la necesidad de manipular la antena misma. Ninguna de esas presentaciones se aboca a la implementación de protectores como medios alternativos para lograr una selectiva atenuación de energía EM.

Un concepto de ranura transversal ha sido usado en el diseño de antenas de comunicación de alta frecuencia. Ver Shumpert, J.D., y Butler, C.M., 'Penetración a través de ranuras en Cilindros Conductores' Parte 1: Caso TE; 'Antenas de Transmisión y Propagación IEEE, Vol. 46, pp. 1612-1621, 1998; Shumpert, J.D. y Butler, C.M., ' Penetración a través de ranuras en Cilindros Conductores' Parte 2: Caso TM; ' Antenas de Transmisión y Propagación IEEE, Vol. 46, pp. 1622-1628, 1998; Park, J.K. y Eom, H.J., ' Radiación de ranuras múltiples circunferenciales en un cilindro circular conductor', ' Antenas de Transmisión y Propagación IEEE, Vol. 47, pp. 287-292, 1999. Estos papeles de trabajo presentan métodos para modelar el campo EM. Sin embargo, el concepto y el entorno físico en aplicaciones de comunicaciones son diferentes del involucrado con aplicaciones de registro. Una diferencia clave es el rango de frecuencia de operación: las antenas de instrumentos de registro generalmente operan en régimen de difusión EM mientras las antenas de comunicación operan en régimen de propagación, donde las dimensiones de las antenas y las ranuras son comparables a las longitudes de onda.

Es deseable implementar una técnica para producir un campo EM bipolar magnético transversal puro para mediciones de formaciones subterráneas. Aún más, es deseable implementar un aparato protector que pueda ser usado

junto con espirales cabalgantes, espirales ladeadas o espirales multi – capa tri- axiales para producir tal campo.

2. SUMARIO DE LA INVENCION

La invención proporciona un aparato para ser usado con un soporte alargado que está adaptado para ser dispuesto dentro de un agujero de perforación, el soporte teniendo un eje longitudinal, comprendiendo: un cuerpo adaptado para formar una superficie cilíndrica; el cuerpo estando adaptado para ser montado en el soporte; y el cuerpo teniendo al menos una ranura formada en su interior de forma tal que la ranura sea perpendicular al eje longitudinal cuando el cuerpo está montado en el soporte; en donde el cuerpo proporciona predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras el campo interactúa con el cuerpo de ayuda.

La invención proporciona un aparato para ser usado con un soporte alargado que está adaptado para ser dispuesto dentro de un agujero de perforación, el soporte teniendo un eje longitudinal, comprendiendo: una cinta flexible adaptada para rodear el soporte, la cinta estando formada de un material no conductor, y al menos un elemento conductor dispuesto sobre la cinta de forma tal que el elemento sea perpendicular al eje longitudinal cuando la cinta rodea dicho soporte; en donde la cinta proporciona una predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras el campo interactúa con la cinta.

La invención proporciona un método para proteger una fuente o sensor dispuesto sobre un soporte alargado teniendo un eje longitudinal y adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación. El método comprende montar un cuerpo adaptado para formar una superficie cilíndrica sobre el soporte para cubrir la fuente o sensor, el cuerpo teniendo al menos una ranura formada en él de tal forma que la ranura sea perpendicular al eje longitudinal, en donde el cuerpo proporciona predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras el campo interactúa con el cuerpo.

La invención proporciona un método para proteger una fuente o sensor dispuesto sobre un soporte alargado teniendo un eje longitudinal y adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación. El método comprende montar una cinta flexible sobre el soporte para cubrir la fuente o sensor, la cinta teniendo al menos un elemento conductor dispuesto en su interior de tal forma que el elemento sea perpendicular al eje longitudinal, en donde la cinta proporciona atenuación predeterminada de un componente campo electromagnético mientras el campo interactúa con la cinta.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

Otros aspectos y ventajas de la invención se harán aparentes con la lectura de la siguiente descripción detallada y en referencia a las ilustraciones en las cuales:

Figura 1 a es un diagrama esquemático de una convencional protección cilíndrica con ranuras axiales. Flechas dirigidas son representativas de la interacción entre el protector y los componentes del campo eléctrico de la energía electromagnética incidente.

Figura 1 b es un diagrama esquemático de una convencional protección cilíndrica con ranuras axiales. Flechas dirigidas son representativas de la interacción entre el protector y los componentes del campo magnético de la energía electromagnética incidente.

Figura 2 es un diagrama esquemático de una espiral enrollada en un ángulo θ Al eje longitudinal del instrumento. También está representada una vista de la espiral inclinada como se proyecta sobre una superficie bidimensional.

Fig. 3 es un diagrama esquemático de un patrón de ranura inclinada sobre impuesto sobre una espiral inclinada y proyectado sobre una superficie bidimensional. Las ranuras son mantenidas perpendiculares a la (s) voluta (s) de la espiral.

Fig. 4 es un diagrama esquemático de un patrón de ranura inclinada sobre impuesto sobre una espiral no inclinada (axial) y proyectado sobre una superficie bidimensional.

Fig. 5 es un diagrama esquemático de un patrón de ranura inclinada de la Fig. 4 con las ranuras mantenidas centradas sobre la (s) voluta (s) de la espiral.

Figura 6 es una vista en perspectiva de un protector cilíndrico de acuerdo con la invención.

Figura 7 es un diagrama esquemático de un protector cilíndrico de acuerdo con la invención. Las flechas punteadas representan los componentes bipolo magnético axial y bipolo magnético transversal asociados con el patrón de ranura del protector.

Figura 8 es un diagrama esquemático de un protector compuesto de una cinta de acuerdo con la invención. La cinta es mostrada proyectada en una superficie bidimensional.

Figura 9 es un diagrama esquemático representativo de un conjunto de momentos magnéticos inclinados orientado sobre un eje longitudinal.

Figura 10 es una vista desarmada de un protector compuesto de una cinta conteniendo múltiples elementos conductores de acuerdo con la invención.

Figura 11 es un diagrama del protector de la Figura 10 sobre impuesto sobre las volutas de una espiral inclinada de acuerdo con la invención.

Figura 12 es una vista parcial de un protector ilustrando una pluralidad de ranuras horizontales desplazadas a lo largo de la superficie plana de acuerdo con la invención.

Figura 13 es un diagrama esquemático de un protector dispuesto sobre un soporte en alineación con y cubriendo una antena montada sobre el soporte de acuerdo con la invención.

Figuras 14 a – 14 c ilustran configuraciones de antenas empleando una configuración de espiral transversal usando una o más espirales cabalgantes de acuerdo con la invención.

Figura 15 es una vista parcial de una protección ilustrando una ranura axial formada entre dos hileras de ranuras horizontales a lo largo de la superficie plana de acuerdo con la invención.

Figura 16 es una vista parcial de una protección ilustrando una pluralidad ranuras horizontales escalonadas desplazadas a lo largo de la superficie plana de acuerdo con la invención.

4. DESCRIPCIÓN DE INCORPORACIONES ILUSTRATIVAS

Como se discutió arriba, protecciones convencionales usadas universalmente en instrumentos de registro tienen ranuras que están alineadas a lo largo del eje longitudinal del instrumento. La orientación de las ranuras es perpendicular al campo eléctrico generado por la fuente dentro del campo que va a ser detectado por el sensor. Si el campo incidente tiene un componente no deseado del campo eléctrico que yace a lo largo de la ranura, entonces las corrientes fluirán en el metal para cancelar ese campo y solo permanecerá el componente normal. Para inducción convencional o instrumentos de propagación, el campo eléctrico deseado es azimutal, y ranuras longitudinales permiten al campo pasar. Si la espiral se enrolla a un ángulo θ al eje del instrumento, entonces el deseado campo eléctrico no es más azimutal, sino más bien tiene ambos componentes, azimutal y longitudinal, que varían en función de la posición azimutal.

La Figura 2 ilustra una espiral 14 enrollada en un ángulo θ al eje longitudinal (representado por líneas punteadas) del instrumento y teniendo un radio. Proyectando la espiral 14 sobre una superficie bidimensional como se muestra, la altura de la espiral 14 es descrita por una función sinusoidal del ángulo azimutal alrededor del instrumento:

$$f(\Phi) = a \tan \theta \cos \Phi \quad (1)$$

Un espiral real probablemente tendría múltiples volutas, descritas por la ecuación (1), pero con un término adicional $p \Phi$ donde p es el grado de inclinación. Protecciones efectivas para tales configuraciones de espiral deben preservar tanto las ventajas mecánicas como las ventajas EM ofrecidas por las protecciones convencionales.

4.1. Patrón de Ranura Inclinada

Un escudo para dejar pasar los deseados componentes de campo EM y atenuar los no deseados, debe tener al menos una ranura inclinada que esté inclinada a un ángulo ϕ con respecto al eje del instrumento. Un patrón de ranura inclinada para una espiral inclinada 14, proyectado sobre una superficie bidimensional, es mostrado en la Figura 3. Las ranuras 12' son perpendiculares a la espiral 14 en la intersección de la ranura 12' y a espiral 14. Esto permite al componente campo eléctrico paralelo a la espiral 14 pasar a través del protector con mínima atenuación. Este campo eléctrico tendrá componentes azimutales y axiales, pero no radiales. La inclinación de la ranura 12' es dada por

$$1/(\alpha \tan \theta \text{ seno}) \quad (2)$$

Alternativamente, se pueden representar las ranuras 12' como una colección de puntos magnéticos bipolares sobre la superficie de un cilindro conductor (no mostrado). La locación de cada bipolo magnético es dada por la ecuación (1) y su orientación es dada por la ecuación (2). Cada bipolo magnético individual tiene un componente axial y un componente azimutal.

Aunque la anterior discusión ha asumido que la antena bajo la protección está inclinada a un ángulo θ con respecto al eje del instrumento, las protecciones 10 pueden también ser usadas con una espiral axial 14. Con esta configuración, el eje del bipolo magnético espiral puede ser selectivamente rotado. La Figura 4 ilustra un patrón de ranura inclinada 12' sobre impuesto sobre una espiral axial 14 y proyectado sobre una superficie bidimensional.

Como se muestra en la Figura 4, las ranuras 12' no son más perpendiculares a las volutas de la espiral 14. Esto puede afectar la fortaleza relativa del componente TMD al componente bipolar magnético axial.

Un enfoque de minimizar estos efectos sería mantener las ranuras 12' centradas sobre la antena, como se muestra en la Figura 5.

La Figura 5 también muestra un patrón de ranura inclinada 12' sobre impuesta sobre una espiral axial 14 y proyectado sobre una superficie bidimensional.

Aunque la espiral 14 en la Figura 4 es mostrada comprendiendo múltiples volutas, será entendido por aquellos calificados en el arte que los protectores de la invención son efectivos con espirales compuestos de una o más volutas.

Aunque las Figuras 3-5 muestran ranuras rectas 12', en general las ranuras 12' pueden hacerse curvas para mantener la dirección de las ranuras 12' perpendicular a las direcciones de la(s) voluta(s) o mantenerla perpendicular a la dirección deseada del campo eléctrico lo que es pasar a través de la protección sin atenuación. Rodeando una espiral axial 14 con una protección 10, solo el componente del campo eléctrico perpendicular a la ranura 12' pasará a través sin significativa atenuación; los componentes paralelos a la ranura 12' serán significativamente atenuados. El campo eléctrico que pasa a través de las ranuras 12' está en la dirección que resultaría de una antena realmente inclinada. Básicamente, la protección 10 funciona como un polarizador que pasa componentes del campo EM correspondiente a un bipolo magnético a un ángulo relativo al eje del instrumento.

La Figura 6 muestra una incorporación de una protección 10 configurada como un cuerpo hueco 16 con aperturas 18 en ambos extremos. La protección 10 está formada de un material conductor, típicamente metal. Las terminaciones 18 están adaptadas para conexión al instrumento usando roscas de apareamiento, sujetadores, u otros medios adecuados conocidos en el arte. Los instrumentos de registro típicos consisten de un tubo metálico alargado o un mandril como medios de soporte central sobre los cuales sensores, electrónica y otra instrumentación es montada. Será entendido que otros medios de soporte, tales como tuberías en espiral o sondas no metálicas, pueden usarse para implementar la invención, ya que el tipo preciso de medios de soportes inmaterial aquí. El cuerpo hueco 16 puede ser de extremos cerrados o abiertos. El cuerpo 16 está generalmente formado en la forma de un cilindro hueco. Un cilindro derecho circular es preferible, aunque otras formas,

tales como un cilindro elíptico pueden emplearse o varias modificaciones a la forma cilíndrica pueden ser hechas para facilitar varias otras mediciones. Preferiblemente, un protector 10 rodeará independientemente cada espiral en el instrumento aunque un solo protector más largo puede también rodear múltiples espirales (no mostrados).

El patrón de radiación EM alrededor de un instrumento de registro puede verse afectado por el instrumento mismo, así una operación óptima del protector 10 puede requerir una exacta sintonización del exacto patrón de ranura 12'. El modelaje muestra que la excentricidad del agujero de perforación puede tener un gran efecto deletéreo sobre una medición usando TMDs. TMDs excéntricos pueden acoplarse directamente en modos TM del agujero de perforación por la vía de los campos magnéticos azimutales de modo TM (B_ϕ). Debido a que una espiral inclinada 14 puede ser representada como un vector suma de un bipolo magnético axial y un bipolo magnético transversal, también será susceptible a grandes efectos de excentricidad. Sin embargo, las configuraciones de protección 10 presentadas proporcionarán alguna inmunidad al modo TM, así que los efectos de excentricidad pueden ser severamente reducidos. La Figura 7 muestra el componente bipolar magnético axial B_A el componente bipolar magnético transversal B_T asociado con cada ranura 12'.

Los protectores 10 de la invención pueden ser modificados o combinados para alterar los efectos de energía EM incidente. Múltiples protectores 10 pueden ser superpuestos coaxialmente alrededor de una antena. Combinaciones de ranuras inclinadas y axiales de variada longitud, ancho, grosor, orientación, simetría, densidad o espaciado pueden formarse sobre una protección 10. Las ranuras inclinadas 12' pueden tener iguales o variados ángulos de inclinación. Las ranuras 12' pueden ser parcial o completamente llenadas con algún tipo de material conductor. Un elemento conductor, tal como un cable o una cinta metálica, pueden conectarse entre los lados de una ranura 12' para recortar parcialmente la ranura 12'.

Un protector 10 puede también formarse comprendiendo dos mitades o varias secciones configuradas para formar un cilindro al combinarse (no mostrado). Tal configuración puede además comprender una sección o una mitad del protector 10 estando aislada eléctricamente de la otra mitad o de otras secciones. El espaciado entre la antena y sus medios de soporte o el espaciado entre la antena y el protector 10 puede también ser variado. Será apreciado por aquellos calificados en el arte teniendo el beneficio de esta presentación que otras modificaciones pueden ser empleadas para aumentar la eficiencia del protector 10.

4.2. Cinta Protectora

La Figura 8 ilustra otra incorporación protectora de la invención. Un protector puede ser implementado en la forma de una cinta 20, también llamada circuito flexible. La tecnología de circuito flexible es similar a la usada en convencionales tablas de circuitos impresos de múltiples capas donde cada capa puede consistir de regiones conductoras sobre un sustrato resistivo. Conexiones pueden ser hechas a través de las capas a puntos en otras capas o al exterior. La diferencia con un circuito flexible es que material que sirve de sustrato es flexible, así que luego de la construcción, toda la cinta puede ser doblada. La cinta 20 es mostrada proyectada sobre una superficie bidimensional para claridad de la ilustración. Una efectiva cinta 20 puede ser formada de cualquier material adecuado no conductor que pueda adaptarse para rodear coaxialmente a la antena. La cinta 20 es preferiblemente flexible, pero también puede estar formada de un material rígido. La cinta 20 contiene al menos un elemento conductor 22, preferiblemente una multitud de elementos conductores 22. Los elementos conductores 22 pueden estar formados de finas cintas de cobre u otros materiales conductores adecuados. Como se describió anteriormente un protector incorporando ranuras puede ser usado para rotar el momento magnético de una antena. Así, los elementos conductores 22 están dispuestos en la cinta 20 de tal forma que cada elemento 22 está inclinado a un ángulo con respecto al eje del instrumento cuando la

cinta está montada sobre el instrumento para rodear la antena. Debido a que la cinta 20 es no conductiva (a diferencia de las incorporaciones protectoras arriba descritas), los elementos 22 deben también ser configurados para formar una curva alrededor de la antena cuando la cinta rodea la antena. La curva proporciona la ruta en la cual las corrientes pueden fluir alrededor de la antena con el objeto de rotar el eje del bipolo magnético. La cinta 20 proporciona atenuación selectiva de la energía EM emitida o recibida por una antena cuando una curva completa es formada alrededor de la antena por el elemento conductivo 22.

Una conexión conmutable es proporcionada en la cinta 20 para abrir o cerrar selectivamente las curvas formadas por los elementos conductivos 22, como se ilustra en la Figura 8. Esta conexión puede ser una serie de conexiones o solo una conexión. La (s) conexión (es) puede también estar localizada en cualquier punto adecuado en el circuito. Cuando la conexión es cerrada, el elemento 22 actúa para rotar el bipolo magnético de la antena. Cuando está abierto, no tiene efecto. Una forma de conexión conmutable utiliza un conmutador MosFET para abrir o cerrar el paso de corriente alrededor de la antena.

Otros medios adecuados pueden utilizarse para formar la(s) conexión (es) conmutable (s) como es conocido en el arte. La cinta 20 puede también comprender medios de conmutación adicionales (no mostrados) para proporcionar un corto eléctrico con el miembro soporte si así se desea.

La cinta 20 puede modificarse o combinarse para alterar los efectos de energía EM incidente.

Múltiples capas de elementos conductivos 22 teniendo diferentes direcciones de momentos bipolares magnéticos pueden también ser dispuestos sobre la cinta 20. Esto permitiría el uso de una sola espiral axial 14 como transmisor o receptor y así, cerrando las conexiones conmutables sobre la cinta 20 pueden lograrse diferentes rotaciones del momento magnético. Alternativamente, múltiples cintas 20 pueden superponerse coaxialmente para rodear la antena.

4.3. Mediciones Direccionales

Alterando la dirección del bipolo magnético, una antena puede ser usada para hacer mediciones de formación en múltiples orientaciones.

Esta sección describe un método para enrollar y proteger una estructura de antena para producir un conjunto de TMDs.

Superponiendo o solapando tres espirales alrededor de medios de soporte y enrollando las espirales con una o más cintas 20, un conjunto bipolar triaxial puede ser producido. La Figura 9 ilustra un conjunto de momentos magnéticos dirigidos a lo largo de tres direcciones ortogonales a un ángulo igual al eje longitudinal del instrumento. Con esta configuración, las tres antenas y sus correspondientes cinta (s) 20 pueden ser prendidas o apagadas independientemente. Esto permite a cualquier par de antena y polarizador estar unidos, mientras los otros dos conjuntos no lo están.

La construcción de una antena y cinta polarizante 20 para el caso más simple (que sería solo un espiral y su correspondiente polarizador) será descrita ahora. La espiral puede estar enrollada sobre un soporte (tal como un mandril aislado) de cualquier cable conductor adecuado como se conoce en el arte. Refiriéndonos a la Fig. 2, para producir un bipolo magnético a algún ángulo Φ entre 0° y 90° , la locación del centro de la rosca debe seguir

$$Z(\Phi) = a \tan \Phi \cos \Phi + p \Phi, \quad (4)$$

Donde a es el radio del medio de soporte, Φ es el ángulo azimutal, y p es el grado de inclinación. El cable es de preferencia enrollado de forma apretada de forma tal que la profundidad y ancho de la rosca estén en el orden del diámetro del cable d y $a \gg p \geq d$ donde d es el diámetro del cable.

La cinta polarizante 20 puede estar construida de forma tal que los elementos conductivos 22 son en todo lugar perpendiculares a la corriente en las volutas de la espiral. La Figura 10 muestra una incorporación de una cinta 20 conteniendo elementos conductivos 22. Los elementos conductivos pueden

estar empotrados, engomados o fijados a la cinta de cualquier manera adecuada como es conocido en el arte. La forma funcional $f(\phi')$ de estos elementos conductivos 22 es derivada por

$$f(\phi') = \int \frac{-1}{dz} d\phi', \quad (5)$$

Donde

$$dz/d\phi = -a \tan \theta \sin \phi', \quad (6)$$

Evaluada en $\phi = \phi'$. Por lo tanto

$$f(\phi) = \int \frac{1}{\beta \sin \phi} = \frac{1}{2\beta} \ln \left(\frac{1 + \cos \phi}{1 - \cos \phi} \right). \quad (7)$$

Donde $\beta = a \tan \theta$.

