



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

(21) PI 1002388-7 A2



* B R P I 1 0 0 2 3 8 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 04/05/2010

(43) Data da Publicação: 07/01/2014

(RPI 2244)

(51) Int.Cl.:

G01V 3/12

E21B 47/12

(54) Título: FERRAMENTA DE PERFILAGEM NO POÇO

(30) Prioridade Unionista: 04/05/2009 US 12/434.888

(73) Titular(es): Prad Research And Development Limited

(72) Inventor(es): Dean M. Homan, Gerald N. Minerbo, Robert C. Smith

(57) Resumo: FERRAMENTA DE PERFILAGEM NO POÇO A presente invenção diz respeito a uma ferramenta de medição no poço tendo, em seu corpo, um conjunto de ferramentas de antenas co-localizadas, uma ou mais antenas adicionais espaçadas longitudinalmente do conjunto de antenas co-localizadas, uma blindagem eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente o conjunto de antenas co-localizadas, e uma blindagem eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente cada de uma ou mais antenas adicionais. A ferramenta de perfilagem para fundo de poço pode ser uma ferramenta de telefonia fixa, ou durante a perfuração, e ela pode ser uma ferramenta por indução, ou de propagação. As blindagens podem ter fendas, que são localizadamente perpendiculares aos enrolamentos de antenas de bobina subjacente.

FERRAMENTA DE PERFILAGEM NO POÇO

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se, de um modo geral, a
5 ferramentas de perfilagem e, de modo particular, a
ferramentas eletromagnéticas de perfilagem.

Técnica Anterior

Ferramentas de perfilagem têm sido muito utilizadas
em poços, para fazer, por exemplo, medidas de avaliação de
10 formação para inferir propriedades das formações em torno
do poço e dos fluidos nas formações. Instrumentos de
perfilagem comuns incluem ferramentas eletromagnéticas,
ferramentas nucleares, e ferramentas de ressonância
magnética nuclear (RMN), embora vários outros tipos de
15 ferramentas sejam também usados. Ferramentas de perfilagem
eletromagnética normalmente medem a resistividade (ou sua
condutividade recíproca) de uma formação. Ferramentas de
resistividade eletromagnética da técnica anterior incluem
ferramentas galvânicas, ferramentas de indução, e
20 ferramentas de propagação. Tipicamente, uma medida da
atenuação e deslocamento de fase de um sinal
eletromagnético, que passou através da formação, é usada
para determinar a resistividade. A resistividade pode ser

aquela da formação virgem, cuja resistividade é conhecida como a zona de invasão, ou ela pode ser a resistividade do fluido do poço. Em formações anisotrópicas, a resistividade pode ser decomposta em componentes mais comumente referidos
5 como a resistividade vertical e a resistividade horizontal.

Ferramentas de perfilagem anteriores, incluindo ferramentas de perfilagem eletromagnética, eram conduzidas para dentro de um poço em um cabo de telefonia fixa, após o poço ter sido perfurado. Versões modernas de tais
10 ferramentas de telefonia fixa ainda são usadas extensivamente. No entanto, a necessidade de informações durante a perfuração do poço deu origem a ferramentas de medição durante a perfuração (MWD) e a ferramentas de perfilagem durante a perfuração (LWD). Ferramentas MWD
15 normalmente fornecem informações sobre parâmetros de perfuração, como peso sobre a broca, torque, temperatura, pressão, direção e inclinação. Ferramentas LWD normalmente fornecem as medidas de avaliação de formações, tais como a resistividade, porosidade e distribuição de RMN (por
20 exemplo, T1 e T2). Ferramentas MWD e LWD muitas vezes têm características comuns às ferramentas de telefonia fixa (por exemplo, antenas transmissoras e receptoras), mas ferramentas MWD e LWD devem ser construídas de modo a não apenas resistir, mas para operar no ambiente hostil de
25 perfuração.

Sumário

A presente invenção diz respeito a uma ferramenta de perfilagem no poço, tendo em seu corpo um conjunto de antenas co-localizadas, uma ou mais antenas adicionais
5 espaçadas longitudinalmente para além do conjunto de antenas co-localizadas, uma blindagem eletromagneticamente transparente, envolvendo circunferencialmente o conjunto de antenas co-localizadas, e uma blindagem eletromagneticamente transparente, envolvendo
10 circunferencialmente cada uma ou mais antenas adicionais. A ferramenta de perfilagem para fundo de poço pode ser uma ferramenta de telefonia fixa ou durante a perfuração, e pode ser uma ferramenta de indução ou de propagação. As blindagens podem ter fendas, que são localizadamente
15 perpendiculares aos enrolamentos das antenas de bobina subjacentes.

