



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0810180-9 B1

(22) Data do Depósito: 09/04/2008

(45) Data de Concessão: 02/10/2018



(54) Título: DETECÇÃO DE EFEITOS DE FURO DE POÇO DEVIDO A DESCENTRALIZAÇÃO EM INSTRUMENTOS DE INDUÇÃO COM TRANSDUTORES INCLINADOS

(51) Int.Cl.: G01V 3/00

(30) Prioridade Unionista: 10/04/2007 US 60/910,948

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): LUIS M. PELEGRI; RANDY GOLD

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/10/2009

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DETECÇÃO DE EFEITOS DE FURO DE POÇO DEVIDO À DESCENTRALIZAÇÃO EM INSTRUMENTOS DE INDUÇÃO COM TRANSDUTORES INCLINADOS".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 1. Campo da Invenção

A presente invenção refere-se, de um modo geral, à obtenção de medições elétricas em uma formação que circunda um furo de poço. Em particular, a presente invenção refere-se à redução do efeito de furo de poço das medições elétricas obtidas em um instrumento conduzido em um furo de poço.

10

2. Descrição da Técnica Relacionada

Instrumentos de perfilagem de poço pela resistividade a partir da indução eletromagnética são bem conhecidos na técnica para determinar a condutividade elétrica e seu inverso, a resistividade, de formações de terra penetradas por um furo de poço. A condutividade da formação tem sido determinada com base nos resultados de medição do campo magnético de correntes parasitas que o instrumento induz na formação contígua ao furo de poço. A condutividade elétrica é usada por, entre outras razões, inferir o conteúdo de fluido das formações de terra. Tipicamente, menor condutividade (maior resistividade) está associada com formações de terra portadoras de hidrocarbonetos. Os princípios físicos da perfilagem de poço por indução eletromagnética são bem descritos, por exemplo, em J. H. Moran e K. S. Kunz, *Basic Theory of Induction Logging and Application to Study of Two-Antenna Sondes*, Geophysics, vol. 27, No. 6, part 1, pp. 829-858, Society of Exploration Geophysicists, December 1962. Muitos aperfeiçoamentos e modificações nos instrumentos de resistividade e indução eletromagnética, descritos na referência de Moran e Kunz, supra, têm sido planejados, alguns dos quais são descritos, pó exemplo, na patente U.S N° 4837517 para *Barber*, na patente U.S N° 5157605 para *Chandler et al*, e na patente U.S N° 5600246 para *Fanini et al*.

15

20

25

30

Técnicas convencionais de perfilagem de poço por indução empregam um tubo de isolamento no interior de um mandril. Uma ou mais an-

tenas de transmissor são energizadas por uma corrente alternada. O campo magnético oscilante produzido por essa disposição resulta na indução de correntes nas formações que são quase proporcionais à condutividade das formações. Essas correntes, por sua vez, contribuem para a tensão induzida em uma ou mais antenas receptoras. Através da seleção apenas do componente de tensão, que está em fase com a corrente transmissora, um sinal é obtido que é, aproximadamente, proporcional à condutividade da formação. Em um aparelho de perfilagem por indução convencional, a antena transmissora básica e a antena receptora têm eixos geométricos que são alinhados com o eixo geométrico longitudinal do dispositivo de perfilagem de poço. (Para simplicidade de explanação, será suposto que o eixo geométrico de furo de poço está alinhado com o eixo geométrico do dispositivo de perfilagem e que esses estão ambos na direção vertical). Essa disposição tende a induzir laços de corrente secundária nas formações que são concêntricas com as antenas de transmissão e recepção verticalmente orientadas. As medições de condutividade resultantes são indicativas da condutividade (ou resistividade) horizontal das formações circundantes. Há, porém, várias formações encontradas na perfilagem de poço que têm uma condutividade que é anisotrópica. Dispositivos de perfilagem por indução convencionais, que tendem a ser sensíveis apenas à condutividade horizontal das formações, não proporcionam uma medição de condutividade vertical ou de anisotropia. Técnicas têm sido desenvolvidas para determinar a anisotropia da formação, tal como a patente U.S Nº 4302722 para *Gianzero et al.*