Además de proporcionar atenuación selectiva de componentes de energía EM, la cinta polarizante 20 actúa como un protector Faraday para reducir el acoplamiento capacitivo entre antenas, sin atenuar los componentes deseados del campo magnético. La conducta como un protector Faraday es comparable a la conducta de protectores convencionales usados en los instrumentos de la presente generación de inducción o propagación. La Figura 11 muestra la cinta 20 de la Figura 10 sobre impuesta sobre las volutas 24 de una antena inclinada. Como se muestra en la Figura 11, los elementos conductivos 22 están en todas partes perpendiculares a las volutas de la espiral. Aunque la

Figura 11 muestra la superposición de una cinta 20 sobre una espiral 14, el mismo patrón se aplica a la superposición de un protector cilíndrico 10 con ranuras inclinadas 12' sobre una espiral 14. La antena simplificada y la cinta 20 descritas arriba pueden ser superpuestas para crear un conjunto de bi-polos magnéticos básicos. Estos pueden ser usados para construir una estructura de antena que proporciona capacidad selectiva de medición tri – dimensional.

4.4. Ranuras Transversales

Una antena bipolar magnética transversal es una pieza clave para las mediciones direccionales y tri-axiales. Para generar un campo EM bipolar magnético transversal puro, un protector configurado con una ranura transversal es de preferencia. La Figura 12 muestra una incorporación de protector 10 de la invención. Una pluralidad de ranuras horizontales 12' están espaciadas a lo largo del cuerpo del protector 10.

Las ranuras 12' son preferiblemente paralelas una a otra. De forma similar a las incorporaciones de protectores discutidas con anterioridad, el óptimo protector 10 para un campo EM bipolar magnético transversal puro debe tener ranuras perpendiculares a la excitación de la espiral.

La figura 13 muestra un protector 10 cubriendo una antena 30 dispuesta sobre un miembro soporte 32. La antena 30 comprende una configuración de espiral transversal usando uno o más espirales cabalgantes.

Volviendo a la Figura 14 a, una antena 30 es ilustrada teniendo espirales segmentadas 602 y 604. Estas espirales segmentadas conjuntamente producen un bipolo magnético 608 que se extiende radialmente desde el soporte (representado por la línea de puntos). Como es generalmente ilustrado, las espirales segmentadas 602,604 están formadas para extenderse alrededor de la circunferencia del soporte. Nos referimos a esto como una espiral cabalgante, porque su forma es parecida a la de una silla de montar a caballo. Consiste de un arco circular en el tope y el fondo de la espiral conectado por segmento longitudinal. A menudo se tienen un par de estas espirales dispuestas sobre lados azimutalmente opuestos del miembro soporte

del instrumento. Los segmentos espiral 602,604 pueden estar conectados en serie para asegurar iguales parámetros de corriente, o pueden estar conectados en paralelo si así se desea. Alternativamente, las espirales segmentadas 602,604 pueden estar independientemente dispuestas sobre el soporte y energizadas para producir el bipolo magnético.

Volviendo a la Figura 14 b, que es una vista axial del instrumento, otra incorporación de antena 30 incluye un segundo conjunto de medias espirales 622,624 que orientan y reciben corriente para producir un bipolo magnético 628 que también se extiende radialmente desde el soporte sobre el cual están montados los medios espirales. Medios espirales 602,604 están superpuestos para rodear los medios espirales 622 y 624. Los medios espirales 622, 624 están dispuestos sobre el soporte para producir el bipolo magnético 628 de tal forma que el bipolo 628 es rotado azimutalmente con respecto al bipolo magnético 608. El diseño de medios espirales 622 y 624 es similar al diseño de medios espirales 602 y 604, sin embargo, ellos son rotados azimutalmente con respecto al conjunto anterior. La Figura 14c además ilustra la orientación de estos bipolos magnéticos 608,628. Estos bi-polos magnéticos 608 y 628, dispuestos dentro del agujero perforado 630, son controlables de forma que la medición de sensibilidad puede ser dirigida axialmente desde el soporte a cualquier ángulo azimutal.

Con el uso de una antena de espiral cabalgante 30, debido a que la corriente de excitación es primariamente longitudinal (z-dirigida), las correspondientes ranuras 12' son azimutales y el cuerpo del protector está centrado en el centro de la antena 30, como se muestra en la Figura 13. Variando el número, las dimensiones y / o el desplazamiento de las ranuras 12' sobre la superficie del protector 10, la atenuación de campos EM Inter.-actuantes es alterada. La atenuación de estos componentes de campo puede ser reducida usando una o más ranuras axiales (verticales) en combinación con las ranuras transversales 12'. La Figura 15 muestra otra incorporación de protector 10 de la invención. Una ranura axial 34 es dispuesta entre dos secuencias de ranuras transversales 12' de tal forma que cuando el protector 10 es montado, la ranura

34 está paralela al eje de soporte. Ranuras axiales 34 pueden también ser dispuestas sobre las partes superior e inferior de las espirales cabalgantes donde los espirales están compuestos de secciones azimutales. Será entendido por aquellos calificados en el arte que el protector 10 puede ser configurado con varias combinaciones de ranuras axiales y transversales, e.g., el protector 10 puede comprender una secuencia de ranuras transversales con una pluralidad de ranuras axiales (no mostradas).

La Figura 16 muestra otra incorporación de protector 10 de la invención. La robustez mecánica del protector 10 puede aumentarse por el uso de ranuras transversales escalonadas 12'. Este diseño de protector 10 proporciona otras ventajas, incluyendo permitir el uso de antenas de espiral cabalgante de 90° con excitación separada de TMDs (no mostrados) x y y dirigidos. El protector de cinta 20 arriba descrito puede también ser configurado con elementos conductivos transversales 22 para proporcionar la deseada atenuación EM (no mostrada). Será aparente para aquellos calificados en el arte que varias configuraciones de ranuras transversales pueden implementarse con los protectores 10 de la invención junto con espirales cabalgantes, inclinadas o axiales de capas múltiples. Por ejemplo, la longitud de las ranuras transversales 12' pueden recortarse y las ranuras axiales 34 pueden ser Inter. dispersadas entre las ranuras transversales (no mostradas). Otra implementación de protector 10 puede incluir una configuración de ranura cruzada (no mostrada).

Otra incorporación de la invención involucra un proceso para proteger una fuente o sensor dispuesta sobre un soporte que está adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación. El proceso involucra montar un protector 10 de la invención sobre el soporte para cubrir la fuente o sensor. El protector 10 teniendo al menos una ranura 12' formada en su interior de forma tal que la ranura 12' es ortogonal al eje longitudinal del soporte. El protector 10 así proporciona una predeterminada atenuación de los componentes de campo EM mientras el campo interactúa con el protector.

Otra incorporación de la invención involucra un proceso para proteger una fuente o sensor dispuesta sobre un soporte que está adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación. El proceso involucra montar una cinta flexible 20 de la invención sobre el soporte para cubrir la fuente o sensor. La cinta 20 teniendo al menos un elemento conductor 22 dispuesto en su interior, de forma tal que el elemento 22 sea ortogonal al eje longitudinal del soporte. La cinta 20 así proporciona atenuación predeterminada de componentes de campo EM mientras el campo interactúa con la cinta.

Otra incorporación de la invención involucra el uso de múltiples espirales inclinadas dispuestas a diferentes ángulos de forma tal que la suma de sus momentos magnéticos esté en un plano transversal. Un protector con ranuras transversales es entonces colocado sobre las antenas donde el campo eléctrico total es vertical (no mostrado). Un protector de la invención con una combinación de ranuras verticales y transversales (tales como las mostradas en la Fig. 15) podrían usarse con un conjunto de ranuras inclinadas para producir un momento magnético con dirección arbitraria.

Para el propósito de esta especificación será claramente entendido que la palabra "comprendiendo" significa "incluyendo pero no limitándose a" y que la palabra "comprende" tiene un correspondiente significado.

LO REIVINDICADO ES:

1. Un aparato para ser usado con un soporte alargado que está adaptado para ser dispuesto dentro de un agujero de perforación, dicho soporte teniendo un eje longitudinal, comprendiendo:
 - un cuerpo adaptado para formar una superficie cilíndrica;
 - dicho cuerpo estando adaptado para ser montado sobre dicho soporte; y
 - dicho cuerpo teniendo al menos una ranura formada en él de forma tal que dicha ranura sea perpendicular a dicho eje longitudinal cuando dicho cuerpo está montado sobre dicho soporte; en donde
 - dicho cuerpo proporciona atenuación predeterminada de un componente campo electromagnético mientras dicho campo interactúa con dicho cuerpo.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho cuerpo incluye múltiples ranuras formadas en él, de tal forma que cada ranura es perpendicular a dicho eje longitudinal cuando dicho cuerpo está montado sobre dicho soporte.
3. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho cuerpo incluye además al menos una ranura que es paralela a dicho eje longitudinal cuando dicho cuerpo está montado sobre dicho soporte.
4. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho cuerpo es metálico y cada una de las al menos una ranura está llena con un material conductor.
5. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho cuerpo está modelado para formar un cilindro circular derecho hueco.
6. El aparato de la reivindicación 5, en donde dicho cuerpo comprende dos mitades adaptadas para formar dicho cilindro.
7. Un aparato para ser usado con un soporte alargado que está adaptado para ser dispuesto dentro de un agujero de perforación, dicho soporte teniendo un eje longitudinal, comprendiendo:

-una cinta flexible adaptada para rodear a dicho soporte, dicha cinta estando formada de un material no conductor; y

al menos un elemento conductor dispuesto sobre dicha cinta de forma tal que dicho elemento sea perpendicular a dicho eje longitudinal cuando dicha cinta rodea a dicho soporte; en donde

dicha cinta proporciona predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras dicho campo interactúa con dicha cinta.

8. El aparato de la reivindicación 7, en donde al menos un elemento conductor está dispuesto sobre dicha cinta para formar una curva abierta alrededor de dicho soporte cuando dicha cinta rodea a dicho soporte.

9. El aparato de la reivindicación 8, además comprendiendo medios de conmutación conectados a dicho al menos un elemento conductor, dichos medios de conmutación estando operativos para proporcionar selectivo cierre de dicha curva abierta para formar una curva cerrada.

10. Un método para proteger una fuente o sensor dispuesto sobre un soporte alargado teniendo un eje longitudinal y adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación, comprendiendo montar un cuerpo adaptado para formar una superficie cilíndrica sobre dicho soporte para cubrir dicha fuente o sensor, dicho cuerpo teniendo al menos una ranura formada en él de forma que dicha ranura sea perpendicular a dicho eje longitudinal, donde dicho cuerpo proporciona predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras dicho campo interactúa con dicho cuerpo.

11. El método de la reivindicación 10, en donde dicha fuente o sensor comprende una antena teniendo un momento bipolar magnético y adaptada para transmitir y / o recibir energía electromagnética.

12. El método de la reivindicación 11, en donde dicha antena está dispuesta sobre dicho soporte de forma tal que dicho momento magnético bipolar está inclinado o es perpendicular respecto a dicho eje longitudinal de dicho soporte.

13. El método de la reivindicación 12, en donde dicho cuerpo está montado sobre dicho soporte de forma tal que dicha al menos una ranura esté posicionada sobre dicha antena.
14. El método de la reivindicación 13, en donde dicha antena comprende una espiral cabalgante.
15. Un método para proteger una fuente o sensor dispuesto sobre un soporte alargado teniendo un eje longitudinal y adaptado para su disposición dentro de un agujero de perforación, comprendiendo montar una cinta flexible sobre dicho soporte para cubrir dicha fuente o sensor, dicha cinta teniendo al menos un elemento conductivo dispuesto en ella de tal forma que dicho elemento sea perpendicular a dicho eje longitudinal, en donde dicha cinta proporciona predeterminada atenuación de un componente campo electromagnético mientras dicho campo interactúa con dicha cinta.
16. El método de la reivindicación 15, en donde dicha fuente o sensor comprende una antena teniendo un momento bipolar magnético y adaptada para transmitir y / o recibir energía electromagnética.
17. El método de la reivindicación 16, en donde dicha antena está dispuesta sobre dicho soporte de forma tal que dicho momento magnético bipolar está inclinado o es perpendicular respecto a dicho eje longitudinal de dicho soporte.
18. El método de la reivindicación 17, en donde dicha cinta está montada sobre dicho soporte de forma tal que dicho al menos un elemento conductivo esté posicionado sobre dicha antena.
19. El método de la reivindicación 18, en donde dicha antena comprende una espiral cabalgante.

METODO DE PROTECCIÓN Y APARATO USANDO RANURAS TRANSVERSALES

RESUMEN

Un método de protección y un aparato para proporcionar atenuación predeterminada de uno o más componentes de campo de energía electromagnética mientras los componentes del campo interactúan con la protección.

La protección compuesta de una cinta flexible o cuerpo cilíndrico y respectivamente comprendiendo un elemento conductor transversal o una ranura transversal en él. Las protecciones estando adaptadas para cubrir una antena montada en un soporte. Las protecciones siendo compatibles para su uso junto con espirales cabalgantes, espirales inclinadas o espirales tri-axiales de capas múltiples para producir un campo electromagnético bipolar magnético transversal puro.

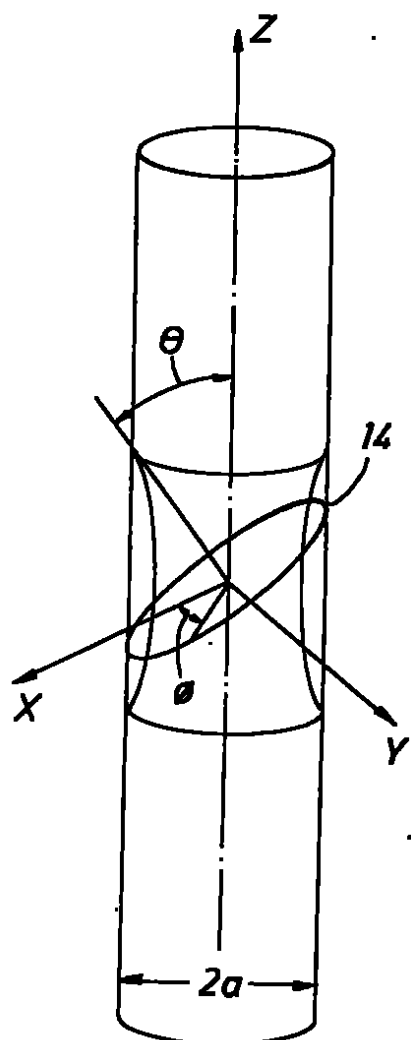


FIG. 2

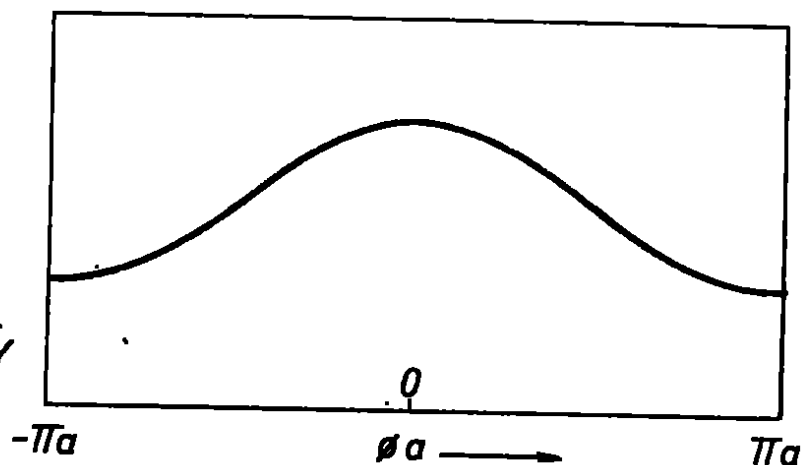


FIG. 1a
(TECNICA ANTERIOR)

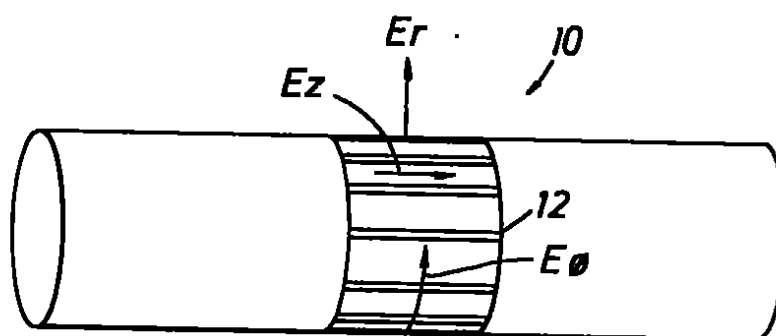
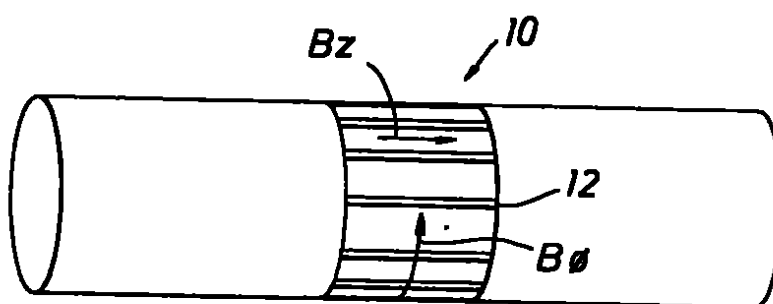


FIG. 1b
(TECNICA ANTERIOR)