Outros aspectos e vantagens da invenção se tornarão aparentes, a partir da descrição que se segue e das reivindicações em anexo.

20 Breve Descrição das Figuras

A figura 1 ilustra um sistema de poço, em que a presente invenção pode ser empregada.

A Figura 2 mostra uma ferramenta de perfilagem eletromagnética da arte anterior.

25 A Figura 3A é um desenho esquemático de uma ferramenta de perfilagem por indução eletromagnética,

construída em conformidade com a presente invenção.

A Figura 3B é um alargamento de uma parte da ferramenta de perfilagem da Figura 3A.

A Figura 4 é um desenho esquemático de uma blindagem e bobinas de antena subjacentes, em conformidade com a presente invenção, a blindagem e bobinas de antena sendo desenhadas abertas e dispostas para fora, para facilitar a ilustração e a descrição.

A Figura 5 é um desenho esquemático de uma modalidade alternativa de uma blindagem e bobinas de antena subjacentes, em conformidade com a presente invenção, a blindagem e bobinas de antena sendo desenhadas abertas e dispostas para fora, para facilitar a ilustração e a descrição.

A Figura 6A mostra esquematicamente uma modalidade alternativa de uma ferramenta de resistividade triaxial tendo antenas blindadas, de acordo com a presente invenção.

A Figura 6B é uma ampliação de uma parte da ferramenta de perfilagem da Figura 6A.

É preciso entender que os desenhos devem ser utilizados somente para fins de ilustração, e não como uma definição dos limites da invenção, cujo âmbito deve ser determinado apenas pelo âmbito das reivindicações anexas.

Descrição Detalhada

Modalidades específicas da invenção serão agora descritas com referência às figuras. Elementos similares

nas várias figuras serão referenciados com números similares, para fins de consistência.

A Fig. 1 ilustra um sistema de poço, em que a presente invenção pode ser empregada. O poço também pode ser em terra ou no mar. Nesse sistema exemplar, um furo de poço 11 é formado em formações subterrâneas por perfuração rotativa, de forma que é bem conhecida. Modalidades da invenção também podem usar perfuração direcional, como será descrito a seguir.

Uma coluna de perfuração 12 é suspensa no poço 11, e tem um conjunto para fundo de poço 100, que inclui uma broca de perfuração 105 na sua extremidade inferior. O sistema de superfície inclui a conjunto de plataforma e torre 10 posicionado sobre o furo 11, o conjunto 10 incluindo uma mesa rotativa 16, kelly 17, gancho 18 e cabeça injetora 19. A coluna de perfuração 12 é girada pela mesa rotativa 16, energizada por meios não mostrados, que engata o kelly 17 na extremidade superior da coluna de perfuração. A coluna de perfuração 12 é suspensa por um gancho 18, acoplado a uma catarina (também não apresentada), através do kelly 17 e de uma cabeça injetora 19, que permite a rotação da coluna de perfuração em relação ao gancho. Como é sabido, um sistema de movimentação superior poderia ser utilizado, alternativamente.

No exemplo dessa modalidade, o sistema de superfície inclui ainda o fluido ou lama de perfuração 26 armazenado em tanque 27 formado no local do poço. Uma bomba 29 alimenta o fluido de perfuração 26 ao interior da coluna de perfuração 12, através de uma abertura na cabeça injetora 19, fazendo com que o fluido de perfuração escoe para baixo através da coluna de perfuração 12, como indicado pela seta direcional 8. O fluido de perfuração sai da coluna de perfuração 12, através das aberturas na broca de perfuração 105, e, em seguida, circula para cima através da região anular entre a parte externa da coluna de perfuração e a parede do poço, como indicado pelas setas direcionais 9. Dessa maneira bem conhecida, o fluido de perfuração lubrifica a broca de perfuração 105, e leva os cortes da formação até a superfície, quando ele é devolvido ao tanque 27 para recirculação.

O conjunto para fundo de poço 100 da modalidade ilustrada compreende um módulo de perfilagem durante a perfuração (LWD) 120, um módulo de medição durante a perfuração (MWD) 130, um sistema e motor rotodirecionável, e a broca de perfuração 105.