Sinais de multicomponentes podem ser usados para interpretar as resistividades da formação e parâmetros petrofísicos. Os princípios usados para essa interpretação foram discutidos, por exemplo, na patente U.S Nº 6470274, para *Mollison et al.*, na patente U.S Nº 6643589 para *Zhang et al.*, e na patente U.S Nº 6636045 para *Tabarovsky et al.*, cujos conteúdos são aqui incorporados através de referência. Especificamente, os parâmetros estimados podem incluir resistividades (ou condutividades) horizontais e verticais, ângulos de inclinação relativos, ângulos de incidência e quantidades petrofísicas, tais como teor de área e de xisto e saturação de água. Além

disso, o pedido de patente U.S N° de série 11/125.530 de *Rabinovich et al.* Ensina o uso de medições de multicomponentes para análise de formações de terra fraturadas, que também podem ter camadas anisotrópicas. Esses sinais de multicomponentes são obtidos, tipicamente, usando uma ferramenta de medição de multicomponentes, tendo antenas orientadas transversais ao eixo geométrico da ferramenta.

O uso de antenas transversais leva a uma criação de e suscetibilidade à corrente produzida no furo de poço, conhecido como o efeito de furo de poço. A corrente de furo de poço induz sinais em antenas receptoras transversais, especialmente antenas de transmissão e de recepção especialmente coplanares. Lá os sinais induzidos pela corrente, em geral, são mais fortes para condutividade de lama superior.

A obtenção de medições precisas de antenas transversais depende da redução dos efeitos de não formação, tais como, efeitos de furo de poço. O efeito de furo de poço aparece quando a ferramenta de medição não está centralizada dentro do furo de poço. Há necessidade de reconhecimento das correntes de efeito de furo de poço devido à descentralização da ferramenta dentro do furo de poço. A presente invenção direciona essa questão.

20 SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma modalidade da invenção é um aparelho para avaliar uma formação de terra. O aparelho inclui uma ferramenta de perfilagem que tem duas antenas coplanares, com cada uma disposta em uma distância conhecida de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem. A ferramenta de perfilagem é configurada para ser conduzida em um furo de poço na formação de terra. A diferença das saídas das duas antenas coplanares é indicativa de um efeito de furo de poço, tal como uma descentralização da ferramenta. Um processador detecta esse efeito de furo de poço e pode ainda processar o sinal de uma antena adicional e/ou das duas antenas coplanares para corrigir o efeito de furo de poço. O processador pode ainda estimar, a partir das medições corrigidas, uma propriedade de resistividade da formação de terra e propriedades petrofísicas que podem ser determinadas das

propriedades de resistividade.

Outra modalidade da invenção é um método de avaliação de uma formação de terra. Uma ferramenta de perfilagem, que tem duas antenas coplanares dispostas em uma distância conhecida de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem é conduzida em um furo de poço. Uma diferença entre saídas das duas antenas é indicativa de um efeito de furo de poço, tal como uma descentralização da ferramenta de perfilagem no furo e, mediante detecção dessa descentralização, medições feitas por uma antena adicional e/ou as duas antenas coplanares podem ser corrigidas para os efeitos da descentralização. A resistividade da formação horizontal e vertical, bem como as propriedades petrofísicas adicionais podem ser determinadas.

Outra modalidade da invenção é um meio legível em computador para uso com um aparelho para avaliação de uma formação de terra. O aparelho inclui uma ferramenta de perfilagem que tem duas antenas coplanares dispostas em uma distância conhecida de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem. A ferramenta de perfilagem é conduzida em um furo de poço na formação de terra. O meio inclui instruções que permitem a um processador detectar um efeito de furo de poço, tal como uma descentralização, e processar o sinal das duas antenas adicionais, a fim de corrigir os efeitos da descentralização. As instruções podem ainda permitir ao processador estimar, a partir das medições corrigidas, uma propriedade de resistividade da formação de terra e propriedades petrofísicas adicionais que podem ser determinadas das propriedades de resistividade.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção é melhor compreendida com referência às figuras a seguir, em que numerais semelhantes se referem a componentes semelhantes e em que:

A figura 1 (Técnica Anterior) ilustra um instrumento de indução disposto em um furo de poço penetrando em uma formação de terra;

A figura 2 (Técnica Anterior) ilustra a disposição de antenas transmissoras e receptoras em uma ferramenta de perfilagem por indução de multicomponentes, comercializada sob o nome 3DExplorer®;

As figuras 3A-C mostram uma vista seccional transversal de uma ferramenta de indução em diferentes localizações dentro de um furo de poço; e