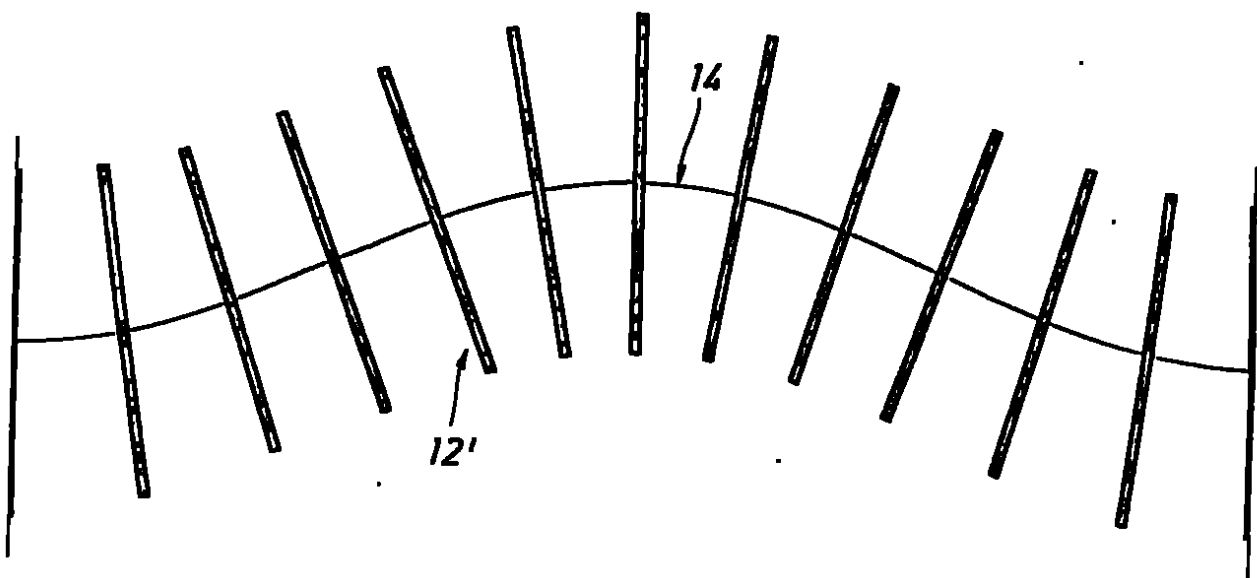


FIG. 3

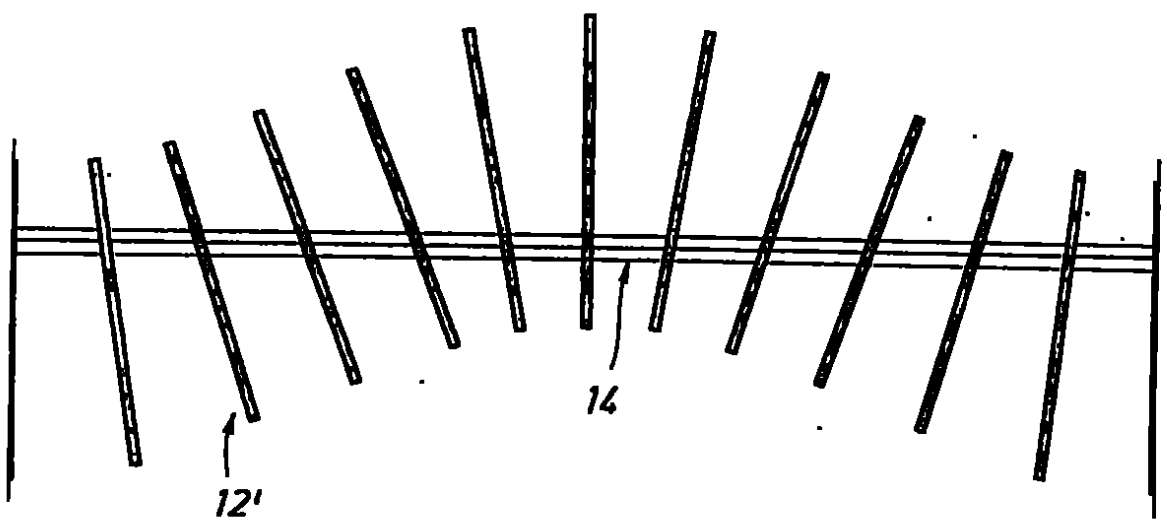


FIG. 4

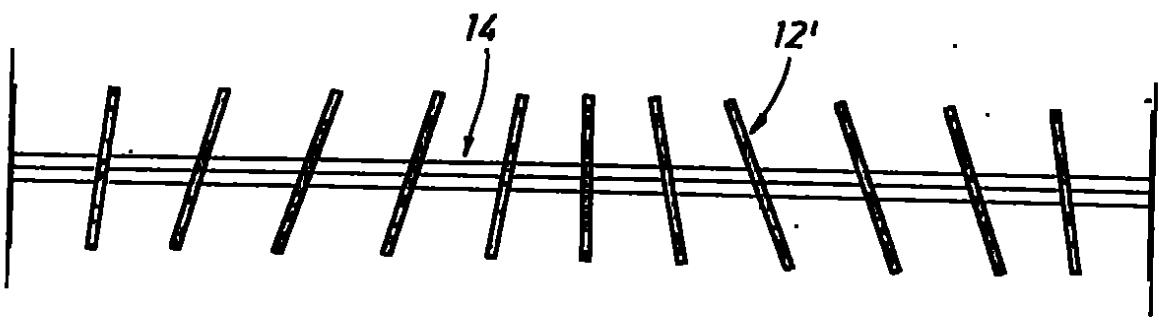


FIG. 5

+

FIG. 6

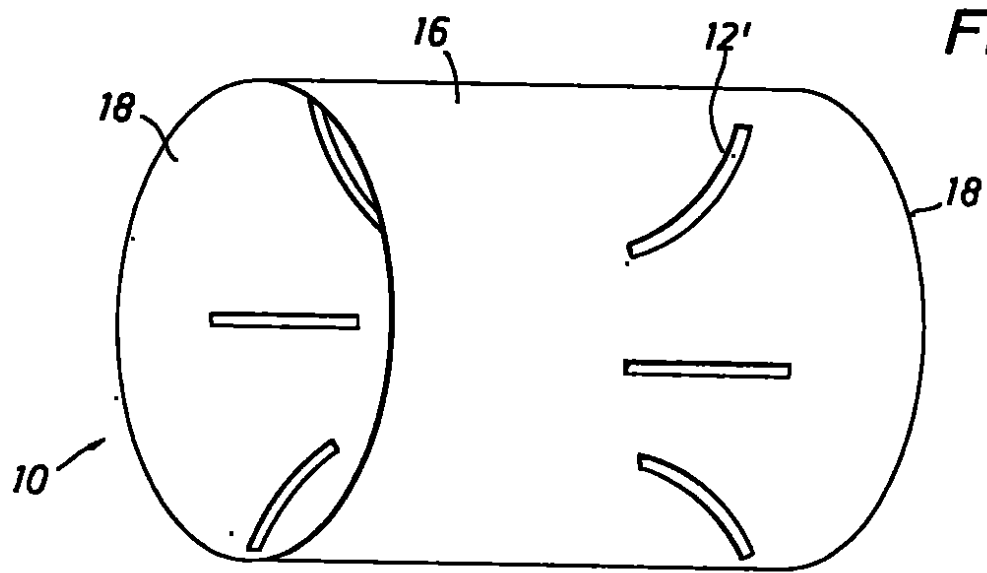
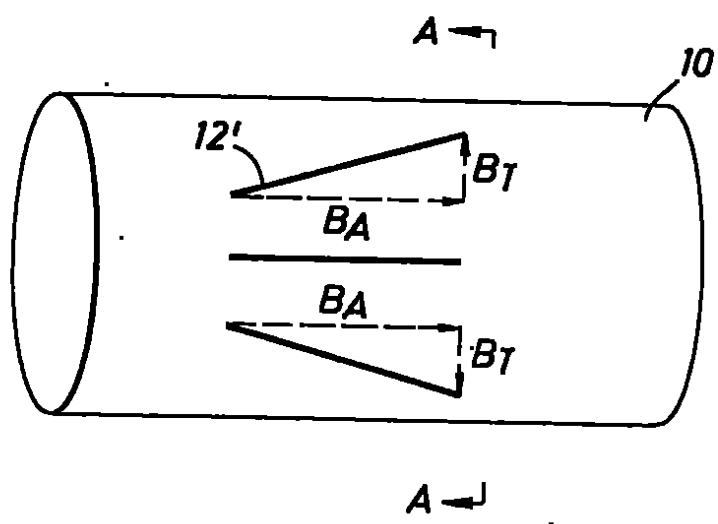