O módulo de LWD 120 situa-se num tipo especial de comando de perfuração, como é conhecido na arte, e pode conter um ou uma pluralidade de tipos conhecidos de ferramentas de perfilagem. Também será entendido que mais de um módulo de LWD e/ ou de MWD pode ser utilizado, por

exemplo, como representado na 120A. (Referências, por toda parte, a um módulo na posição de 120 podem, como alternativa, também significar um módulo na posição de 120A). O módulo de LWD inclui capacidades para medição, 5 processamento e armazenamento de informações, bem como para a comunicação com os equipamentos de superfície. Na presente modalidade, o módulo de LWD inclui um dispositivo de medição de resistividade.

O módulo de MWD 130 também está abrigado em um tipo 10 especial de comando de perfuração, como é conhecido na arte, e pode conter um ou mais dispositivos para medir as características da coluna de perfuração e da broca de perfuração. A ferramenta MWD inclui ainda um aparelho (não mostrado) para gerar energia elétrica para o sistema de 15 poços. Isso pode geralmente incluir um gerador de turbina a lama alimentado pelo fluxo do fluido de perfuração, sendo que outros sistemas de energia e/ou a bateria podem ser empregados. Na presente modalidade, o módulo de MWD inclui um ou mais dos seguintes tipos de instrumentos de medição: 20 um dispositivo de medição de peso sobre a broca, um dispositivo de medição de torque, um dispositivo de medição de vibração, um dispositivo de medição de choque, um dispositivo de medição de entrave de deslizamento, dispositivo de medição de direção, e um dispositivo de 25 medição de inclinação.

Um exemplo de uma ferramenta, que pode ser a ferramenta LWD 120, ou pode fazer parte de um grupo de ferramentas LWD 120A do presente sistema e método, é a ferramenta LWD de resistividade dupla divulgada na Patente norte americana U.S. 4.899.112, e intitulada "Aparelhagem e Método de Perfilagem de Poços para Determinar Resistividade de Formação em uma Profundidade Rasa e Profunda", aqui incorporada por referência. Como visto na figura 2, antenas de transmissão superior e inferior, T1 e T2, têm antenas receptoras superior e inferior, R1 e R2, entre elas. As antenas são formadas em recessos em um comando de perfuração modificado, e montadas em material isolante. A mudança de fase da energia eletromagnética entre os receptores fornece uma indicação de resistividade da formação, a uma profundidade relativamente rasa de investigação, e a atenuação da energia eletromagnética entre os receptores fornece uma indicação de resistividade da formação, a uma profundidade relativamente profunda de investigação. A acima referida Patente norte americana U.S. N°. 4.899.112 pode ser referida para obter mais detalhes. Na operação, os sinais representativos de atenuação e os sinais representativos de fase são acoplados a um processador, cuja saída é acoplável a um circuito de telemetria.

A Figura 3A mostra esquematicamente uma ferramenta de resistividade triaxial tendo antenas blindadas. A

modalidade da figura 3A é a de uma ferramenta de resistividade por indução 200 em um comando de perfuração LWD. Na modalidade mostrado, há uma antena transmissora 202, múltiplas antenas receptoras 204 espaçadas de modo distinto da antena transmissora 202, e múltiplas antenas espirais de compensação 206, também espaçadas de modo distinto da antena transmissora 202. A Figura 3B é um alargamento de uma parte da ferramenta de indução 200, mostrando a antena transmissora 202, uma antena receptora 204 e uma antena espiral de compensação 206. A antena espiral de compensação 206 está localizada entre a antena transmissora 202 e a antena receptora 204, como é convencional e bem conhecido na arte.

A Figura 3B mostra também as blindagens 208. As blindagens 208 são, de preferência, feitas de material de alta resistência, resistente à erosão, não-magnético. Por exemplo, metais não-magnéticos são uma modalidade preferida, mas a invenção não se limita às blindagens de metal. Se uma blindagem metálica não-magnética (mas condutora) for utilizada, fendas 210 podem ser cortadas dentro da blindagem 208. As fendas 210 permitem que uma parcela da onda eletromagnética (por exemplo, proveniente da antena transmissora 202 ou passando pela formação para a antena receptora 204) passe pela blindagem 208. As fendas 210 podem ser preenchidas com um material não-condutor, eletromagneticamente transparente, tal como epóxi, fibra de

vidro ou plástico, de modo a permitir a passagem da onda eletromagnética, enquanto inibindo a comunicação de fluido pelo seu interior. Na modalidade mostrada, as fendas 210 são dispostas para serem perpendiculares aos enrolamentos de bobina da antena localizada abaixo da blindagem 208. As blindagens 208 cobrem e protegem aqueles enrolamentos de bobina da antena subjacente.