5 A figura 4 mostra um conjunto de antena exemplificativo para reduzir o efeito da corrente de furo de poço sobre as medições elétricas obtidas furo abaixo.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Fazendo referência à figura 1, um instrumento de perfilagem de poço por indução eletromagnética 10 é mostrado disposto em um furo de poço 2 perfurado através de formações de terra. As formações de terra são mostradas, em geral, em 4. O instrumento 10 pode ser abaixado e retirado do furo de poço 2 pelo uso de um cabo elétrico blindado 6 ou condutor similar, conhecido na técnica. O instrumento 10 pode ser montado a partir de três subseções: uma unidade eletrônica auxiliar 14, disposta em uma extre-
10 midade do instrumento 10; uma unidade de mandril de antena 8 presa à unidade eletrônica auxiliar 14; e uma unidade eletrônica receptora/ de processamento de sinal/ de telemetria 12 presa à outra extremidade da unidade de mandril de antena 8, essa unidade 12, tipicamente, sendo presa ao cabo 6.
15

A unidade de mandril de antena 8 inclui antenas de indução transmissoras e receptoras, como será explicado ainda, para indução de
20 campos eletromagnéticos nas formações de terra 4 e para recebimento de sinais de tensão induzidos por correntes parasitas que circulam nas formações de terra 4 como um resultado dos campos eletromagnéticos nela induzidos.

25 A unidade eletrônica auxiliar 14 pode incluir um gerador de sinais e amplificadores de potência (não mostrados) para fazer com que correntes alternadas de frequências selecionadas circulem através de antenas transmissoras na unidade de mandril de antena 8. Um processador, que controla a operação da ferramenta e dados adquiridos pelo processamento,
30 pode ser parte da unidade eletrônica. Alternativamente, algum ou todo o processamento e controle pode ser feito por um processador de superfície.

A unidade eletrônica receptora/ de processamento de sinal/ de

telemetria 12 pode incluir circuitos receptores (não mostrados) para detectar tensões induzidas nas antenas receptoras na unidade de mandril de antena 8 e circuitos para processamento dessas tensões recebidas (não mostradas) em sinais representativas das condutividades de várias camadas, mostrados como 4A a 4F das formações de terra 4. Como uma questão de conveniência, a unidade eletrônica receptora/ de processamento de sinal/ de telemetria 12 pode incluir telemetria de sinal para transmitir os sinais relacionados com a condutividade para a superfície da terra ao longo do cabo 6 para processamento adicional ou, alternativamente, pode armazenar os sinais relacionados com a condutividade em um dispositivo de registro apropriado (não mostrado) para processamento após o instrumento 10 ser retirado do furo de poço 2.

Fazendo referência à figura 2, a configuração das antenas transmissoras e receptoras no instrumento de perfilagem por indução de multicomponentes 3DEX[®] de Baker Hughes Incorporated é mostrada. Isso é para fins exemplificativos apenas e qualquer ferramenta de multicomponentes pode ser usada. Esses transmissores ortogonais 101, 103 e 105, que são referidos como os transmissores T_x , T_z e T_y , são mostrados (o eixo geométrico -z é o eixo geométrico longitudinal da ferramenta). Correspondendo aos transmissores 101, 103 e 105 estão receptores associados 107, 109 e 111, referidos como os receptores R_x , R_z e R_y , para medição dos campos magnéticos correspondentes. Campos magnéticos induzidos por um transmissor são registrados, subsequentemente, em um receptor selecionado. O campo magnético, em geral, é referido como índices indicando a orientação do transmissor usado e a orientação do receptor usado. Assim, H_{xy} , por exemplo, indica a resposta de um campo gerado pelo transmissor T_x e, subsequentemente, registrado no receptor R_y . Em um modo de operação da ferramenta, os componentes H_{xx} , H_{xy} , H_{zz} , H_{xy} e H_{xz} são medidos, embora outros componentes também possam ser usados. Deve ser notado que o método da presente invenção também pode ser usado com configurações não ortogonais de transmissores e receptores. Métodos de rotação de coordenadas bem conhecidos podem ser usados com essas medições não orto-

gonais para girá-las na orientação desejada. Para os fins da presente invenção, todas essas medições (ortogonais e não ortogonais) serão referidas como medições de multicomponentes.