FIG. 7



+

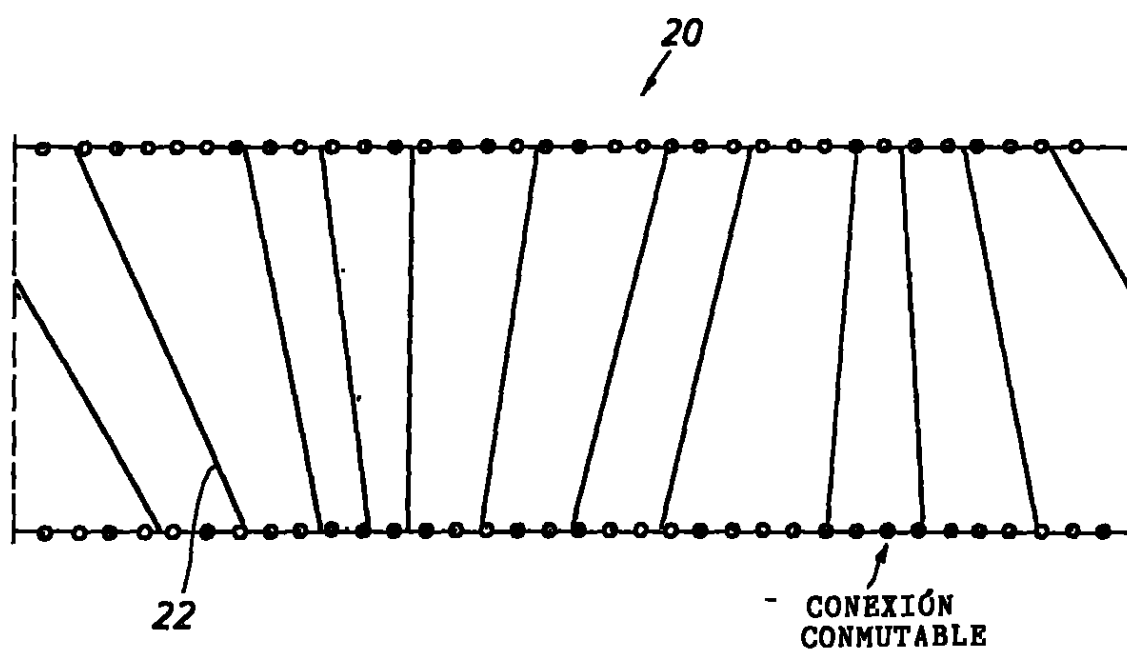


FIG. 8

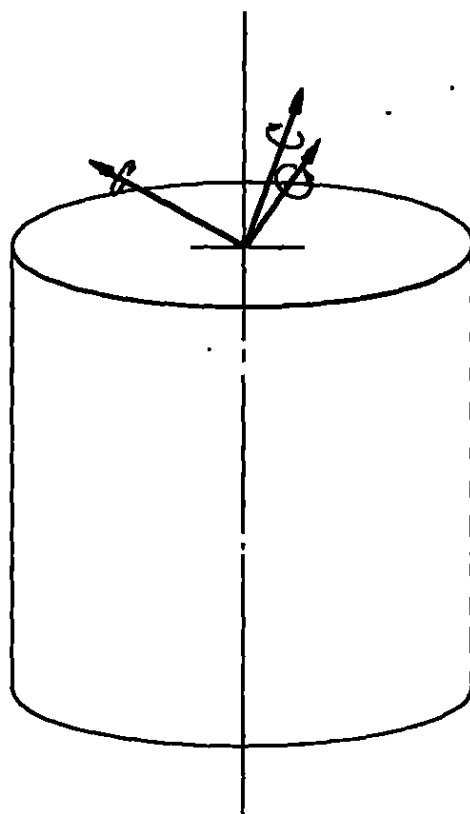


FIG. 9

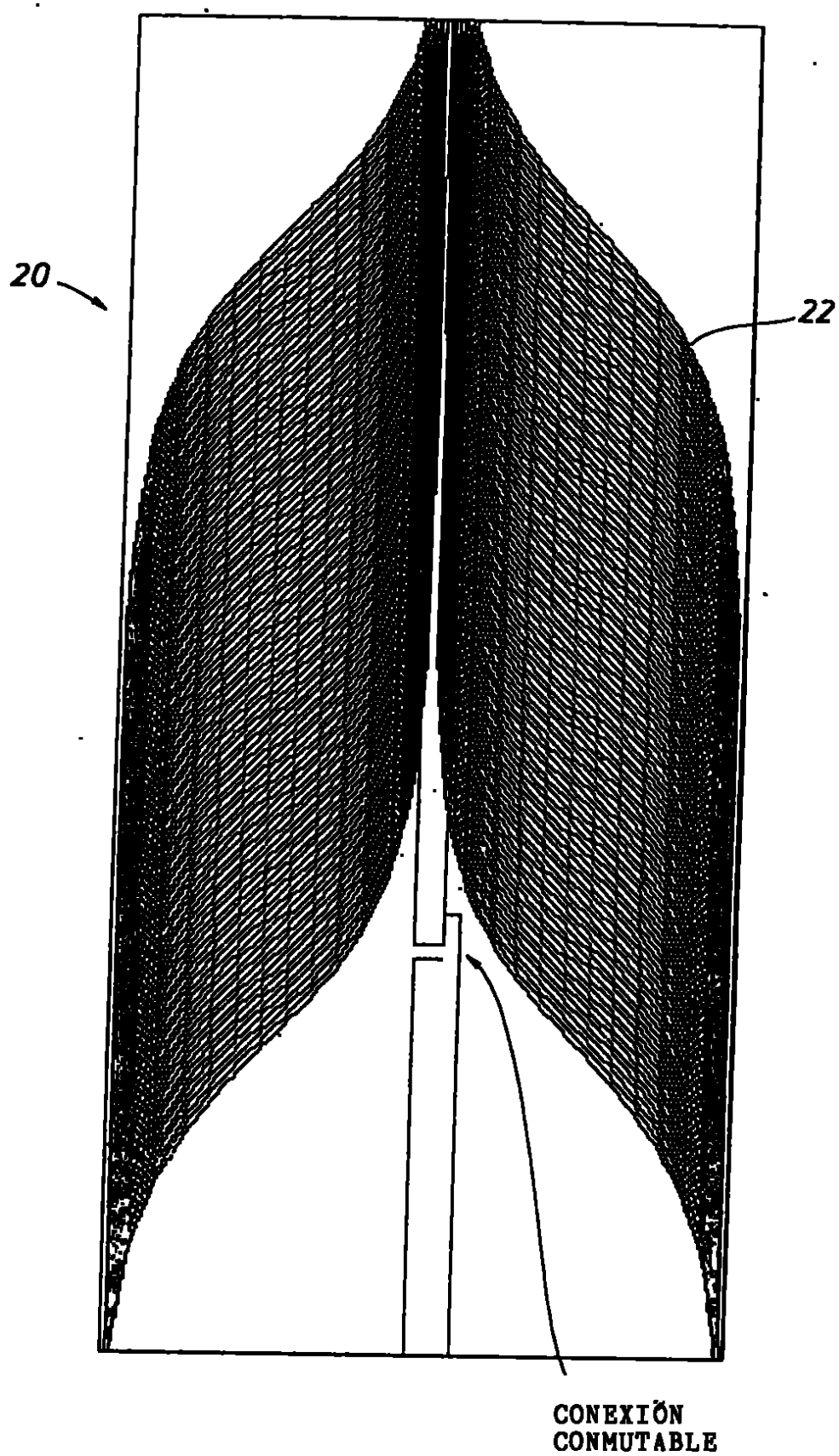


FIG. 10

+

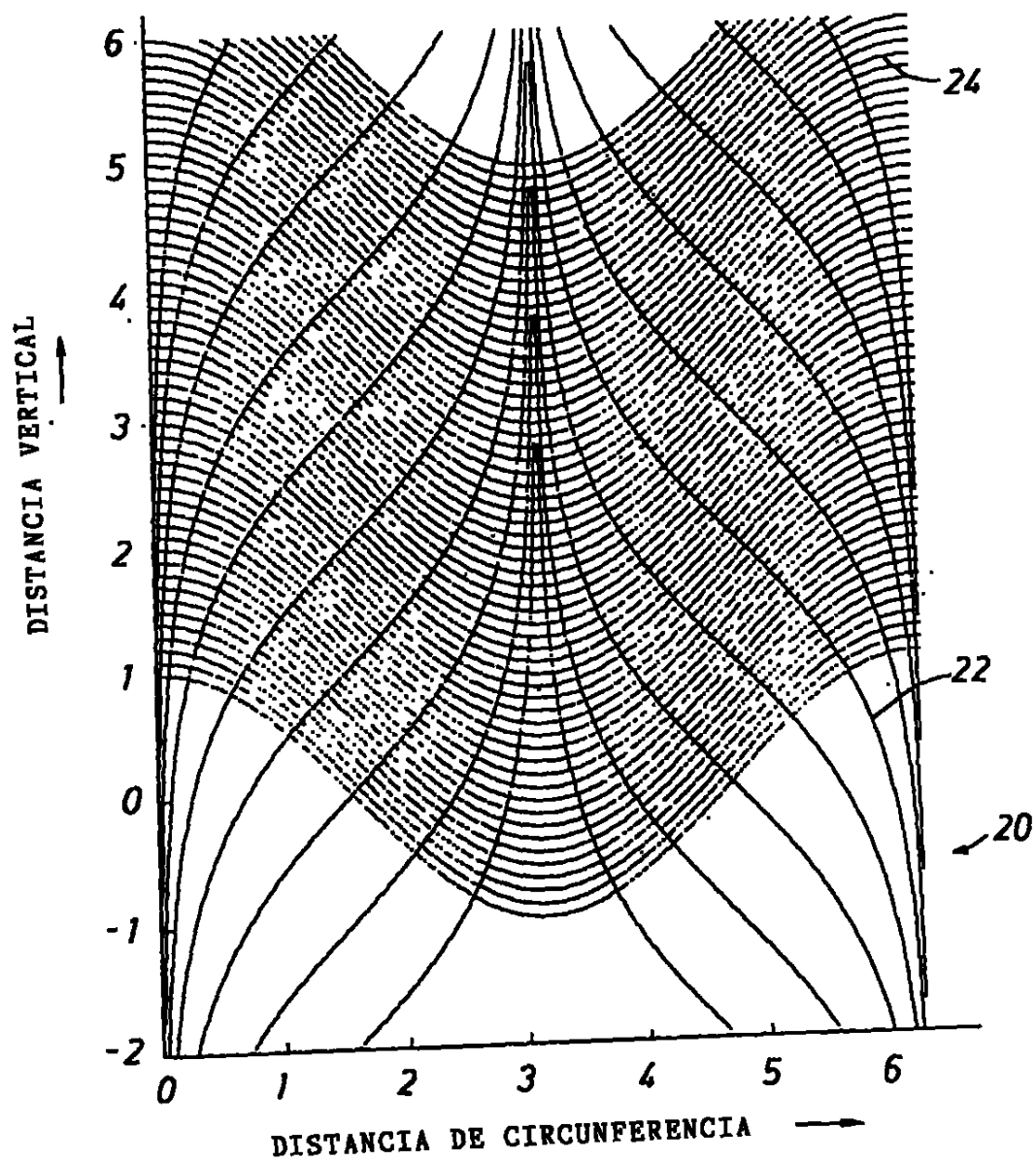


FIG.11

+

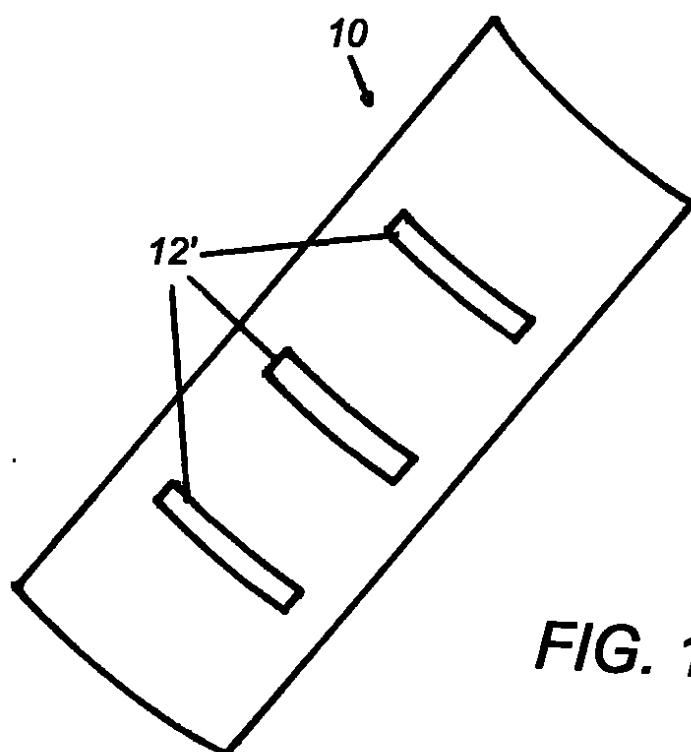


FIG. 12

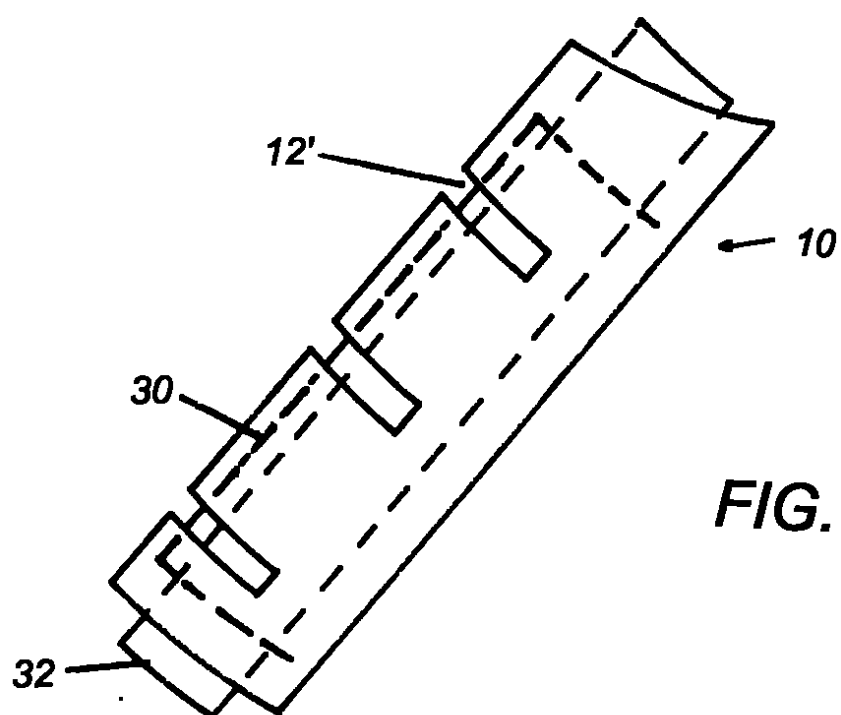


FIG. 13

5

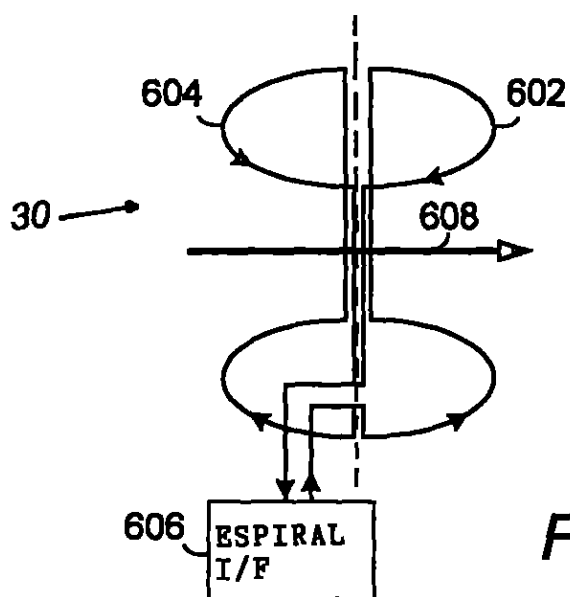


FIG. 14a

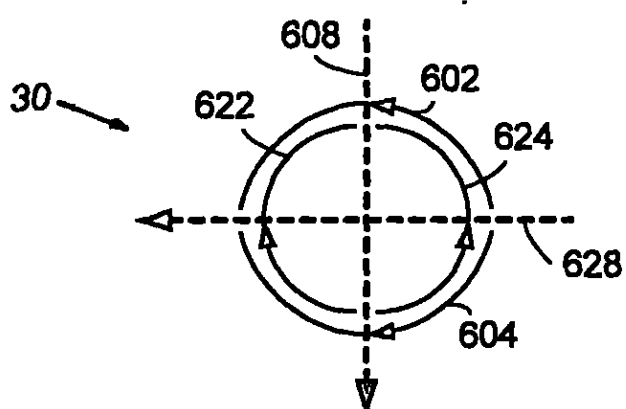


FIG. 14b

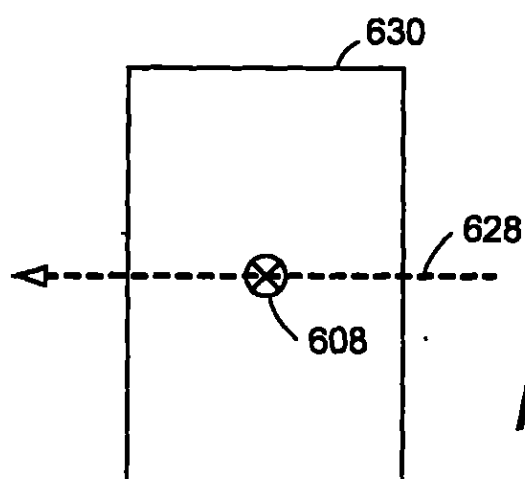


FIG. 14c

4

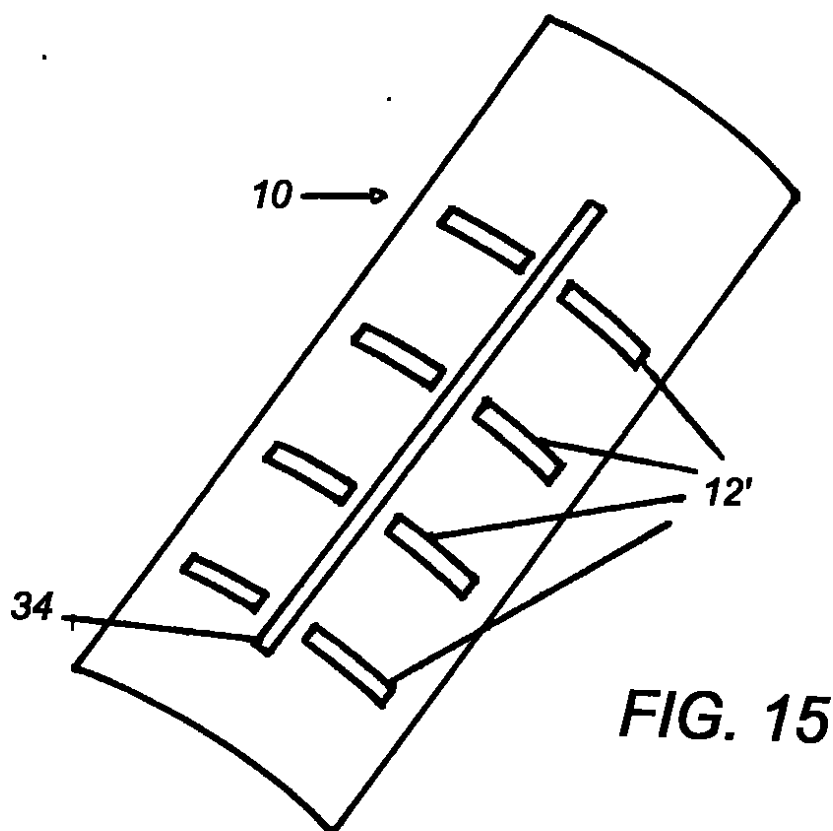


FIG. 15

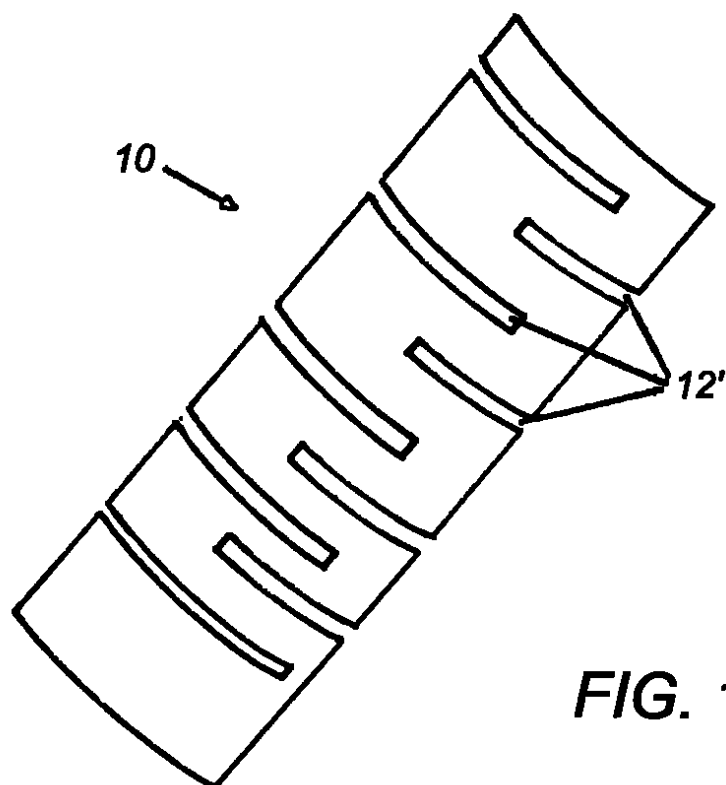


FIG. 16

FOR PATENTS AND TRADE MARKS IN

COLOMBIA

PODER GENERAL

GENERAL POWER OF ATTORNEY

(1). SCHLUMBERGER TECHNOLOGY
B.V.

(1). SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.

1 Applicant's name

domiciliado en (2) La Haya, Holanda

domiciled in (2) PARKSTRAAT 63-89
2514 VG THE HAGUE
THE NETHERLANDS

2 Applicant's Address

nombra al Dr. (3) German Castillo Grau y/o Adriana
Castillo Gibeone y/o Luis Felipe Castillo Gibeone

hereby appoint Dr. (3) German Castillo Grau and/or
Adriana Castillo Gibeone and/or Luis Felipe Castillo
Gibeone

3 Leave blank

con oficinas en la Carrera 13 No. 37 -43 Piso 12 en Bogotá, Colombia como sus representantes con poder especial amplio y suficiente, para recabar de las oficinas y autoridades Colombianas, administrativas, judiciales o de policía, en primera o segunda instancia, la obtención de Patentes de Invención, Registro de Marcas, de Modelos y de Dibujos Industriales, de Nombres Comerciales y Enseñas, lo mismo que trasposos, extensiones, renovaciones, cambios de nombre, registro de licencias de explotación y registro de licencias de uso referentes a tales actuaciones, a cuyo efecto les faculta para dar ante dichas autoridades todos los pasos necesarios al objeto indicado, elevar solicitudes, formular descripciones, enmiendas, protestas, declaraciones, apelaciones y reclamos, solicitar la aplicación de medidas cautelares, aceptar en nuestro nombre y representación la Cesión de derechos de invención y de patente de invención que se nos haga por cualquier persona, abonar todos los impuestos, cuotas y pagos determinados por la ley, recibir todos los documentos y valores dando el descargo respectivo, llenar cualesquiera otros requisitos, desistir y tomar en fin todas las medidas que creyeran conducentes al resguardo de nuestros intereses y en caso de presentarse oposiciones para que intervengan como demandantes o como demandados, con todas las demás facultades legales necesarias. Este poder comprende además las facultades de recibir, desistir, transigir, comprometer, sustituir, revocar sustituciones, recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extra-judiciales.

With offices at Carrera 13 No 37 -43 Piso 12 en Bogotá, Colombia as our representatives with special, ample and sufficient power to obtain from the offices and Colombian authorities, administrative, judicial and police, in first or in second instance, Patents of Invention, registration of trade Marks, of Models and Industrial Drawings, of Commercial Names and ensigns, as well as assignments, extensions, renewals, changes of name, registration of licences of exploitation and of licences of use referring to said actions who are empowered to take before said authorities all of the necessary steps for the purposes indicated, to file applications, to formulate descriptions, corrections, protests, declarations, appeals and claims, apply for precautionary measures, to accept on our behalf and representation the assignment of rights of invention and titles of invention that may be done to us by any person, to pay all taxes, quotas and payments prescribed by law, to receive all the documents and proceeds giving the respective acquittance or receipt, to fulfill any other requisites to desist and take in fact any other measures that may be deemed conducive to the safeguard of our interests, and in case oppositions are presented to intervene as complainant and defendant, with all necessary legal faculties This power of attorney includes the faculties to receive, desist, compromise, transact, substitute it in all or in part, to revoke substitutions, to receive notifications and to appoint extra-judicial or judicial attorneys.

4 Date

5 Applicant's signature

The applicant's signature must be attested by a Notary Public through the NOTARIAL CERTIFICATE: in the "(Individual)", when the signer is a natural person; and in the "(Corporations)", when is a legal one. The Notary's signature must then be legalized by a Colombian Consular Officer.

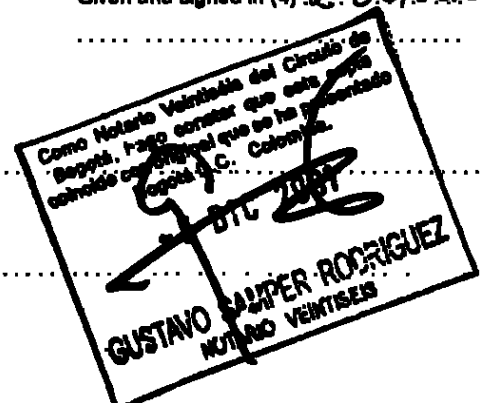
La firma del solicitante debe ser atestada por un Notario Público por medio de la DECLARACION NOTARIAL: en la "(Individual)", cuando el firmante es una persona natural; y en la de "(Sociedades)", cuando es una persona jurídica. La firma del notario deberá ser legalizada por el Consulado Colombiano.

Dado y firmado en (4) Octubre 2, 2000

Given and signed in (4) 2 October 2000

(5) [Signature]

Corporate Seal to be affixed



La declaración Notarial a la vuelta.
Notarial acknowledgement on other side.

DECLARACION NOTARIAL

(Individual)

A los días del mes de 19. . . .
comparecí personalmente ante mí, No-
tario Público.

a quien(es) doy fé de conocer y me consta que
es (son) la(s) persona(s) descritas y fir-
mante(s) del documento que precede, decla-
rando ante mí que otorga(n) el mismo para los
fines y propósitos que en él se expresan.

El Notario Público,

NOTARIAL CERTIFICATE

(Individual)

On this. . . . day of. . . . personally
appeared before me, a Notary Public

to me known, and known to me be the
person(s) described in and who executed the
foregoing document, and he (they) duly ack-
nowledged to me that he (they) executed same
for the uses and purposes therein expressed.

Notary Public

(Sociedades)

El infrascrito Notario Certifica: que la firma
que antecede y dice.
Abraham Rutger Verburg

es auténtica; que el signatario desempeña
actualmente el cargo de **Director**
Gerente
de **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY**
B.V.

que tiene facultad para otorgar este poder; y
que dicha compañía está domiciliada en . . .
La Haya, Holanda
y actualmete existe y está organizada de
acuerdo a las leyes de **Holanda**

Todos los hechos anteriores le constan por
haber examinado los documentos respectivos
y de todo ello da fé.

Dado y firmado en **La Haya,**
Holanda

El Notario Público

(Corporations)

The undersigned Notary Public certifies; that
the preceding signature reading **Abraham**
Rutger Verburg

is authentic; that the signor at present fills the
post of **Managing Director**
of **Schlumberger**
Technology B.V.

and that he is empowered to grant this power;
and that said company is domiciled in
The Hague, The
Netherlands

and actually exists and is organized in accor-
dance with the laws of **The**
Netherlands

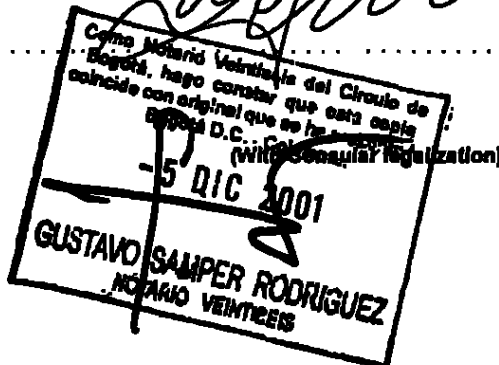
all the foregoing facts are known to the No-
tary due to his having examined the respetive
documents to which he, the Notary attests

Granted and signed in **The Hague,**
The Netherlands

Notary Public



(Con legalización Consular)





Gezien voor legalisatie der handtekening
van *Mr. A. J. van der Linden*
door Ons President van de Arrondissements-
rechtbank te 's-Gravenhage, de

10 OKT. 2000

A. J. van der Linden



Gezien voor legalisatie van de handtekening
van mr. A.H. van Delden
President van de Arrondissementsrechtbank te Den Haag
's-Gravenhage
De Minister van Justitie,
namens de minister,
hoofd van de directie Bedrijfsvoering en Ondersteuning
Bestuursdepartement,
voor deze,

10 OKT. 2000

[Signature]

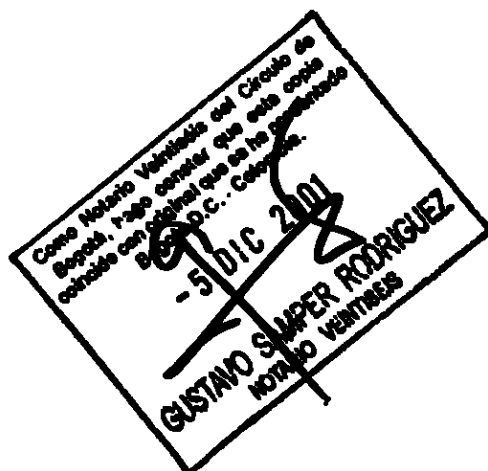


Gezien voor legalisatie van de handtekening
van *fna de Raad*

10 OKT 2000

De Minister van
Binnenlandse Zaken
voor deze,

[Signature]
mw. I.S. Jserinkhuijsen





CONSULADO DE COLOMBIA

Ag.

El suscrito Cónsul de Colombia (E) en La Haya, Holanda,
vistos los documentos presentados por los interesados,

CERTIFICA:

Que el Señor **A.J. VAN DER LINDEN**, quien como Notario Público de La Haya, Países Bajos, autenticó la firma del signatario del poder precedente, ejercía en la fecha las funciones indicadas, y su firma corresponde a la registrada en este Consulado.

Que la Compañía **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.** es una Sociedad constituida de acuerdo con las leyes de los Países Bajos, cumple su objeto conforme a las mismas y se halla registrada en la Cámara de Comercio y Fábricas de La Haya, Haaglanden, bajo el número **27101455**;

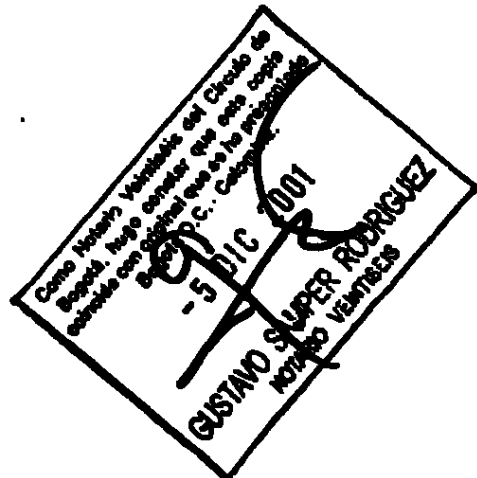
Que el Señor **Abraham Rutger VERBURG**, signatario del presente documento, quien en su carácter de Director de la Empresa **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.** tiene facultad para ello y cuya firma fue autenticada ante el Notario Público de La Haya, el Señor **A.J. VAN DER LINDEN**, es el representante legal de la citada Empresa en este país.

El Cónsul de Colombia (E) en La Haya, Países Bajos, no asume responsabilidad alguna por el contenido del documento.

Esta certificación se expide en La Haya, Países Bajos, a los veintisiete (27) días del mes de Octubre de dos mil (2000).

Impuesto de Timbre	US\$	7.00.
Derechos Consulares	US\$.	100.00
Costo Total Pagado	US\$.	107.00
Certificación No. 263		


CARLOS ABADANO B.
CONSUL DE COLOMBIA (E)
LA HAYA



MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

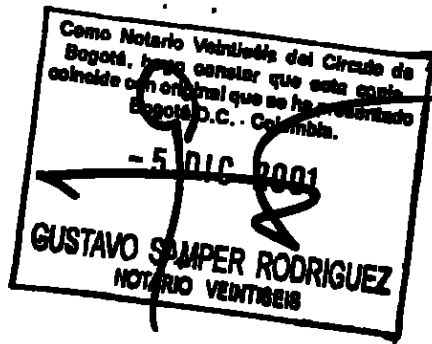
468464

Carlos Moreno
CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO PRESENTE
LAS FUNCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL
NOTARIO

1000 NOV -9 2A 46 03

JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.



20

CORNELIO NIEMAN TRADUCTOR OFICIAL RESOLUCION 5455, NOV5,82

TRADUCCION OFICIAL
DE LEGALIZACIONES
DEL HOLANDES AL INGLES
PERTENECIENTES A DOCUMENTOS DE SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.

Visto para legalización de la firma de Mr. A.J. van der Linden
por Presidente de la Corte del Distrito de La Haya
el 09 OCT 2000
lleva firma y sello

Visto para legalización de mr. A.H. van Delden
Presidente de la Corte del Distrito La Haya
El Ministro de Justicia, en nombre del Ministro,
Jefe de la dirección Manejo y Apoyo
Departamento Administrativo
para el, firma y sello 10 oct 2000

Visto para legalización de la firma de PNA de Raad
La Haya 10 oct 2000

El Ministro de Relaciones Exteriores para el,
firma Sra I.S. IJserinkhuijsen
fl 20,=

Lleva Certificación Consul de Colombia en La Haya Holanda
de fecha 27 Octubre 2000 firmado por Carlos ABONDANO B
con no. 263 sello seco

Lleva sello Ministerio de Relaciones Exteriores, Jefe
Legalizaciones, Bogotá de fecha 2000 NOV 9 con no. 468464
firma

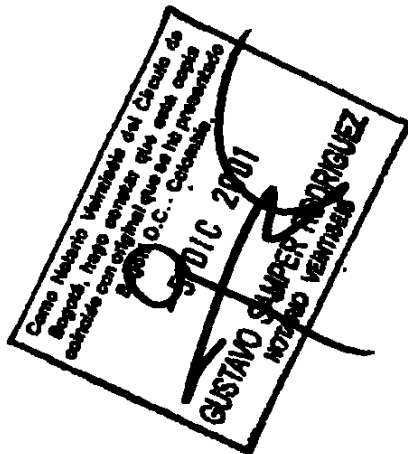
NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2001 MAY -8 A 11:19

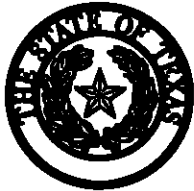
JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

132579
Cornelio Nieman
CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESAMPARA
LAS FUNCIONES INDICADAS



Oct 12



cl

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 PAMELA N RAHMATDOOST

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

4. and bears the seal/stamp of PAMELA N RAHMATDOOST, Notary Public,
State of Texas, Commission Expires: 01-05-02

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

6. on November 7, 2001

7. by the Assistant Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-272536

9. Seal

10. Signature:



A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. Connor".

Geoffrey S. Connor
Assistant Secretary of State

ST/VA

INVENTION ASSIGNMENT

The undersigned Jean Seydoux

Domiciled in Sugar Land, Texas U.S.A.

Hereby appoint(s) Dr. GERMAN CASTILLO GRAU, and/or Dr. ADRIANA CASTILLO GIBSON and/or Dr. LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON, domiciled in Bogota, Colombia, with offices at Carrera 13 No. 37 - 43, 12th Floor in Bogota, as attorney with ample and sufficient power, including that of receiving notifications and appointing judicial and extra-judicial attorneys, to apply for and obtain from the Colombian offices and authorities the Patent of Invention for **SHIELDING METHOD AND APPARATUS USING TRANSVERSE SLOTS** to be issued in the name of **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.** domiciled in the Netherlands to whom assignment has been made of all rights and titles on said invention/creation without any restriction whatsoever.