Isso é mais bem ilustrado na Figura 4. A Figura 4 mostra uma blindagem 208, que é normalmente cilíndrica, aberta e deitada. Nessa modalidade, há quatro seções 212 compreendendo a blindagem 208, em borá um maior ou menor número de seções possa ser usado. A Figura 4 mostra três fendas verticais longas 210a entre cada seção 212. Uma quarta fenda vertical 210a será formada, se as extremidades da seção estendida para fora fosse juntada, para formar novamente um cilindro. Além dessas quatro fendas verticais 210a, existem fendas verticais 210b substancialmente centradas em cada seção 212. Todas essas oito fendas verticais 210a, 210b permitem a passagem de pelo menos uma parte da onda eletromagnética para ou a partir da bobina axial (Z). Além disso, as fendas 210b também permitem a passagem de porções da onda eletromagnética para ou a partir das bobinas de antenas transversais (X, Y), como será explicado mais adiante.

A Figura 4 mostra também as fendas 210c e 210d. As fendas 210c são inclinadas substancialmente em um ângulo de

quarenta e cinco graus em relação às fendas verticais 210b, e as fendas 210d são substancialmente horizontais. A Figura 4 mostra dez fendas horizontais 210d e quatro fendas inclinadas a quarenta e cinco graus 210C em cada seção 212.

5 No entanto, essas são opções de projeto, e mais ou menos fendas podem ser usadas, e diferentes ângulos podem ser escolhidos, se desejado. Os enrolamentos de bobina nessa modalidade para as antenas transversais (X, Y) são substancialmente dispostos em um padrão oval, semelhante a

10 uma pista oval. Fendas horizontais 210d são substancialmente perpendiculares às porções "retas" do oval, e fendas inclinadas 210C são perpendiculares às partes curvadas.

A Figura 5 mostra uma modalidade alternativa, em

15 que as bobinas transversais são substancialmente dispostas em formato elíptico. Aqui, as fendas horizontais 210d estão alinhadas com o eixo menor da elipse, enquanto que as fendas 210c são inclinadas em vários ângulos, cada qual sendo localizadamente perpendicular à porção mais próxima

20 dos enrolamentos de bobina subjacentes. Fendas verticais 210a, 210b são como acima descritas para a modalidade da Figura 4.

Do mesmo modo, a Figura 6A mostra esquematicamente uma modalidade alternativa de uma ferramenta de

25 resistividade triaxial ter antenas blindadas. A modalidade da figura 6A é aquela de uma ferramenta de resistividade de

propagação 214 em um comando de perfuração LWD. Na modalidade mostrada, várias antenas transmissoras 202 são espaçadas longitudinalmente ao longo do corpo da ferramenta, e duas antenas receptoras 204 são espaçadas relativamente próximas entre si e entre as antenas transmissoras 202. Muitas configurações antena diferentes são possíveis e estão no âmbito da presente invenção. Nenhuma antena espiral de compensação 206 é usada na modalidade do tipo de propagação, como é convencional e bem conhecido na arte.

A Figura 6B é uma ampliação de uma parte da ferramenta de propagação 214, mostrando uma blindagem 208 cobrindo uma antena transmissora 202. Essas blindagens 208, de preferência, cobrem e protegem todas as antenas 202, 204. Como descrito acima, as blindagens 208 são feitos preferencialmente de material de alta resistência, resistente à erosão, não-magnético. Fendas 210 podem ser cortadas na blindagem 208, para permitir que uma parcela da onda eletromagnética passe através da blindagem 208, e podem ser preenchidas com um material eletromagneticamente transparente para permitir a passagem da onda eletromagnética, enquanto inibindo a passagem de líquido pelo seu interior. Como antes, as fendas 210 são preferencialmente dispostas, para serem perpendiculares aos enrolamentos de bobina da antena localizada abaixo da blindagem 208.