As figuras 3A - C mostram vistas seccionais transversais de uma
5 ferramenta de indução em diferentes posições dentro de um furo de poço. Ferramentas de indução, em geral, dão origem a um fluxo de corrente na lama de perfuração condutora, que circunda a ferramenta e enche o furo de poço. A descentralização da ferramenta, em geral, causa mais problemas para as antenas transversais (X ou Y) do que para as antenas axiais (Z). A
10 figura 3A mostra uma ferramenta orientada por x 304 que está centralizada dentro do furo de poço 302 cheio com lama 306. Em um aspecto, a corrente induzida no furo de poço, em geral, circula ao longo do canal axial 307 e na direção oposta ao longo do canal axial 309. Devido à simetria dos canais de fluxo de corrente (307 e 309) e à totalidade da corrente que circula na lama,
15 a ferramenta de indução centralizada não experimenta um efeito de descentralização. Na figura 3B, a ferramenta é descentralizada ao longo da direção -X. Devido à orientação do transmissor, a corrente que circula ao longo dos canais 307 e 309 ainda mostra simetria e, desse modo, essa descentralização, em geral, não afeta as medições. A figura 3C mostra a ferramenta de
20 indução descentralizada ao longo do eixo geométrico -y, de modo que o canal 307 fica restringido, enquanto o canal inferior é alargado 309. Adicionalmente, a corrente que circula no canal 307 pode interagir com a formação. Desse modo, o fluxo de corrente de furo de poço é altamente afetado devido à descentralização ao longo do eixo geométrico -y. A corrente de furo de
25 poço induz sinais em antenas receptoras transversais, especialmente antenas de transmissão e de recepção coplanares. A corrente líquida também pode induzir sinais em antenas receptoras axiais que estão em posições axiais diferentes da antena transmissora transversal. Como a densidade da corrente de indução aumenta com a condutividade crescente da lama, os
30 sinais induzidos por corrente líquida são mais fortes para condutividade de lama maior.

A figura 4 mostra um conjunto de antena exemplificativo para

reduzir o efeito da corrente de furo de poço em medições elétricas obtidas furo abaixo. A ferramenta de perfilagem 400 inclui um laço grande, tal como um laço C (402), definindo um plano e tendo um eixo geométrico de simetria alinhado substancialmente paralelo ao eixo geométrico de ferramenta. O conjunto de antena ainda inclui dois laços pequenos, laço A (404) e laço B (406), que ficam dentro do plano do laço grande e estão contidos pelo laço C e simetricamente opostos um ao outro em torno do eixo geométrico de simetria do laço grande. O laço A e o laço B compartilham o laço C, de modo que a soma da área do laço A e da área do laço B é substancialmente igual à área do laço C. As correntes induzidas na formação circundante e no fluido de furo de poço criam um campo magnético que é detectado dentro de cada um dos laços. O campo magnético da formação cria correntes dentro de cada laço que são detectadas usando os componentes eletrônicos anexados (não mostrados). As correntes induzidas em cada laço são proporcionais à magnitude do campo magnético através de cada laço. A soma dos sinais obtidos no laço A 404 e no laço B 406 é uma função da resistividade da formação mais os efeitos do furo de poço e é igual ao sinal no laço C 402. A diferença entre os sinais das duas antenas pequenas é uma função do efeito de furo de poço sobre aquele par de antenas sem contribuição da formação. Desse modo, a diferença de laço A e laço B pode ser usada para determinar um efeito de furo de poço. No presente caso, o efeito de furo de poço pode ser uma descentralização da ferramenta em uma direção perpendicular ao plano da antena. Adicionalmente, o laço A e o laço B podem ser usados para determinar a descentralização do laço C e, desse modo, determinar a descentralização da ferramenta de medição. Devido à geometria do conjunto de antena $M_A + M_B = M_C$, onde M é o fluxo magnético através do laço indicado. Quando o laço grande está centralizado, então $M_A = M_B$. Assim, uma leitura dos indicadores eletrônicos correspondentes, tais como fluxo de corrente, pode indicar que a ferramenta está centralizada. A diferença entre os sinais M_A e M_B é indicativa da quantidade de descentralização. Uma disposição de antena fendida similar pode ser usada para os outros componentes de medição.

Uma vantagem particular do aparelho descrito acima é que as medições são indutivas e usam as mesmas antenas que são usadas com as medições principais. O pedido de patente U.S N° de série 11/400.548 de *Rabinovich et al*, tendo o mesmo que no presente pedido , e cujos conteúdos são aqui incorporados através de referência, ensina um método em que medições fora de centro são corrigidas e usadas para determinação de propriedades da formação. Essas propriedades incluem a resistividade horizontal R_h e a resistividade vertical R_v da formação.