Given and signed in Sugar Land, Texas USA

Inventor(s)

Jean Seydoux

County of Fort Bend

State of Texas

Subscribed and sworn to before me this 7th day of November, 2001

Pam Rahmatdoost
Notary Public

SEAL





Q7

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 PAMELA N RAHMATDOOST

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

**4. and bears the seal/stamp of PAMELA N RAHMATDOOST, Notary Public,
State of Texas, Commission Expires: 01-05-02**

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

6. on October 31, 2001

7. by the Assistant Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-271928

9. Seal

10. Signature:



A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. S. Connor".

**Geoffrey S. Connor
Assistant Secretary of State**

ST/VA

INVENTION ASSIGNMENT

The undersigned **Richard A. Rosthal**

Domiciled in Houston, Texas U.S.A.

Hereby appoint(s) Dr. GERMAN CASTILLO GRAU, and/or Dr. ADRIANA CASTILLO GIBSON and/or Dr. LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON, domiciled in Bogota, Colombia, with offices at Carrera 13 No. 37 - 43, 12th Floor in Bogota, as attorney with ample and sufficient power, including that of receiving notifications and appointing judicial and extra-judicial attorneys, to apply for and obtain from the Colombian offices and authorities the Patent of Invention for **SHIELDING METHOD AND APPARATUS USING TRANSVERSE SLOTS** to be issued in the name of **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.** domiciled in the Netherlands to whom assignment has been made of all rights and titles on said invention/creation without any restriction whatsoever.

Given and signed in Sugar Land, Texas USA

Inventor(s)

Richard A. Rosthal

Richard A. Rosthal

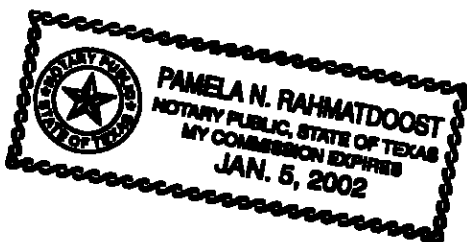
County of Fort Bend

State of Texas

Subscribed and sworn to before me this 31st day of October, 2001

Pamela N. Rahmatdoost
Notary Public

SEAL





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 PAMELA N RAHMATDOOST

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

**4. and bears the seal/stamp of PAMELA N RAHMATDOOST, Notary Public,
State of Texas, Commission Expires: 01-05-02**

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

6. on October 29, 2001

7. by the Assistant Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-271445

9. Seal

10. Signature:



A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. S. Connor".

**Geoffrey S. Connor
Assistant Secretary of State**

ST/VA

INVENTION ASSIGNMENT

The undersigned Dzevat Omeragic

Domiciled in Sugar Land, Texas U.S.A.

Hereby appoint(s) Dr. GERMAN CASTILLO GRAU, and/or Dr. ADRIANA CASTILLO GIBSON and/or Dr. LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON, domiciled in Bogota, Colombia, with offices at Carrera 13 No. 37 - 43, 12th Floor in Bogota, as attorney with ample and sufficient power, including that of receiving notifications and appointing judicial and extra-judicial attorneys, to apply for and obtain from the Colombian offices and authorities the Patent of Invention for **SHIELDING METHOD AND APPARATUS USING TRANSVERSE SLOTS** to be issued in the name of **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.** domiciled in the Netherlands to whom assignment has been made of all rights and titles on said invention/creation without any restriction whatsoever.

Given and signed in Sugar Land, Texas USA

Inventor(s)

Dzevat Omeragic
Dzevat Omeragic

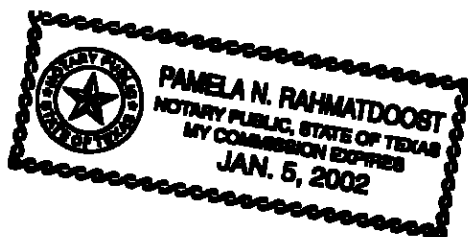
County of Fort Bend

State of Texas

Subscribed and sworn to before me this 25th day of October, 2001

Pamela N. Rahmatdoost
Notary Public

SEAL



42

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by P. R. Grant

3. acting in the capacity of Certifying Officer

4. bears the seal/stamp of Patent and Trademark Office

Certified

5. at Washington, D.C.

6. the thirtieth of October, 2001

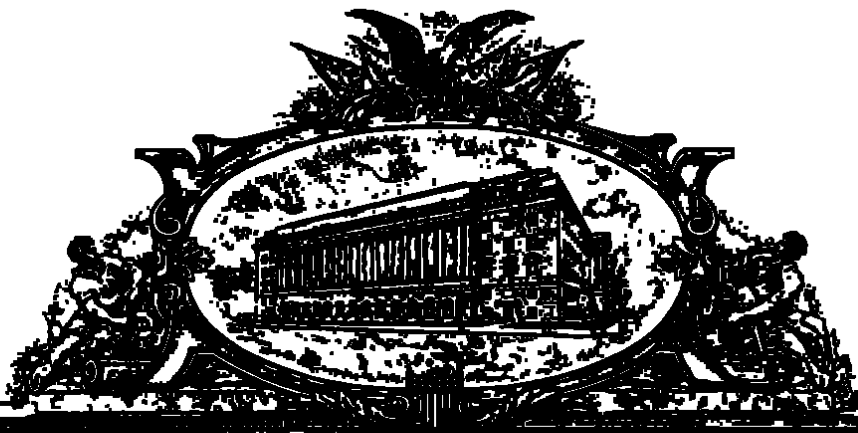
7. by Assistant Authentication Officer, United States Department of State

8. No. 02001933-1

9. Seal/Stamp:

10. Signature:


Sonya N. Johnson



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

October 16, 2001

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 09/746,927

FILING DATE: *December 22, 2000*

By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



P. R. GRANT
Certifying Officer

12/22/00
1000 U.S. PTO

12/26/00

A

49

Schlumberger Oilfield Services

Sugar Land Product Center
Intellectual Property Law & Contracts
200 Gillingham Lane
Sugar Land, Texas 77478
(281) 285-6500

Schlumberger

1000 U.S. PTO
09/746927

Assistant Commissioner for Patents
Box Patent Application
Washington, DC 20231

Docket No.: 24.0815-CIP
Total Pages = 40

Re: Application of: Dazvat Omaragic, Jean Seydoux and Richard A. Rosthal
For: Shielding Method and Apparatus using Transverse Slots
Full Names of Inventor(s): Dazvat Omaragic, Jean Seydoux and Richard A. Rosthal

- [] 37 CFR 1.53(b) UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL, or
[X] 37 CFR 1.53(b) CONTINUING APPLICATION OF PRIOR APPLICATION NO. 09/452660
[] Continuation
[] Divisional
[X] Continuation-in-part (CIP)

In accordance with 37 CFR 1.53(b) enclosed are:

- 1 [X] Fee Transmittal Form (Original & Duplicate)= 4 pp.
2 [X] Patent Application Total No. Pages = 24
3a [] Informal Drawings Total No. Pages =
3b [X] Formal Drawings Total No. Pages = 9
4 [X] Oath or Declaration Total No. Pages = 3 (includes Power of Attorney)
4a [X] Newly Executed (Original or Copy)
4b [] Copy from Prior Application (37 CFR 1.63(d)) for Continuation/Divisional noted above
4c [] Deletion of Inventors (Signed Statement Deleting Inventors Named in Prior Application
37 CFR 1.63(d)(2) and 1.33(b)
5 [] Incorporation by Reference (Usable if 4b is checked) Entire Disclosure of Prior Application, from
which a copy of the oath for declaration is supplied is considered as being part of the disclosure of the
accompanying application and is hereby incorporated by reference therein
6 [] Amend the specification by inserting before the first line the sentence:
This is a [] continuation [] continuation-in-part [] division of
application serial no. _____ filed _____
7 [X] The prior application is assigned to SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION.

Accompanying Application Parts

- 6 [X] Assignment Papers (Cover Sheet & duplicate & document(s))= 5
7 [] 37 CFR 3.73(b) Statement
[] Power of Attorney
8 [X] Information Disclosure Statement (IDS) & duplicate, PTO-1449 = 4
[X] Copies of 14 Citations
9 [] Preliminary Amendment
10 [X] Return Receipt Postcard (MPEP 503)
11 [] English Translation Document
12 [] Certified Copy of Priority Document (if Foreign Priority is Claimed)
13 [] Other:

09746927.122200

9

CLAIMS AS FILED				
(1) FOR	(2) NUMBERS FILED	(3) NUMBER EXTRA	(4) RATE	(5) TOTAL
BASIC FEE				\$710
TOTAL CLAIMS	56-20-	36	x\$18	648
INDEPENDENT CLAIMS	6-3-	3	x\$80	240
ADDITIONAL FEE FOR FILING ONE OR MORE MULTIPLE DEPENDENT CLAIMS				\$270
TOTAL FILING FEE				\$1598
RECORDING FEE	[X] SEE ATTACHED PTO 1593 [] TO BE SUBMITTED LATER			

13/11/00
12/22/00
PTO
9/7/00
44329

Please charge Deposit Account No. 19-0610 for the above written total amount and any additional fees or credit any over-payment to Deposit Account No. 19-0610.

Please send all correspondence to the following correspondence address: Office of Patent Counsel, Schlumberger Oilfield Services, P.O. Box 2175, Houston, TX 77252-2175. Our Customer Service No. is 23718.

"EXPRESS MAIL" Mailing Label
Number EE 398633762 US
Date of Deposit: 12/22/00
I hereby certify that this paper or fee is being
deposited with the United States Postal Services
"Express Mail Post Office to Addressee" Service

Pam Rahmatdoost
Pam Rahmatdoost

Respectfully Submitted,

Signature: Victor H. Segura
Name: Victor H. Segura
Reg. No. 44,329
Date: 22-Dec-00

002227-12263460

PATENT
24.0815-CIP

APPLICATION FOR UNITED STATES LETTERS PATENT

for

Shielding Method and Apparatus Using Transverse Slots

by

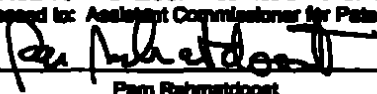
Dzevat OMERAGIC, Jean SEYDOUX, Richard A. ROSTHAL

EXPRESS MAIL MAILING LABEL

NUMBER EE 398633762 US

DATE OF DEPOSIT 12/22/00

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE" service under 37 C.F.R. 1.10 on the date indicated above and is addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington D.C. 20231.


Pam Rahmatdoost

09746927-122200

2
5

SHIELDING METHOD AND APPARATUS USING TRANSVERSE SLOTS

This application is a continuation-in-part of U.S. Patent Application Serial No. 09/452,660, filed December 1, 1999 entitled "Shield Apparatus for Use in Conjunction with a Well Tool."

1. BACKGROUND OF THE INVENTION

1.1 Field of the Invention

This invention relates to the field of well logging, and more particularly, to improved shields for use with logging instruments using sources or sensors having a transverse or tilted magnetic dipole.

1.2 Description of Related Art

Electromagnetic (EM) logging instruments have been employed in the field of hydrocarbon exploration and production for many years. These logging instruments or "sondes" entail an elongated support member equipped with antennas that are operable as sources and/or sensors. These antennas are generally coils of the cylindrical solenoid type and are comprised of one or more turns of insulated conductor wire that is wound around the support. U.S. Pat. No. 4,873,488 (assigned to the present assignee), for example, describes logging instruments equipped with antennas disposed along a central support.

In operation, a transmitter antenna is energized by an alternating current to emit EM energy into the formation. The emitted energy interacts with the surrounding formation to produce signals that are detected and measured by one or more antennas. The measured signals are then processed to determine the electrical properties, such as permittivity or conductivity, of the formation.

Conventional EM logging techniques include "wireline" logging and logging-while-drilling (LWD). Wireline logging entails lowering the instrument into the borehole at the end of an electrical cable to obtain the subsurface measurements as the instrument is moved along the borehole. LWD entails attaching the instrument disposed in a drill collar to a drilling assembly while a borehole is being drilled through earth formations. A new method sometimes referred to as logging-while-tripping (LWT) involves placing a logging tool near

09746927.122200

3

the bottom of the drill string and making measurements while the string is withdrawn from the borehole.

A coil carrying a current can be represented as a magnetic dipole having a magnetic moment proportional to the product of the current and the area encompassed by the coil. The direction and strength of the magnetic moment can be represented by a vector perpendicular to the plane of the coil. In the case of more complicated coils which do not lie in a single plane (i.e. saddle coils referenced later), the direction of the dipole moment is given by: $\oint \mathbf{r} \times d\mathbf{l}$ and is perpendicular to the effective area of the coil. This integral relates to the standard definition of a magnetic dipole of a circuit. See J.A. Stratton, ELECTROMAGNETIC THEORY, McGraw Hill, New York, 1941, p. 235, fig. 41. Integration is over the contour that defines the coil, $\mathbf{r}$ is the position vector and $d\mathbf{l}$ is the differential segment of the contour.

In conventional induction and propagation logging instruments, the transmitter and receiver antennas are mounted with their axes along, or parallel, to the longitudinal axis of the instrument. Thus, these instruments are implemented with antennas having longitudinal magnetic dipoles (LMD).

If the transmitter and receiver antennas on these instruments were perfectly configured and balanced in a theoretically ideal system, the EM energy emitted by the antennas would propagate in a mode known as a transverse electric (TE) mode, of the type generated by an ideal vertical magnetic dipole in an azimuthally symmetric media. However, under actual operating conditions, there are various factors that give rise to the generation of significant undesired EM field components. One approach to alleviating this problem is with the use of antenna shields to reduce the transmission and/or reception of spurious and unwanted EM field components. These shields are typically used in conjunction with each antenna on the instrument although they can be used with only some of the antennas. For instance, if each shield provides N dB attenuation of undesired modes, then having shields on both transmitters and receivers will provide $2N$ dB of attenuation. If N dB is enough for the measurements desired, then shields may be used only for the transmitters or only for the receivers.

U.S. Pat. Nos. 5,631,563, 4,808,929, 4,949,045, and 4,536,714 (all assigned to the present assignee) disclose conventional antenna shields used with these instruments to provide mechanical protection for the antennas and to permit the passage of desired EM field

Q 746927-122200

5x

components. As shown in Figure 1a, these shields 10 are in the form of a metal cylinder that has slots 12 in the axial direction. The slot 12 pattern allows the azimuthal electric field (E_ϕ) component to pass through with little attenuation, while the radial (E_r) and axial (E_z) are attenuated more as they pass through the shield.

5 An alternative viewpoint is to represent each axial slot 12 as an axial magnetic dipole, as shown in Figure 1b. These magnetic dipoles couple to axial magnetic fields (B_z), but do not couple to azimuthal magnetic (B_ϕ) fields. The shielded antennas are thus rendered substantially insensitive to parasitic transverse magnetic (TM) EM fields associated with borehole modes, and which have radial (E_r) and axial (E_z) electric fields and azimuthal magnetic fields (B_ϕ).

10 An emerging technique in the field of well logging is the use of instruments with tilted or transverse antennas, i.e., where the coil's axis is not parallel to the support axis. These instruments are thus implemented with antennas having a transverse or tilted magnetic dipole moment (TMD). One instrument configuration comprises tri-axial coils, involving three coils with magnetic moments that are not co-planar. The aim of these TMD configurations is to provide EM measurements with directed sensitivity and sensitivity to the anisotropic resistivity properties of the formation.

15 Logging instruments equipped with TMDs are described in U.S. Pat. Nos. 6,044,325, 4,319,191, 5,115,198, 5,508,616, 5,757,191, 5,781,436 and 6,147,496. Common to these apparatus and techniques, however, is the need to manipulate the antenna itself. None of these disclosures address the implementation of shields as alternative means to achieve selective EM energy attenuation.

20 A transverse slot concept has been used in design of high frequency communication antennas. See Shumpert, J.D., and Butler, C.M., 'Penetration through slots in conducting cylinders-Part 1: TE case, *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 46, pp. 1612-1621, 1998; Shumpert, J.D., and Butler, C.M., 'Penetration through slots in conducting cylinders-Part 2: TM case, *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 46, pp. 1622-1628, 1998; Park, J.K., and Eom, H.J., 'Radiation from multiple circumferential slots on a conducting circular cylinder, *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 47, pp. 287-292, 1999.

25 These papers present methods for modeling the EM field. However, the concept and physical setup in communications applications is different from that involved with logging

002227-122200

applications. A key difference being the frequency range of operation: logging instrument antennas generally operate in EM diffusion regime while communication antennas operate in propagation regime, where dimensions of antennas and slots are comparable to wavelength.

It is desired to implement a technique to produce a pure transverse magnetic dipole EM field for subsurface formation measurements. Still further, it is desired to implement a shield apparatus that can be used in conjunction with saddle, tilted coils or multi-layered tri-axial coils to produce such a field.

2. SUMMARY OF THE INVENTION

A shield apparatus adapted for use in conjunction with a logging instrument provides predetermined attenuation of one or more electromagnetic energy field components as the field interacts with the shield.

One aspect of the invention is an apparatus for use with an elongated support that is adapted for disposal within a borehole, the support having a longitudinal axis. The apparatus comprises a body adapted to form a cylindrical surface; the body being adapted for mounting on the support; and the body having at least one slot formed therein such that the slot is perpendicular to the longitudinal axis when the body is mounted on the support; wherein the body provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the body.

Another aspect of the invention is an apparatus for use with an elongated support that is adapted for disposal within a borehole, the support having a longitudinal axis. The apparatus comprises a flexible strip adapted to surround the support, the strip being formed of a non-conductive material; and at least one conductive element disposed on the strip such that the element is perpendicular to the longitudinal axis when the strip surrounds the support; wherein the strip provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the strip.

Another aspect of the invention is a system for measuring a property of a subsurface formation. The system comprises an elongated support having a longitudinal axis, the support being adapted for disposal within a subsurface borehole traversing the formation; a source or sensor is mounted on the support; a shield is mounted on the support to cover the source or sensor, and the shield has at least one slot formed therein, the slot being

56

perpendicular to the longitudinal axis of the support; wherein the shield provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the shield.

Another aspect of the invention is a system for measuring a property of a subsurface formation. The system comprises an elongated support having a longitudinal axis, the support being adapted for disposal within a subsurface borehole traversing the formation; a source or sensor is mounted on the support; a flexible strip is mounted on the support to cover the source or sensor, and the strip has at least one conductive element disposed therein, the element being perpendicular to the longitudinal axis of the support; wherein the strip provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the strip.

Another aspect of the invention is a method for shielding a source or sensor disposed on an elongated support having a longitudinal axis and adapted for disposal within a borehole. The method comprises mounting a body adapted to form a cylindrical surface on the support to cover the source or sensor, the body having at least one slot formed therein such that the slot is perpendicular to the longitudinal axis, wherein the body provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the body.

Another aspect of the invention is a method for shielding a source or sensor disposed on an elongated support having a longitudinal axis and adapted for disposal within a borehole. The method comprises mounting a flexible strip on the support to cover the source or sensor, the strip having at least one conductive element disposed therein such that the element is perpendicular to the longitudinal axis, wherein the strip provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field interacts with the strip

3. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Other aspects and advantages of the invention will become apparent upon reading the following detailed description and upon reference to the drawings in which:

Figure 1a is a schematic diagram of a conventional cylindrical shield with axial slots. Directed arrows are representative of the interaction between the shield and the electric field components of incident electromagnetic energy.

09746927.122200



Figure 1b is a schematic diagram of a conventional cylindrical shield with axial slots. Directed arrows are representative of the interaction between the shield and the magnetic field components of incident electromagnetic energy.

Figure 2 is a schematic diagram of a coil wound at an angle θ to the longitudinal axis of the instrument. Also depicted is a view of the tilted coil as projected onto a two-dimensional surface.

Figure 3 is a schematic diagram of a sloped slot pattern superimposed onto a tilted coil and projected onto a two-dimensional surface. The slots are maintained perpendicular to the coil winding(s).

Figure 4 is a schematic diagram of a sloped slot pattern superimposed onto a non-tilted (axial) coil and projected onto a two-dimensional surface.

Figure 5 is a schematic diagram of the sloped slot pattern of Figure 4 with the slots maintained centered over the coil winding(s).

Figure 6 is a perspective view of a cylindrical shield in accord with the invention.

Figure 7 is a schematic diagram of a cylindrical shield in accord with the invention. Dashed arrows represent the axial magnetic dipole and transverse magnetic dipole components associated with the slot pattern of the shield.

Figure 8 is a schematic diagram of a shield composed of a strip in accord with the invention. The strip is shown projected onto a two-dimensional surface.

Figure 9 is a schematic diagram representative of a set of tilted magnetic moments oriented about a longitudinal axis.

Figure 10 is an unwrapped view of a shield composed of a strip containing multiple conductive elements in accord with the invention.

Figure 11 is a diagram of the shield of Figure 10 superimposed over the windings of a tilted coil in accord with the invention.

Figure 12 is a partial view of a shield illustrating a plurality of horizontal slots displaced along the planar surface in accord with the invention.