Conforme discutido em *Rabinovich*, os componentes H_{xx} , H_{yy} e H_{xy} que são orientados no ângulo desconhecido ϕ com relação à direção de descentralização e sistema de coordenadas correspondente (x', y') . Pelo uso de uma técnica de rotação, é possível extrair o componente correspondente não afetado $H_{x'x'}$. Esse componente não afetado pode, então, ser usado em processamento subsequente para anisotropia de resistividade.

Para a ferramenta excêntrica, os componentes H_{xx} , H_{yy} e H_{xy} medidos podem ser expressos através dos componentes principais $H_{x'x'}$ e $H_{y'y'}$ usando a equação de rotação conhecida:

$$\begin{pmatrix} H_{xx} \\ H_{yy} \\ H_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos^2 \phi & \sin^2 \phi \\ \sin^2 \phi & \cos^2 \phi \\ -\cos \phi \sin \phi & \cos \phi \sin \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_{x'x'} \\ H_{y'y'} \end{pmatrix} \quad (1).$$

Essa relação permite-nos determinar, imediatamente, o ângulo ϕ :

$$\phi = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2H_{xy}}{H_{yy} - H_{xx}} \right). \quad (2).$$

Em conseqüência, podemos calcular o próprio componente principal $H_{x'x'}$

$$H_{x'x'} = \frac{H_{xx} \cos^2 \phi - H_{yy} \sin^2 \phi}{\cos^2 \phi - \sin^2 \phi} \quad (3).$$

Conforme notado acima, os sinais de multicomponentes podem ser usados para interpretar resistividades da formação e parâmetros petrofi-

sicos. Os princípios usados para essa interpretação foram discutidos, por exemplo, na patente U.S. Nº 6470274, para *Mollison et al*, na patente U.S. Nº 6643589, para *Zhang et al* e na patente U.S. Nº 6636045, para *Tabarovsky et al*, cujos conteúdos são aqui incorporados através de referência.

5 Especificamente, os parâmetros estimados podem incluir resistividades (ou condutividades) horizontais e verticais, ângulos de inclinação relativos, ângulos de incidência, teor de areia e xisto e saturação de água. Além disso, o pedido de patente U.S. Nº de série 11/125.530 de *Rabinovich et al*. Ensina o uso de medições de multicomponentes para análise de formações de terra
10 fraturadas que também podem ser camadas anisotrópicas. Esses sinais de multicomponentes são obtidos, tipicamente, usando uma ferramenta de medição de multicomponentes tendo antenas orientadas transversais ao eixo geométrico da ferramenta além das antenas orientadas paralelamente ao eixo geométrico da ferramenta.

15 Alguns ou todo o processamento pode ser feito por um processador de furo abaixo, um processador na superfície ou um processador em uma localização remota. Implícito no controle e no processamento dos dados está o uso de um programa de computador em um meio legível em máquina adequado, que permite que o processador realize o controle e o processamento.
20 O meio legível em máquina pode incluir memória de leitura somente (ROM), uma memória de leitura somente eletricamente programável (EPROM), uma memória de leitura somente eletricamente apagável e programável (EEPROM), memória "flash", discos óticos, discos rígidos e memória de leitura - escrita não volátil (NOVRAM).

25 A invenção também pode ser implementada em conjunto com uma disposição de multicomponentes e multiarranjos são feitos usando um dispositivo adequado em um conjunto de fundo de poço conduzido em um tubo de perfuração tal como uma coluna de perfuração.

30 Embora a invenção precedente seja dirigida às modalidades preferidas da invenção, várias modificações serão evidentes para aqueles versados na técnica. É pretendido que todas as variações dentro do escopo das reivindicações anexas sejam envolvidas pela invenção precedente.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho configurado para avaliar uma formação de terra, o aparelho compreendendo:

- 5
- (a) uma ferramenta de perfilagem configurada para ser conduzida em um furo de poço;
 - (b) duas antenas receptoras coplanares com cada uma delas disposta em uma distância conhecida a partir de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem; e
 - (c) um processador configurado para determinar uma presença de uma descentralização da ferramenta de perfilagem no furo de poço utilizando uma diferença de saídas das duas antenas.
- 10

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo uma antena adicional envolvendo as duas antenas receptoras coplanares.

15

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, em que o processador é ainda configurado para:

- 20
- (i) processar a saída de pelo menos uma de (I) a antena adicional; e (II) as duas antenas coplanares, para corrigir o efeito de descentralização; e
 - (ii) estimar, a partir da saída corrigida, uma propriedade de resistividade da formação de terra.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, em que o processador é ainda configurado para estimar pelo menos um de: (i) uma propriedade de resistividade horizontal; (ii) uma propriedade de resistividade vertical; (iii) um ângulo de inclinação relativo; (iv) ângulo de incidência relativo; (v) um teor de areia da formação; e (vi) um teor de xisto da formação; e (vii) uma saturação de água da formação.

25

5. Método de avaliação de uma formação de terra, o método, compreendendo:

30

- (a) condução de uma ferramenta de perfilagem em um furo de poço;

- (b) realização de medições com duas antenas coplanares, cada uma disposta em uma distância conhecida a partir de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem; e
- (c) determinação de uma descentralização da ferramenta de perfilagem no furo de poço utilizando uma diferença de saídas das duas antenas coplanares.

5

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, ainda compreendendo a realização de uma medição com uma antena adicional envolvendo as duas antenas coplanares.

10

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, ainda compreendendo:

- (i) processamento da saída de pelo menos uma (I) da antena adicional e (II) das duas antenas coplanares, para corrigir os efeitos do efeito da descentralização da ferramenta de perfilagem; e
- (ii) estimativa, a partir da saída corrigida, de uma propriedade de resistividade da formação de terra.

15

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, ainda compreendendo pelo menos um de: (i) uma propriedade de resistividade horizontal; (ii) uma propriedade de resistividade vertical; (iii) um ângulo de inclinação relativo; (iv) ângulo de incidência relativo; (v) um teor de areia da formação; e (vi) um teor de xisto da formação; e (vii) uma saturação de água da formação.

20

9. Meio legível em computador para utilização com um aparelho para avaliação de uma formação de terra, o aparelho compreendendo:

25

- (a) uma ferramenta de perfilagem configurada para ser conduzida em um furo de poço;
- (b) duas antenas coplanares, com cada uma delas disposta em uma distância conhecida a partir de um eixo geométrico da ferramenta de perfilagem;

30

o meio compreendendo instruções que permitem a um processador:

- (c) determinar a presença de uma descentralização da ferramenta de perfilagem no furo de poço a partir de uma dife-

rença de saídas das duas antenas coplanares;

- (d) processar a saída das duas antenas coplanares a fim de corrigir o efeito de furo de poço; e
- (e) estimar, a partir da saída corrigida, uma propriedade de resistividade da formação de terra.

5

10. Meio de acordo com a reivindicação 9, ainda compreendendo pelo menos uma de:

- (i) uma memória somente de leitura;
- (ii) uma memória somente de leitura programável eletricamente,
- (iii) uma memória somente de leitura, programável e apagável eletricamente,
- (iv) uma memória flash,
- (v) um disco ótico,
- (vi) um disco rígido, e
- (vii) uma memória não volátil de gravar - ler.