Figure 13 is a schematic diagram of a shield disposed on a support in alignment with and covering an antenna mounted on the support in accord with the invention.

Figures 14a-14c illustrate antenna configurations employing a transverse coil configuration using one or more saddle coils in accord with the invention.

Figure 15 is a partial view of a shield illustrating an axial slot formed between two rows of horizontal slots along the planar surface in accord with the invention.

Figure 16 is a partial view of a shield illustrating a plurality of staggered horizontal slots displaced along the planar surface in accord with the invention.

5

4. DESCRIPTION OF ILLUSTRATIVE EMBODIMENTS

As discussed above, conventional shields used in logging instruments universally have slots that are aligned along the longitudinal axis of the instrument. The orientation of the slots is perpendicular to the electric field generated by the source within or the field that is to be detected by the sensor. If the incident field has an unwanted component of the electric field that lies along the slot, then currents will flow in the metal to cancel that field and only the normal component will remain. For conventional induction or propagation instruments, the desired electric field is azimuthal, and longitudinal slots allow that field to pass. If the coil was wound at an angle θ to the axis of the instrument, then the desired electric field is no longer azimuthal, but rather has both azimuthal and longitudinal components that vary as a function of the azimuthal position.

Figure 2 illustrates a coil 14 wound at an angle θ to the longitudinal axis (represented by dashed lines) of the instrument and having radius a . Projecting the coil 14 onto a two-dimensional surface as shown, the height of the coil 14 is described by a sinusoidal function of the azimuthal angle around the instrument ϕ :

$$f(\phi) = a \tan \theta \cos \phi. \quad (1)$$

An actual coil would probably have multiple windings, described by equation (1), but with an additional term $p\phi$, where p is the pitch. Effective shields for such coil configurations should preserve both the mechanical advantages and the EM advantages offered by conventional shields.

4.1 Sloped Slot Pattern

A shield to let pass the desired EM field components, and attenuate the undesired ones, should have at least one sloped slot that is sloped at an angle θ with respect to the

65

instrument axis. A sloped slot pattern for a tilted coil 14, projected onto a two-dimensional surface, is shown in Figure 3. The slots 12' are perpendicular to the coil 14 at the intersection of the slot 12' and coil 14. This allows the electric field component that is parallel to the coil 14 to pass through the shield with minimal attenuation. This electric field will have azimuthal and axial components, but no radial component. The slope of the slot 12' is given by

$$1/(a \tan \theta \sin \phi). \quad (2)$$

Alternatively, one can represent the slots 12' as a collection of point magnetic dipoles on the surface of a conducting cylinder (not shown). The location of each magnetic dipole is given by Equation (1), and their orientation is given by Equation (2). Each individual magnetic dipole has an axial component and an azimuthal component.

While the above discussion has assumed that the antenna under the shield is tilted at an angle θ with respect to the instrument axis, the shields 10 can also be used with an axial coil 14. With this configuration, the axis of the coil magnetic dipole can be selectively rotated. Figure 4 illustrates a sloped slot 12' pattern superimposed onto an axial coil 14 and projected onto a two-dimensional surface.

As shown in Figure 4, the slots 12' are no longer perpendicular to the coil 14 windings. This may affect the relative strength of the TMD component to the axial magnetic dipole component. One approach to minimize these effects would be to maintain the slots 12' centered over the antenna, as shown in Figure 5. Figure 5 also shows a sloped slot 12' pattern superimposed onto an axial coil 14 and projected onto a two-dimensional surface. Although the coil 14 in Figure 4 is shown comprising multiple windings, it will be understood by those skilled in the art that the shields of the invention are effective with coils 14 composed of one or more windings.

While Figures 3-5 show straight slots 12', in general the slots 12' may be curved in order to maintain the direction of the slots 12' perpendicular to the directions of the winding(s) or to keep them perpendicular to the desired direction of the electric field that is to pass through the shield without attenuation. By surrounding an axial coil 14 with a shield 10, only the component of the electric field perpendicular to the slot 12' will pass through without significant attenuation; the components parallel to the slot 12' will be significantly

09746927-122200

attenuated. The electric field that passes through the slots 12' is in the direction that would result from a true tilted antenna. Basically, the shield 10 functions as a polarizer that passes components of the EM field corresponding to a magnetic dipole oriented at an angle relative to the instrument axis.

Figure 6 shows an embodiment of a shield 10 configured as a hollow body 16 with apertures 18 at both ends. The shield 10 is formed of a conductive material, typically metal. The ends 18 are adapted for connection to the instrument using mating threads, fasteners, or other suitable means known in the art. Typical logging instruments consist of an elongated metallic pipe or mandrel as a central support means upon which sensors, electronics, and other instrumentation are mounted. It will be understood that other support means, such as coiled tubing or non-metallic sondes, may be used to implement the invention, as the precise type of support means is immaterial here. The hollow body 16 may be open-ended or closed-ended. The body 16 is generally formed in the shape of a hollow cylinder. A right circular cylinder is preferable, although other shapes, such as an elliptical cylinder may be employed or various modifications to the cylindrical shape can be made to facilitate various other measurements. Preferably, a shield 10 will independently surround each coil on the instrument although a single longer shield may also surround multiple coils (not shown).

The EM radiation pattern around a logging instrument may be affected by the instrument itself, so optimum shield 10 operation may require fine tuning the exact slot 12' pattern. Modeling shows that borehole eccentricity can have a large deleterious effect on a measurement using TMDs. Eccentered TMDs can couple directly into TM borehole modes via the TM mode's azimuthal magnetic field (B_ϕ). Since a tilted coil 14 can be represented as a vector sum of an axial magnetic dipole and a transverse magnetic dipole, it will also be susceptible to large eccentricity effects. However, the disclosed shield 10 configurations will provide some immunity to the TM mode, so the eccentricity effects may be reduced in severity. Figure 7 shows the axial magnetic dipole component B_z and the transverse magnetic dipole component B_r associated with each slot 12'.

The shields 10 of the invention may be modified or combined to alter the effects of incident EM energy. Multiple shields 10 may be overlaid coaxially around an antenna. Combinations of sloped and axial slots of varying length, width, thickness, orientation, symmetry, density, or spacing may be formed on a shield 10. The sloped slots 12' may have

equal or varied slope angles. The slots 12' may be partially or entirely filled with some sort of lossy (i.e., conductive) material. A conductive element, such as a metallic strap or wire, may be connected between the sides of a slot 12' to partially short out the slot 12'.

A shield 10 may also be formed comprising two halves or several sections configured to form a cylinder when combined (not shown). Such a configuration may further comprise one section or one half of the shield 10 being electrically isolated from the other half or other sections. The spacing between the antenna and its support means or the spacing between the antenna and the shield 10 may also be varied. It will be appreciated by those skilled in the art having the benefit of this disclosure that other modifications may be employed to increase the efficiency of the shield 10.

4.2 Strip Shield

Figure 8 illustrates another shield embodiment of the invention. A shield may be implemented in the form of a strip 20, also referred to as a flex circuit. Flex circuit technology is similar to that used in conventional multi-layer printed circuit board where each layer may consist of conductive regions on a resistive substrate. Connections can be made through the layers to points on other layers or to the outside. The difference with a flex circuit is that the substrate material is flexible and so after construction, the entire strip can be bent. The strip 20 is shown projected onto a two-dimensional surface for clarity of illustration. An effective strip 20 may be formed of any suitable non-conductive material that can be adapted to coaxially surround the antenna. The strip 20 is preferably flexible, but it may also be formed of a rigid material. The strip 20 contains at least one conductive element 22, preferably a multitude of elements 22. The conductive elements 22 may be formed of fine strips of copper or other suitable conductive materials.

As described above, a shield incorporating sloped slots may be used to rotate the magnetic moment of an antenna. Thus, the conductive elements 22 are disposed in the strip 20 such that each element 22 is sloped at an angle with respect to the instrument axis when the strip is mounted on the instrument to surround the antenna. Since the strip 20 is non-conductive (unlike the shield embodiments described above), the elements 22 must also be configured to form a loop around the antenna when the strip surrounds the antenna. The loop provides the path in which currents can flow around the antenna in order to rotate the axis of

26

the magnetic dipole. The strip 20 provides selective attenuation of the EM energy emitted or received by an antenna when a complete loop is formed around the antenna by the conductive element 22.

A switchable connection is provided in the strip 20 to selectively open or close the loops formed by the conductive elements 22, as illustrated in Figure 8. This connection may be a series of connections or only one connection. The connection(s) may also be located at any suitable point in the circuit. When the connection is closed, the element 22 acts to rotate the antenna's magnetic dipole. When it is open, it has no effect. One form of a switchable connection utilizes a MosFET switch to open or close the current path around the antenna. Other suitable means may be utilized to form the switchable connection(s) as known in the art. The strip 20 may also comprise additional switching means (not shown) to provide an electrical short with the support member if desired.

The strip 20 may be modified or combined to alter the effects of incident EM energy. Multiple layers of conductive elements 22 having different directions of magnetic dipole moments may also be disposed on the strip 20. This would allow the use of a single axial coil 14 as a transmitter or receiver and by closing the switchable connection(s) on the strip 20, different rotations of the magnetic moment could be achieved. Alternatively, multiple strips 20 could be overlaid coaxially to surround an antenna.

4.3 Directional Measurements

By altering the direction of the magnetic dipole, an antenna can be used to make formation measurements at multiple orientations. This section describes a method for winding and shielding an antenna structure to produce a set of TMDs.

By superimposing or overlaying three coils around a support means and wrapping the coils with one or more strips 20, a tri-axial dipole set may be produced. Figure 9 illustrates a set of magnetic moments directed along three orthogonal directions at an equal angle to the longitudinal axis of the instrument. With this configuration, the three antennas and their corresponding strip(s) 20 can be turned on or off independently. This allows for any one antenna and polarizer pair to be engaged, while the other two sets are disengaged.

The construction of an antenna and polarizer strip 20 for the simplest case (which would be just one coil and its corresponding polarizer) will now be described. The coil may

0 746927-122200

be wound around a support (such as an insulated mandrel) from any suitable conductive wire as known in the art. Referring to Figure 2, to produce a magnetic dipole at some angle Φ between 0° and 90° , the location of the center of the thread should follow

$$Z(\phi) = -a \tan \Phi \cos \phi + p \phi, \quad (4)$$

where a is the radius of the support means, ϕ is the azimuthal angle, and p is the pitch. The wire is preferably wound closely packed so that the thread depth and width are on the order of the wire diameter d and $a \gg p \geq d$ where d is the wire diameter.

The polarizer strip 20 may be constructed so that the conductive elements 22 are everywhere perpendicular to the current in the coil windings. Figure 10 shows an embodiment of a strip 20 containing conductive elements 22. The conductive elements may be embedded, glued, or affixed to the strip in any suitable manner as known in the art. The functional form $f(\phi')$ of these conductive elements 22 is derived by

$$f(\phi') = \int \frac{-1}{dz/d\phi} d\phi', \quad (5)$$

where

$$dz/d\phi = -a \tan \theta \sin \phi', \quad (6)$$

evaluated at $\phi = \phi'$. Therefore,

$$f(\phi) = \int \frac{1}{\beta \sin \phi} = \frac{1}{2\beta} \ln \left(\frac{1 + \cos \phi}{1 - \cos \phi} \right), \quad (7)$$

where $\beta = a \tan \Phi$.

In addition to providing selective attenuation of EM energy components, the polarizer strip 20 acts as a Faraday shield to reduce capacitive coupling between antennas, without attenuating the desired components of the magnetic field. The behavior as a Farady shield is comparable to the behavior of conventional shields used on present generation induction or propagation instruments. Figure 11 shows the strip 20 of Figure 10 superimposed over the windings 24 of a tilted antenna. As shown in Figure 11, the conductive elements 22 are everywhere perpendicular to the coil windings. Although Figure 11 shows the superposition

of a strip 20 over a coil 14, the same pattern applies to the superposition of a cylindrical shield 10 with sloped slots 12' over a coil 14. The simplified antenna and strip 20 described above can be overlaid to create a set of basis magnetic dipoles. These can be used to construct an antenna structure that provides selective three-dimensional measurement capability.

4.4 Transverse Slots

A transverse magnetic dipole antenna is a key building block for tri-axial and directional measurements. To generate a pure transverse magnetic dipole EM field, a shield configured with a transverse slot is preferred. Figure 12 shows a shield 10 embodiment of the invention. A plurality of horizontal slots 12' are spaced along the body of the shield 10. The slots 12' are preferably parallel to one another. Similar to the shield embodiments discussed above, the optimal shield 10 for a pure transverse magnetic dipole EM field should have slots that are perpendicular to coil excitation.

Figure 13 shows a shield 10 covering an antenna 30 disposed on a support member 32. The antenna 30 comprises a transverse coil configuration using one or more saddle coils. Turning to Figure 14a, an antenna 30 is illustrated having segmented coils 602 and 604. These segmented coils together produce a magnetic dipole 608 that extends radially from the support (represented by the dashed line). As is generally illustrated, the segmented coils 602, 604 are formed to extend about the circumference of the support. We refer to this as a saddle coil, because its shape resembles that of a saddle. It consists of a circular arc at the top and bottom of the coil connected by a longitudinal segment. Often we will have a pair of these coils disposed on azimuthally opposite sides of the support member of the instrument. The coil segments 602, 604 may be connected in series to insure equal current parameters, or they may be connected in parallel if desired. Alternatively, the segmented coils 602, 604 may be independently disposed on the support and energized to produce the magnetic dipole.

Turning to Figure 14b, which is an axial view of the instrument, another antenna 30 embodiment includes a second set of half-coils 622, 624 that orient and receive current so as to produce a magnetic dipole 628 that also extends radially from the support on which the half-coils are mounted. Half-coils 602 and 604 are overlaid to surround half-coils 622 and 624. The half-coils 622, 624 are disposed on the support to produce the magnetic dipole 628

5
6

so that dipole 628 is rotated azimuthally with respect to the magnetic dipole 608. The design of half-coils 622 and 624 is similar to the design of half-coils 602 and 604, however they are rotated azimuthally with respect to the previous set. Figure 14c further illustrates the orientation of these magnetic dipoles 608, 628. These magnetic dipoles 608 and 628, disposed within the borehole 630, are controllable so that the measurement sensitivity may be directed axially from the support at any azimuth angle.

With the use of a saddle coil antenna 30, since the excitation current is primarily longitudinal (z- directed), the corresponding slots 12' are azimuthal and the shield body is centered over the center of the antenna 30, as shown in Figure 13. By varying the number, dimensions, and/or displacement of the slots 12' on the shield 10 surface, the attenuation of interacting EM field components is altered. Attenuation of these field components may be reduced by using one or more axial (vertical) slots in combination with the transverse slot(s) 12'. Figure 15 shows another shield 10 embodiment of the invention. An axial slot 34 is disposed between two sequences of transverse slots 12' such that when the shield 10 is mounted, the slot 34 is parallel to the support axis. Axial slots 34 could also be disposed over the upper and lower parts of the saddle coils where the coils are composed of azimuthal sections. It will be understood by those skilled in the art that the shield 10 may be configured with various combinations of axial and transverse slots, e.g., the shield 10 may comprise a sequence of transverse slots with a plurality of axial slots (not shown).

Figure 16 shows another shield 10 embodiment of the invention. The mechanical robustness of the shield 10 may be increased by the use of staggered transverse slots 12'. This shield 10 design provides other advantages, including allowing the use of 90° saddle coil antennas with separate excitation of x and y directed TMDs (not shown). The strip 20 shield described above may also be configured with transverse conductive elements 22 to provide the desired EM attenuation (not shown). It will be apparent to those skilled in the art, that various transverse-slot configurations may be implemented with the shields 10 of the invention in conjunction with saddle, tilted coils or multi-layered tri-axial coils. For example, the length of the transverse slots 12' may be shortened and axial slots 34 may be interspersed in between the transverse slots (not shown). Another shield 10 implementation may include a crossed slot configuration (not shown).

002221 2264260

66

Another embodiment of the invention involves a process for shielding a source or sensor disposed on a support that is adapted for disposal within a borehole. The process entails mounting a shield 10 of the invention on the support to cover the source or sensor. The shield 10 having at least one slot 12' formed therein such that the slot 12' is orthogonal to the longitudinal axis of the support. The shield 10 thus provides predetermined attenuation of EM field components as the field interacts with the shield.

Another embodiment of the invention involves a process for shielding a source or sensor disposed on a support that is adapted for disposal within a borehole. The process entails mounting a flexible strip 20 of the invention on the support to cover the source or sensor. The strip 20 having at least one conductive element 22 disposed therein such that the element 22 is orthogonal to the longitudinal axis of the support. The strip 20 thus provides predetermined attenuation of EM field components as the field interacts with the strip.

Another embodiment of the invention involves the use of multiple tilted coils disposed at different angles so that the sum of their magnetic moments is in the transverse plane. A shield with transverse slots is then placed over the antennas where the total electric field is vertical (not shown). A shield of the invention with a combination of vertical and transverse slots (such as shown in Figure 15) could be used with a set of tilted coils to produce a magnetic moment with arbitrary direction.

While the methods and apparatus of this invention have been described as specific embodiments, it will be apparent to those skilled in the art that other embodiments of the invention can be readily devised which do not depart from the concept and scope of the invention as disclosed herein. All such similar variations apparent to those skilled in the art are deemed to be within the scope of the invention as defined by the appended claims.

09746327-122203

67

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An apparatus for use with an elongated support that is adapted for disposal within a borehole, said support having a longitudinal axis, comprising:
 - a body adapted to form a cylindrical surface;
 - said body being adapted for mounting on said support; and
 - said body having at least one slot formed therein such that said slot is perpendicular to said longitudinal axis when said body is mounted on said support; wherein said body provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component as said field interacts with said body.
2. The apparatus of claim 1, wherein each at least one slot is filled with a lossy material.
3. The apparatus of claim 1, wherein said body includes multiple slots formed therein such that each slot is perpendicular to said longitudinal axis when said body is mounted on said support.
4. The apparatus of claim 1, said body further including at least one slot that is parallel to said longitudinal axis when said body is mounted on said support.
5. The apparatus of claim 3, wherein said multiple slots have varying lengths.
6. The apparatus of claim 3, wherein said multiple slots have equal lengths.
7. The apparatus of claim 3, wherein said multiple slots are asymmetrically spaced on said body.
8. The apparatus of claim 3, wherein said multiple slots form a first sequence of slots on said body.