10

15

1/4

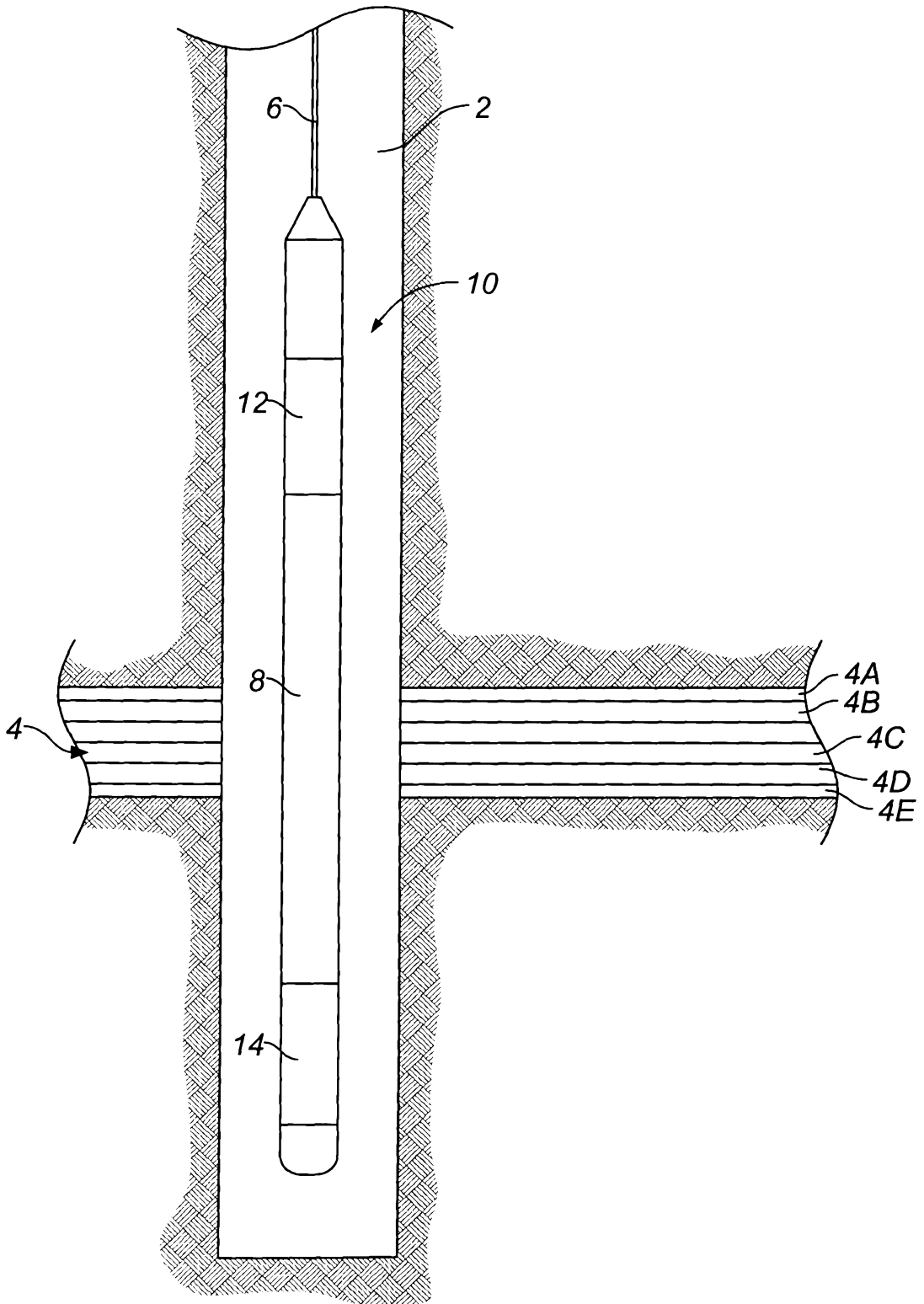


FIG. 1
(Técnica Anterior)

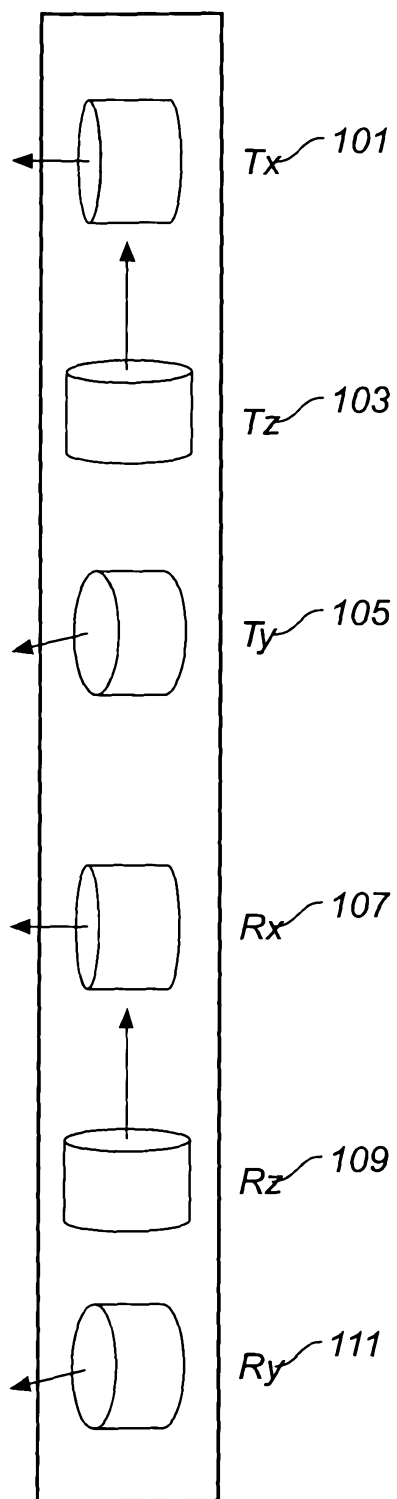


FIG. 2
(Técnica Anterior)

3/4

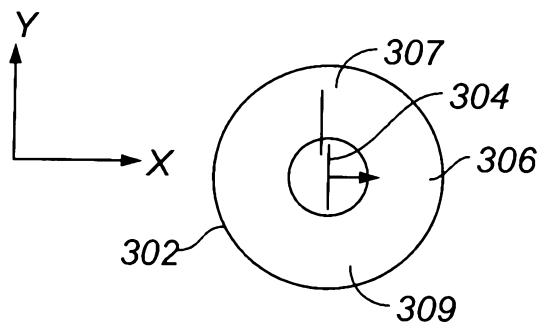


FIG. 3A

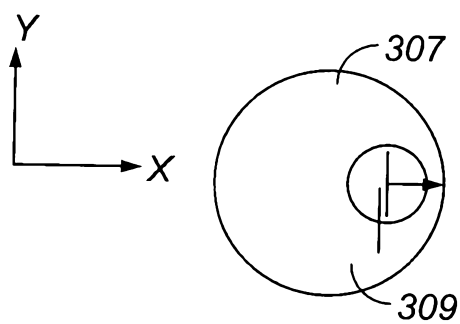


FIG. 3B

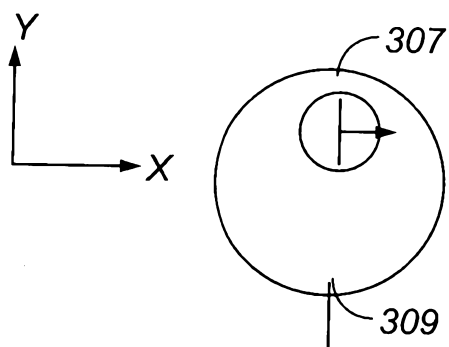


FIG. 3C

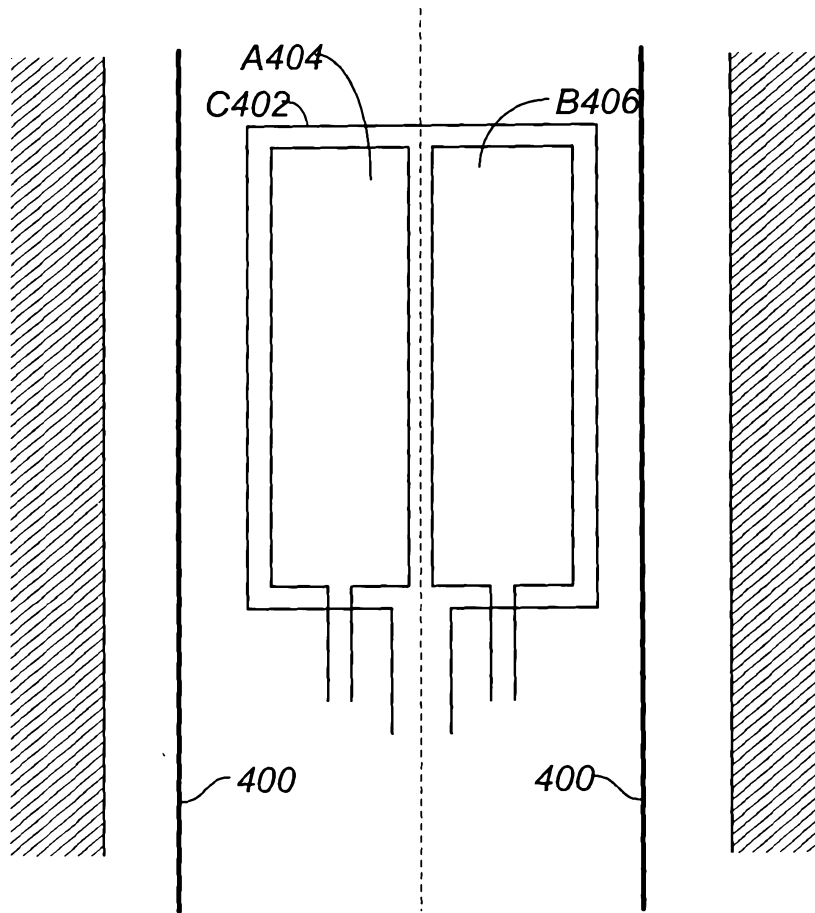


FIG. 4