09746927-122200

68

- 1 9. The apparatus of claim 8, said body further including a second sequence of slots, each
2 slot being perpendicular to said longitudinal axis when said body is mounted on said
3 support.
4
- 5 10. The apparatus of claim 9, said body further including at least one slot that is parallel
6 to said longitudinal axis when said body is mounted on said support. •
7
- 8 11. The apparatus of claim 10, wherein said at least one slot that is parallel to said
9 longitudinal axis is positioned between said first and second sequence of slots.
10
- 11 12. The apparatus of claim 1, wherein said body is metallic.
12
- 13 13. The apparatus of claim 12, wherein said body is shaped to form a hollow right
14 circular cylinder.
15
- 16 14. The apparatus of claim 13, wherein said body is formed of an electrically conductive
17 material.
18
- 19 15. The apparatus of claim 13, wherein said body comprises two halves adapted to form
20 said cylinder.
21
- 22 16. An apparatus for use with an elongated support that is adapted for disposal within a
23 borehole, said support having a longitudinal axis, comprising:
24 a flexible strip adapted to surround said support, said strip being formed of a non-
25 conductive material; and
26 at least one conductive element disposed on said strip such that said element is
27 perpendicular to said longitudinal axis when said strip surrounds said support;
28 wherein
29 said strip provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component
30 as said field interacts with said strip.
31

09746927-122200

- 1 17. The apparatus of claim 16, wherein said at least one conductive element is disposed
2 on said strip to form an open loop around said support when said strip surrounds said
3 support.
4
- 5 18. The apparatus of claim 17, further comprising switching means connected to said at
6 least one conductive element, said switching means being operative to provide
7 selective closure of said open loop to form a closed loop.
8
- 9 19. The apparatus of claim 16, wherein said strip comprises multiple conductive elements
10 disposed therein such that each element is perpendicular to said longitudinal axis
11 when said strip surrounds said support.
12
- 13 20. A system for measuring a property of a subsurface formation, comprising:
14 an elongated support having a longitudinal axis, said support being adapted for
15 disposal within a subsurface borehole traversing said formation;
16 a source or sensor mounted on said support;
17 a shield mounted on said support to cover said source or sensor, and
18 said shield having at least one slot formed therein, said slot being perpendicular to
19 said longitudinal axis of said support; wherein
20 said shield provides predetermined attenuation of an electromagnetic field
21 component as said field interacts with said shield.
22
- 23 21. The system of claim 20, wherein said source or sensor comprises an antenna having a
24 magnetic dipole moment and adapted to transmit and/or receive electromagnetic
25 energy.
26
- 27 22. The system of claim 21, wherein said antenna is disposed on said support such that
28 said magnetic dipole moment is tilted or perpendicular with respect to said
29 longitudinal axis of said support.
30

20

- 1 23. The system of claim 22, wherein said shield is mounted on said support such that said
2 at least one slot is positioned over said antenna.
- 3
- 4 24. The system of claim 21, wherein said antenna comprises a saddle coil.
- 5
- 6 25. The system of claim 20, wherein each at least one slot is filled with a lossy material.
- 7
- 8 26. The system of claim 20, wherein said shield comprises multiple slots formed therein,
9 each slot being perpendicular to said longitudinal axis of said support.
- 10
- 11 27. The system of claim 26, wherein said multiple slots have varying lengths.
- 12
- 13 28. The system of claim 26, wherein said multiple slots have equal lengths.
- 14
- 15 29. The system of claim 26, wherein said multiple slots are asymmetrically spaced on
16 said shield.
- 17
- 18 30. The system of claim 26, wherein said multiple slots form a first sequence of slots on
19 said shield.
- 20
- 21 31. The system of claim 30, said shield further comprising a second sequence of slots
22 formed therein, each slot being perpendicular to said longitudinal axis of said support.
- 23
- 24 32. The system of claim 31, said shield further comprising at least one slot that is parallel
25 to said longitudinal axis of said support.
- 26
- 27 33. The system of claim 32, wherein said at least one slot that is parallel to said
28 longitudinal axis is positioned between said first and second sequence of slots.
- 29
- 30 34. The system of claim 20, wherein said shield is metallic.
- 31

09746927-122200

71

- 1 35. The system of claim 34, wherein said shield is shaped to form a hollow right circular
2 cylinder.
- 3
- 4 36. The system of claim 35, wherein said shield is formed of an electrically conductive
5 material.
- 6
- 7 37. The system of claim 35, wherein said shield comprises two halves adapted to form
8 said cylinder.
- 9
- 10 38. A system for measuring a property of a subsurface formation, comprising:
11 an elongated support having a longitudinal axis, said support being adapted for
12 disposal within a subsurface borehole traversing said formation;
13 a source or sensor mounted on said support;
14 a flexible strip mounted on said support to cover said source or sensor; and
15 said strip having at least one conductive element disposed therein, said element
16 being perpendicular to said longitudinal axis of said support; wherein
17 said strip provides predetermined attenuation of an electromagnetic field component
18 as said field interacts with said strip.
- 19
- 20 39. The system of claim 38, wherein said at least one conductive element is disposed on
21 said strip to form an open loop.
- 22
- 23 40. The system of claim 39, further comprising switching means connected to said at
24 least one conductive element, said switching means being operative to provide
25 selective closure of said open loop to form a closed loop.
- 26
- 27 41. The system of claim 38, wherein said source or sensor comprises an antenna having a
28 magnetic dipole moment and adapted to transmit and/or receive electromagnetic
29 energy.
- 30

09746927-122200

- 1 42. The system of claim 41, wherein said antenna is disposed on said support such that
2 said magnetic dipole moment is tilted or perpendicular with respect to said
3 longitudinal axis of said support.
4
- 5 43. The system of claim 42, wherein said strip is mounted on said support such that said
6 at least one conductive element is positioned over said antenna.
7
- 8 44. The system of claim 41, wherein said antenna comprises a saddle coil.
9
- 10 45. The system of claim 38, wherein said strip comprises multiple conductive elements
11 disposed therein such that each element is perpendicular to said longitudinal axis of
12 said support.
13
- 14 46. The system of claim 45, wherein said multiple conductive elements are
15 asymmetrically spaced on said strip.
16
- 17 47. A method for shielding a source or sensor disposed on an elongated support having a
18 longitudinal axis and adapted for disposal within a borehole, comprising mounting a
19 body adapted to form a cylindrical surface on said support to cover said source or
20 sensor, said body having at least one slot formed therein such that said slot is
21 perpendicular to said longitudinal axis, wherein said body provides predetermined
22 attenuation of an electromagnetic field component as said field interacts with said
23 body.
24
- 25 48. The method of claim 47, wherein said source or sensor comprises an antenna having a
26 magnetic dipole moment and adapted to transmit and/or receive electromagnetic
27 energy.
28
- 29 49. The method of claim 48, wherein said antenna is disposed on said support such that
30 said magnetic dipole moment is tilted or perpendicular with respect to said
31 longitudinal axis of said support.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26

3

7
8
9
10
11
12

14

15

16

18
19
20

22
23

25

ABSTRACT

A shielding method and apparatus for an antenna disposed on an elongated support adapted for disposal within a borehole. The shield providing predetermined attenuation of one or more electromagnetic energy field components as the field components interact with the shield. The shield composed of a flexible strip or cylindrical body and respectively comprising a transverse conductive element or a transverse slot therein. The shields being adapted to cover an antenna mounted on the support. The shields being compatible for use in conjunction with saddle, tilted coils or multi-layered tri-axial coils to produce a pure transverse magnetic dipole electromagnetic field. The shields are also used in methods for shielding an antenna disposed on a support to provide predetermined attenuation of an electromagnetic field component as the field components interact with the shield.

0022221-2269460

73

DECLARATION FOR PATENT APPLICATION AND POWER OF ATTORNEY

As a below named inventor, I hereby declare that:

My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name, and

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:

Shielding Method and Apparatus using Transverse Slots

the specification of which

☒ [X] is attached hereto.

☐ [] was filed on _____,

as Application Serial Number _____

or PCT International Application Number _____

and was amended on (if applicable) _____

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to the examination of this application in accordance with Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56(a).

I hereby claim foreign priority benefits under Title 35, United States Code, Section 119 of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 365(a) of any PCT international application which designated at least one country other than the United States of America, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate or of any PCT international application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

Prior Foreign Application(s)
Priority Claimed

_____ YES ☐ NO (Number) (Country)	/	/	/	[]
	D/	M/	YR FILED	
_____ YES ☐ NO (Number) (Country)	/	/	/	[]
	D/	M/	YR FILED	
_____ YES ☐ NO (Number) (Country)	/	/	/	[]
	D/	M/	YR FILED	

09746927-122200

76

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 119(a) of any United States provisional application(s) listed below:

<u>Application No.</u>	<u>Filing Date</u>
------------------------	--------------------

<u>Application No.</u>	<u>Filing Date</u>
------------------------	--------------------

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 120 of any United States application(s), or 385(c) of any PCT International application designating the United States of America, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code, Section 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56 which occurred between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of this application:

<u>09/452,680</u> Application Serial No.	<u>12/01/1999</u> Filing Date	<u>Pending</u> Status-patented, pending, abandoned
<u>Application Serial No.</u>	<u>Filing Date</u>	<u>Status-patented, pending, abandoned</u>

As a named inventor, I hereby appoint the following attorney(s) and/or agents(s) to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith.

J. J. Ryberg, #31,134; Brigitte L. Jeffery, #38,925; Steven L. Christian, #38,106 and Victor H. Segura, #44,329. I hereby request that all correspondence, notices, official letters and other communication be directed to Schlumberger Technology Corporation, ATTN: IP Counsel, P. O. BOX 2175, Houston, Texas 77252-2175; and that all telephone calls be directed to: Victor H. Segura, at (281) 285-4582, Schlumberger Oilfield Services, P. O. BOX 2175, Houston, Texas 77252-2175. Our Customer Service No. is 23718.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true, and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

09746927-122200

SOLE OR FIRST INVENTOR

Signature Dzavat Omeragic Date 12-21-00

Full Name: Dzavat Omeragic
Residence: 5003 Berkshire Court, Sugar Land, Texas 77479 USA
Citizenship: Canada
P.O. Address: 5003 Berkshire Court, Sugar Land, Texas 77479 USA

SECOND INVENTOR

Signature Jeydoux Date 12-22-00

Full Name: Jean Seydoux
Residence: 1738 Emma Cove Court, Sugar Land, Texas 77479
Citizenship: USA
P.O. Address: 1738 Emma Cove Court, Sugar Land, Texas 77479

THIRD INVENTOR

Signature Richard A. Roethal Date Dec. 21, 2000

Full Name: Richard A. Roethal
Residence: 14735 Kellywood Lane, Houston, Texas 77079 USA
Citizenship: USA
P.O. Address: 14735 Kellywood Lane, Houston, Texas 77079 USA

30

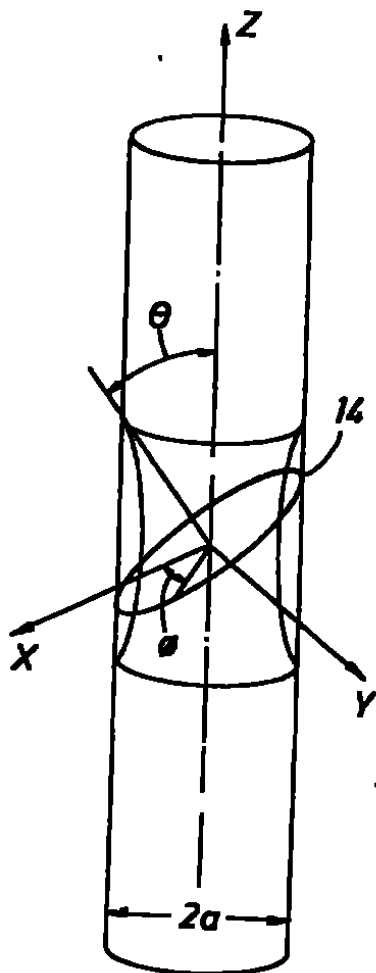


FIG. 2

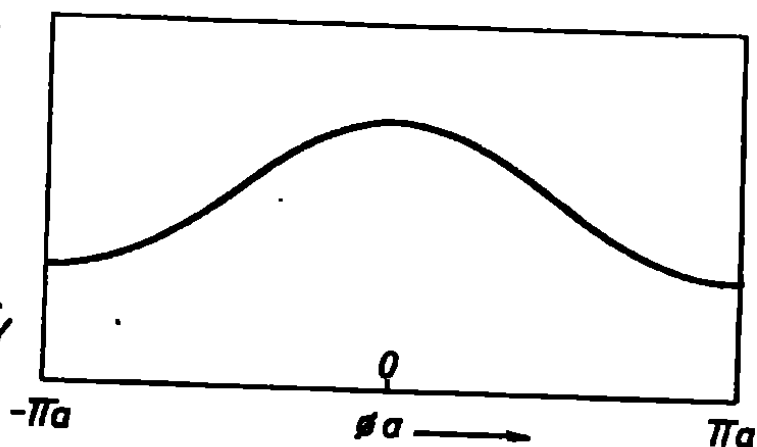


FIG. 1a
(PRIOR ART)

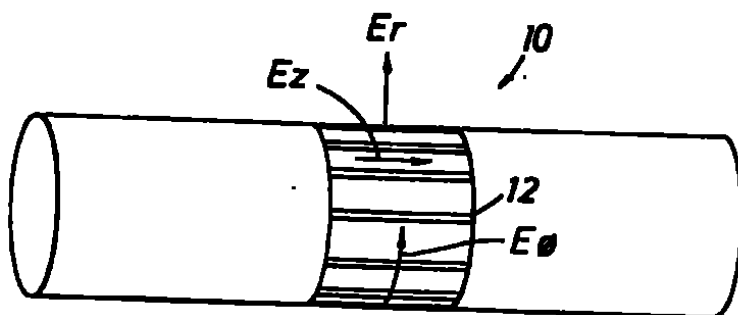
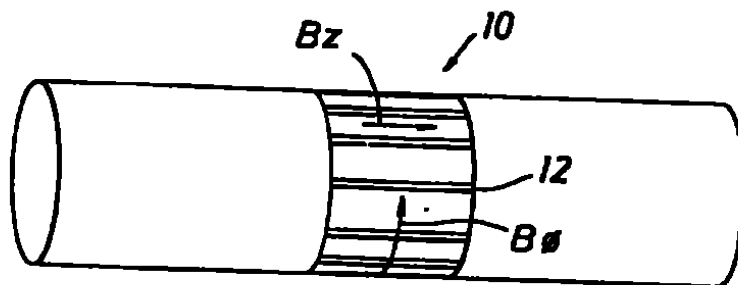


FIG. 1b
(PRIOR ART)



09745927.122200

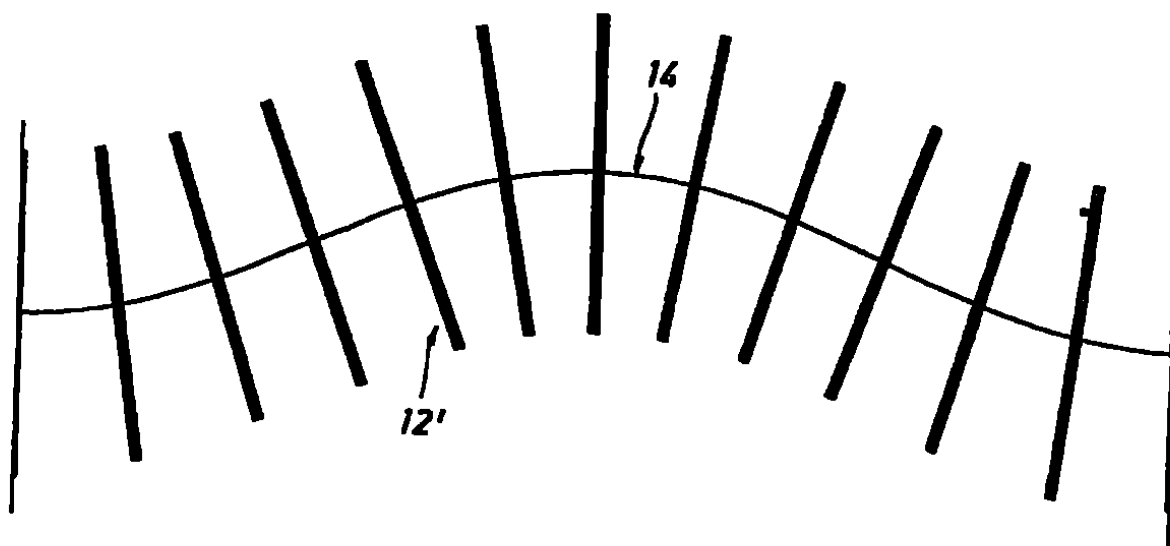


FIG. 3

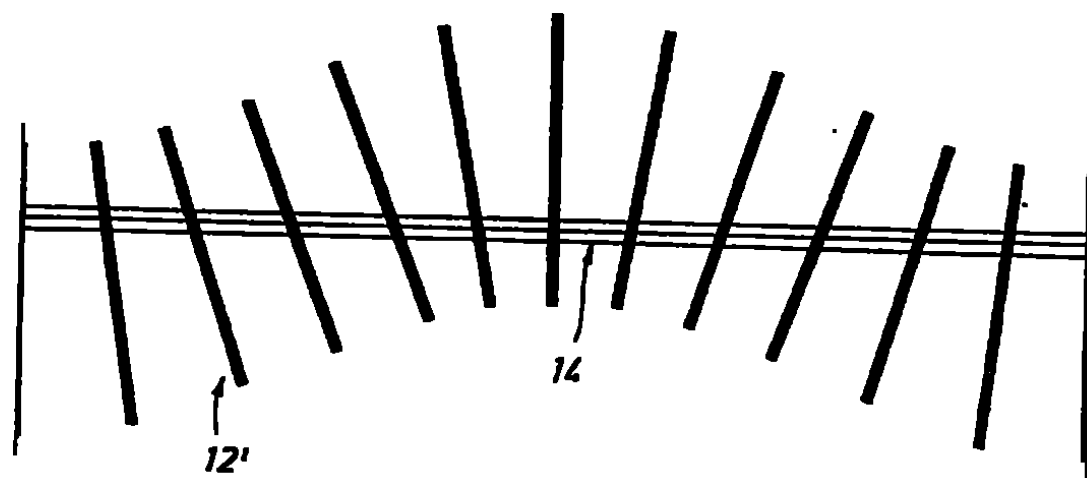


FIG. 4

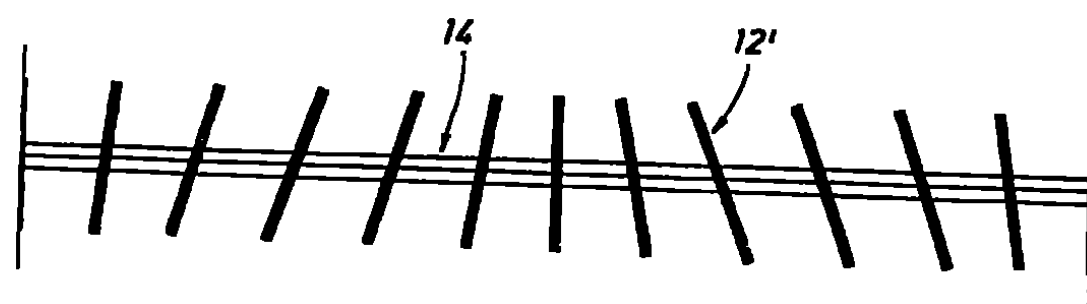


FIG. 5

00322T-2265h/60

+

+

80

+

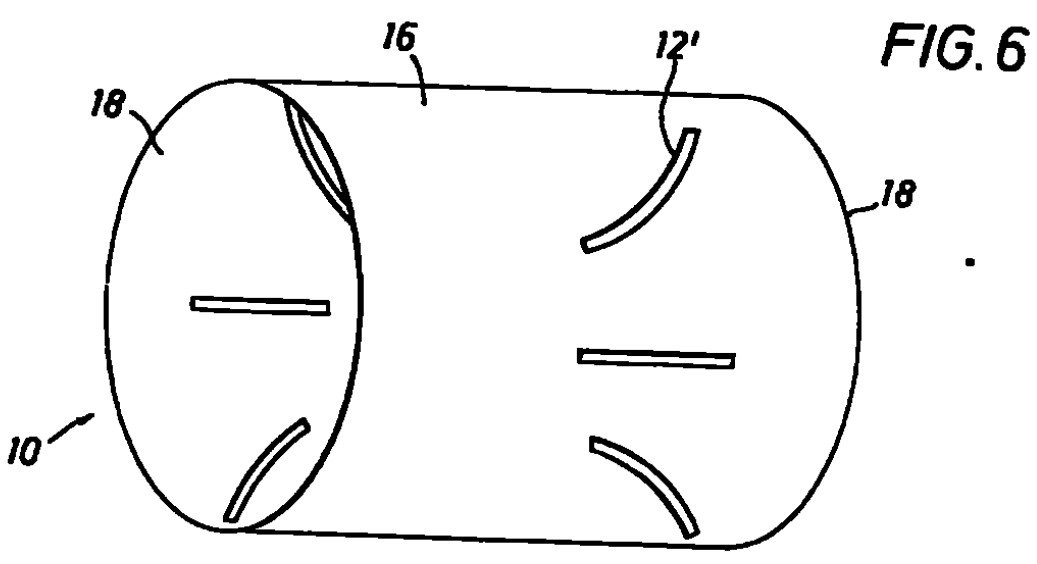
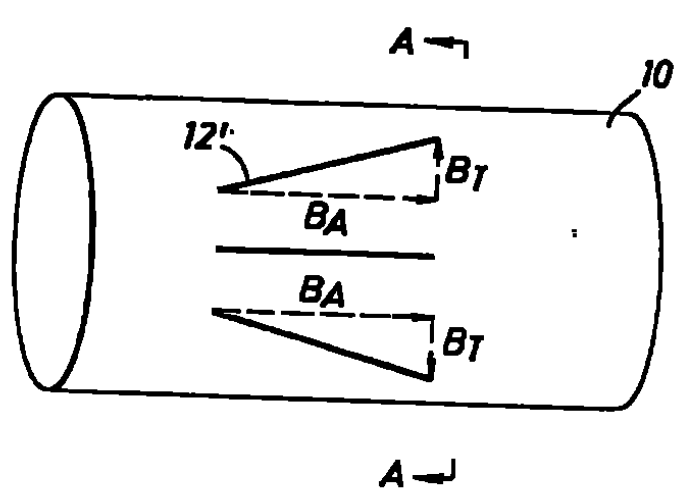


FIG. 7



09746927.122200

+

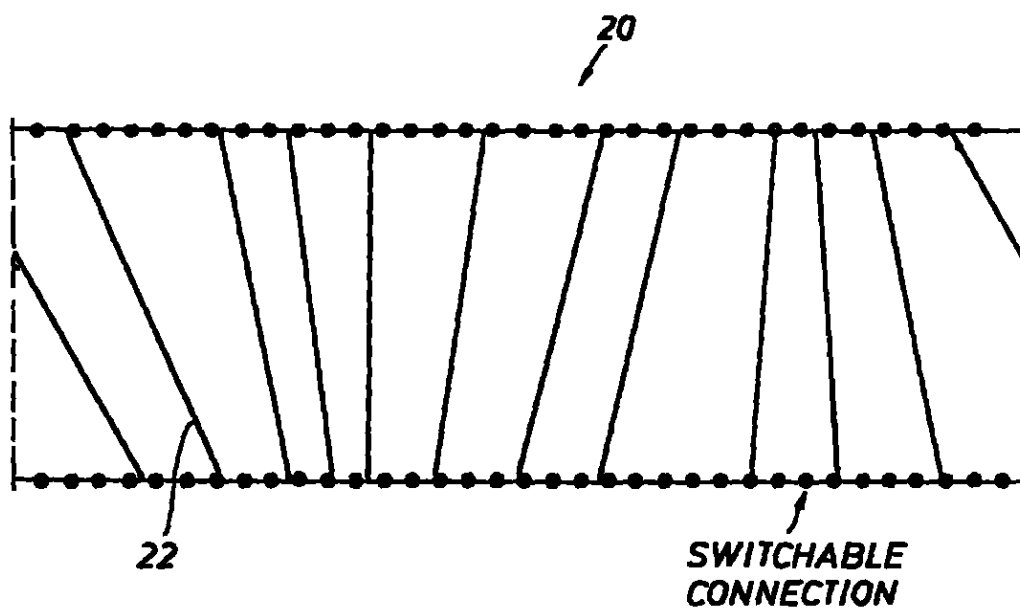


FIG. 8

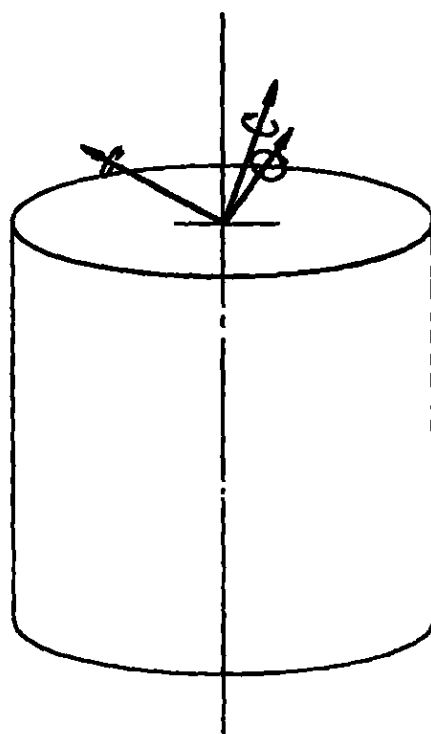


FIG. 9

09746927.122200

+

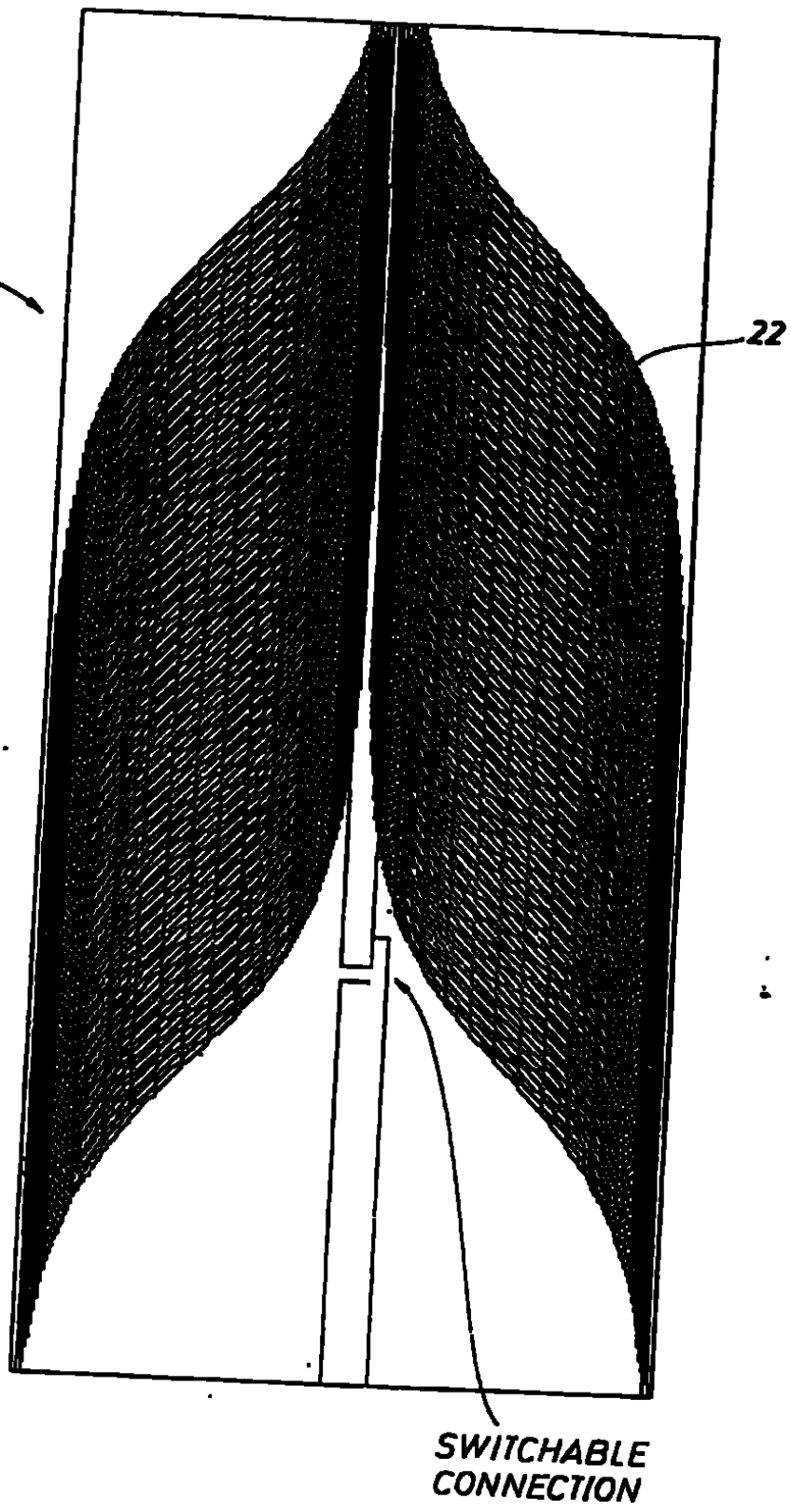


FIG. 10

+

0 746927 .122200

43

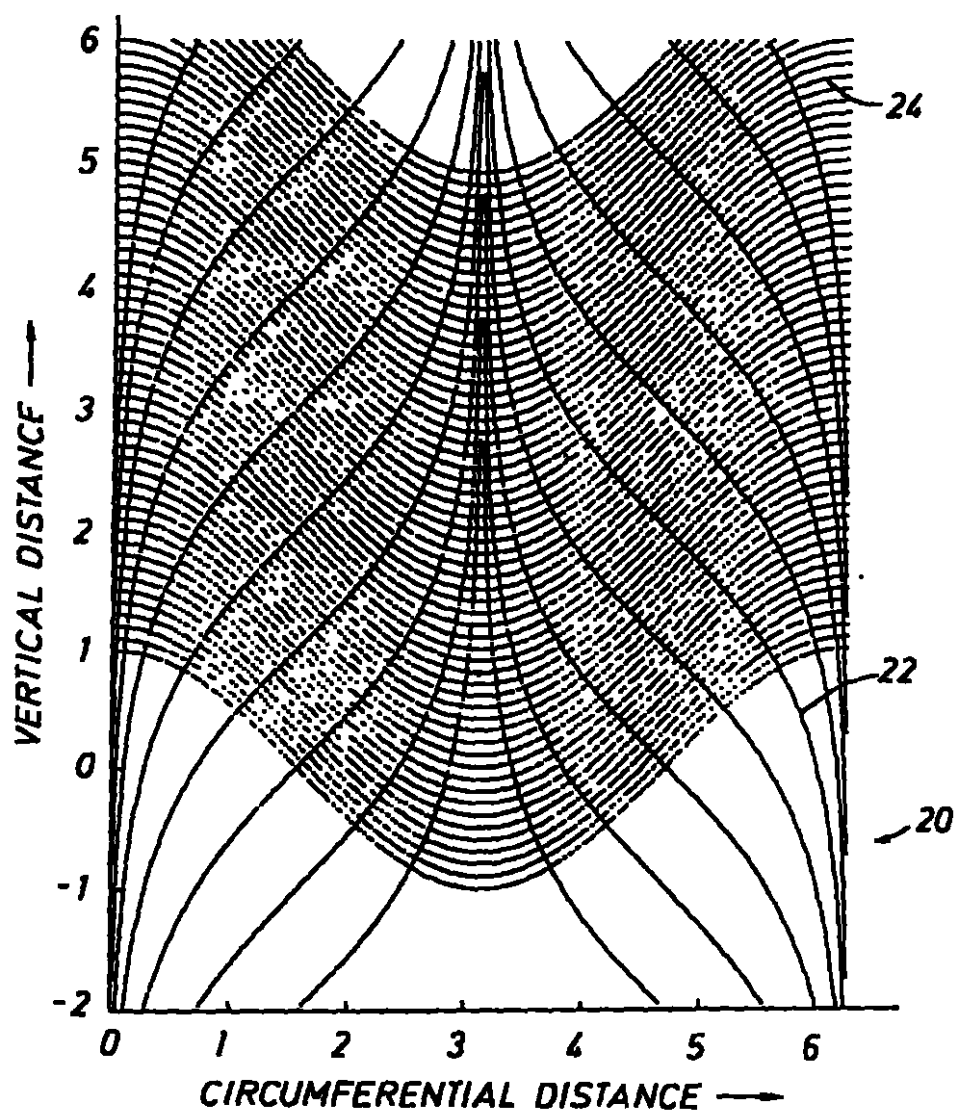


FIG. 11

09716927.122200

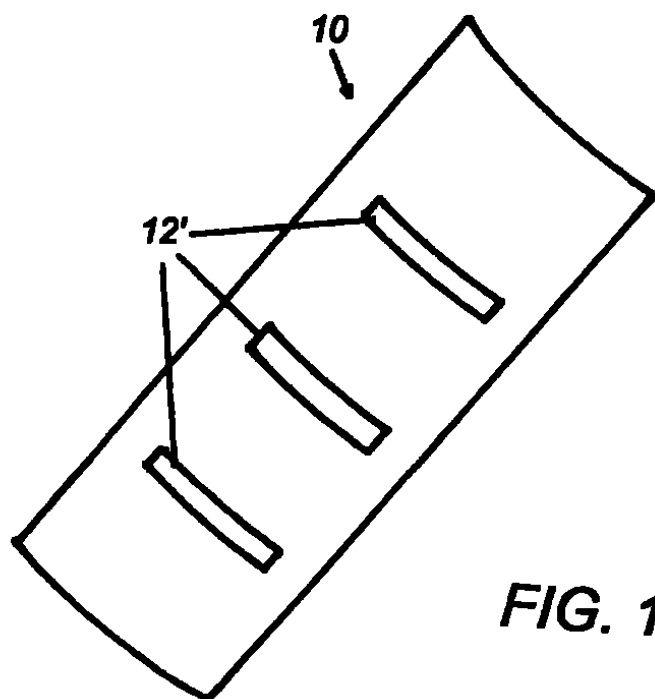


FIG. 12

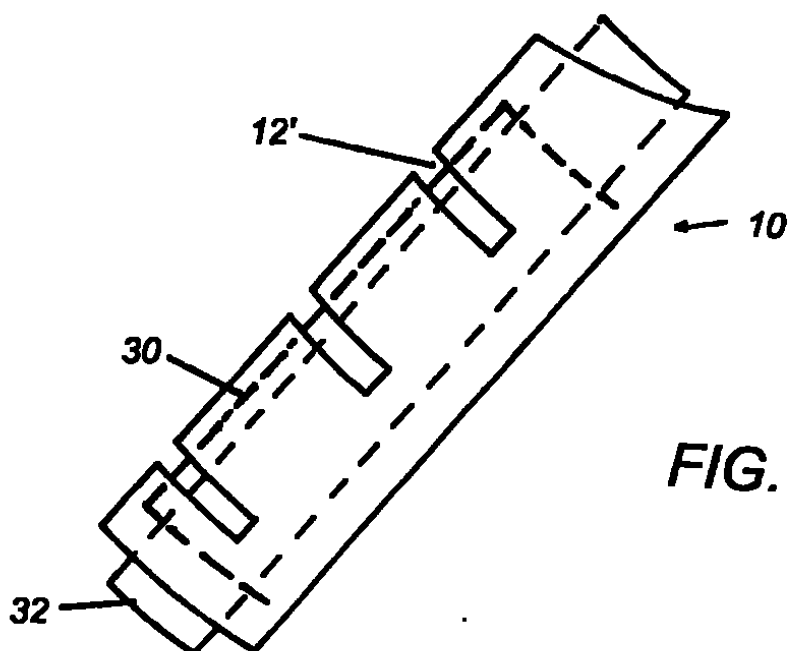


FIG. 13

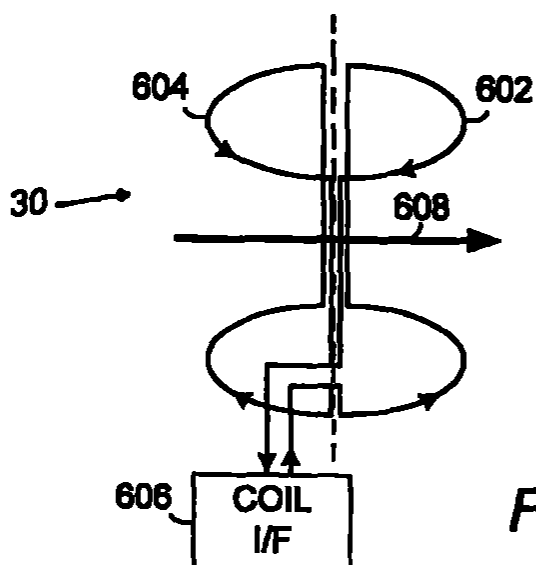


FIG. 14a

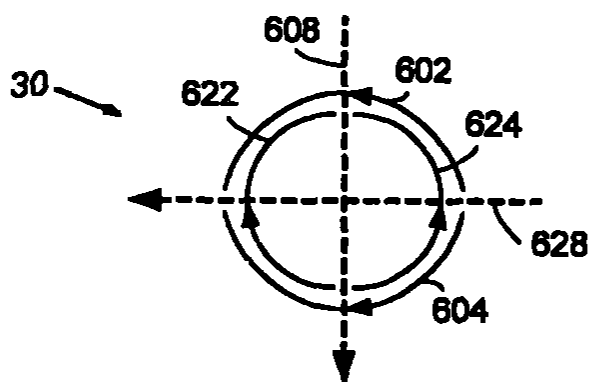


FIG. 14b

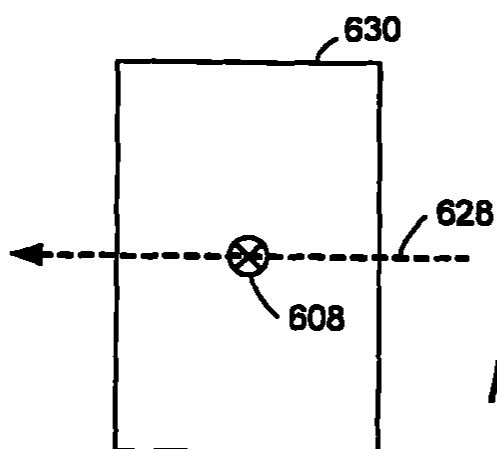


FIG. 14c

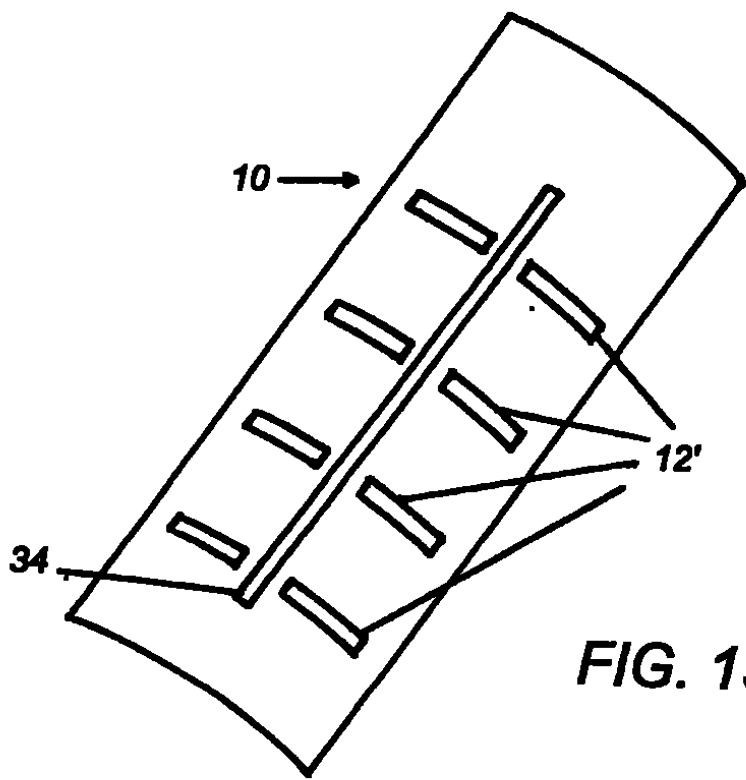


FIG. 15

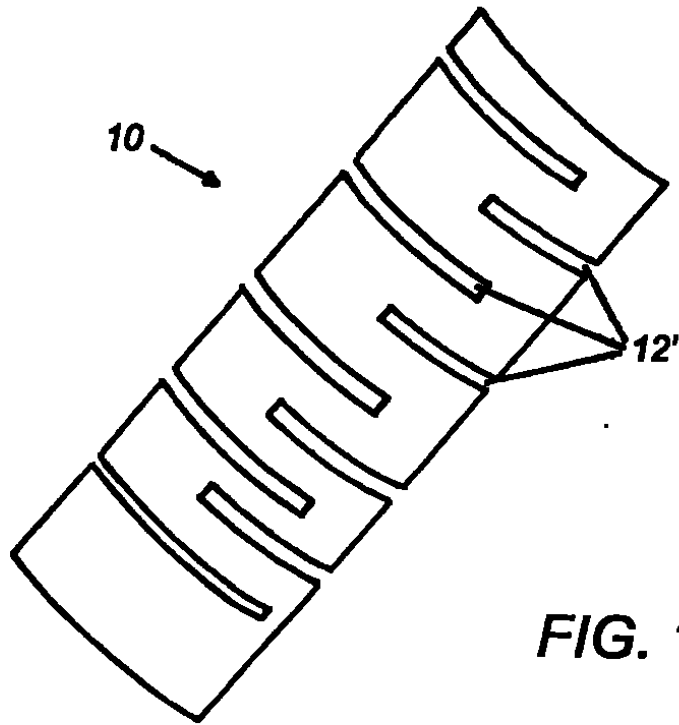


FIG. 16



F RMATO DE DIGITALIZACION
RELACION DE ANEXOS

Royni
Technologies S.A.
Calle 10 No. 100, San José, Costa Rica

87

Expediente No		No de Folio
Item	No de unidades	
1	CD	✓
2	DVD	
3	REVISTA	
4	LIBRO	
5	PERIODICO	
6	DISQUETES	
7	SOBRE DE MANILA	1
8	SOBRE BLANCO TAMAÑO CARTA	
9	SOBRE BLANCO TAMAÑO OFICIO	
10	OTROS:	

Observaciones: *Arte Final*

88
92

Industria y Comercio

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

Radicación : 01105790 00000000

Folios: 21

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTAR

Fecha (MM): 2001-12-11 15:37:27

Trámite : 002 PATENTES D I REGISTRO/ 411 PRESENTA

Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

USUARIO: INVALUABLE

PATENTE DE INVENCION [A]

MODELO DE UTILIDAD

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

[] []

[] []

[] []

[] []

[] []

[] []

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 de trazado
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.

[] []

[] []

[] []

[] []

COMPLETA []

INCOMPLETA

[] []


Firma Responsable

Fecha: _____

2001-12-11 15:37:27
Computador: 12-08-01
30-52-29 a mano de [illegible]
Departamento de [illegible]

Folio 83

2020
Bogotá DC

Doctor(a)
GERMAN CASTILLO GRAU
Apoderado(a)

REFERENCIA:	Radicación No.	01-105790
	Trámite	002
	Evento	001
	Actuación	416
	Oficio No.	0321
	Folios	001

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en los artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, y en las demás disposiciones vigentes sobre la materia, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial, conforme lo establece el artículo 40 de la misma Decisión.

Siendo manifestación expresa del interesado, la solicitud no será publicada antes de los 18 meses contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud, esto es a partir del día 11 de junio de 2003.

Cúmplase

Dado en Bogotá DC, a los 28 FEB. 2002

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

Bogotá, DC, El extracto de esta solicitud fue publicado en el número de la
Gaceta de Propiedad Industrial, de fecha . El término hábil señalado por la ley
expiró el y SI ___ NO ___ se presentaron oposiciones por parte de terceros.

202027