O número de fendas 210 é uma escolha de design, mas de preferência há fendas 210 suficientes para tornar a blindagem 208 suficientemente transparente à radiação eletromagnética para realizar operações. Um critério possível para projetar o número de fendas é fazer com que o comprimento do percurso em torno de uma fenda seja duas vezes superior ao comprimento do caminho entre duas fendas adjacentes ao longo do arco de um enrolamento. De acordo com a lei de Ohm, o caminho de resistência fechado circunferencialmente ao longo da superfície interna da blindagem, radialmente para fora ao longo da espessura da blindagem, circunferencialmente ao longo da superfície exterior da blindagem, e radialmente para dentro ao longo da espessura da blindagem, é menos resistente do que o caminho de resistência em torno da fenda e circunferência da blindagem. Corrente tenderá a fluir ao longo do trajeto de menos resistência.

As antenas 202, 204, 206, preferencialmente, possuem momentos bipolares, que são substancialmente alinhados axialmente, de forma transversal, ou inclinados em relação ao eixo longitudinal da ferramenta. Visto que ferramentas de poços em geral são cilíndricas, as bobinas de antena utilizadas em tais ferramentas tipicamente obedecer a um formato cilíndrico. Por exemplo, as bobinas podem ser solenóides, bobinas tipo sela, ovais, ou elípticas, embora outras formas de enlace fechado também sejam possíveis. As

bobinas podem ser bobinas individuais ou combinadas, para fazer, por exemplo, um conjunto co-localizado triaxial de bobinas. Uma configuração possível é a da Figura 4, em que há uma bobina axial (bobina Z), duas bobinas ovais tipo
5 sela, que trabalham cooperativamente para formar uma antena transversal (bobina X), e duas bobinas ovais tipo sela, que trabalham em colaboração para formar outra antena transversal (bobina Y). As bobinas podem ser incorporadas em um material não-condutor (por exemplo, plástico) e
10 colocadas em um recesso de um comando de perfuração, fixadas em um cilindro não-condutor, que pode deslizar sobre um comando de perfuração, ou pré-moldadas em duas metades cilíndricas, que se juntam sobre o comando de perfuração. Alternativamente, as bobinas de antena podem
15 ser impressas em uma placa de circuito impresso flexível, ou um circuito de outro modo flexível pode ser fixado em um material não-condutor (por exemplo, fibra de vidro termocurada) e colocado no corpo da ferramenta (por exemplo, mandril ou comando de perfuração).

20 Além disso, material ferrítico pode ser colocado em rebaixos em um comando de perfuração, por exemplo, ou de outro modo incorporado na estrutura da antena. Ou seja, fendas rebaixasadas podem ser cortadas no comando de perfuração, e preenchidas com material ferrítico. A antena
25 de bobina é moldada com os enrolamentos atravessando as fendas cheias com ferrita. As fendas rebaixasadas são

preferencialmente dispostas, para serem localizadamente perpendiculares aos enrolamentos de antena e uniformemente espaçadas ao longo do trajeto dos enrolamentos da bobina. As antenas podem ser conectadas eletricamente, através dos
5 fios ou conectores isolados e hidrostaticamente selados, a eletrônicos associados através de orifícios de passagem, como é conhecido na arte. Embora as modalidades descritas acima sejam descritas em termos de uma ferramenta durante a perfuração, a invenção não se limita a ferramentas durante
10 a perfuração, e pode ser também usada, por exemplo, em ferramentas de telefonia fixa.

As antenas podem ser projetadas para operar em frequências diferentes. Por exemplo, ferramentas de propagação podem utilizar frequências mais baixas, enquanto
15 as ferramentas de indução podem usar múltiplas frequências. Frequências diferentes podem ser utilizadas para obter várias profundidades de investigação.

As ferramentas de perfilagem descritas nesse documento podem ser utilizadas para investigar propriedades
20 e outros parâmetros de formação no poço. A ferramenta de perfilagem durante a perfuração ou de telefonia fixa, no caso de uma ferramenta de indução, pode ser configurada para fazer medições de indução equilibradas, ou, no caso de uma ferramenta de propagação, pode fazer medições de
25 propagação através das blindagens. Por exemplo, pode-se inferir a partir das medições da anisotropia resistiva da

formação (i.e, resistividade vertical e horizontal),
mergulho relativo, azimuth, distâncias aos limites do
leito, raio da zona de invasão, e anisotropia da zona de
invasão. Essas informações podem ser obtidas e utilizadas
5 em tempo real, ou gravadas para posterior processamento.
Medições e suas consequências associadas podem ser feitas,
mesmo quando a coluna de perfuração não gira. Além disso,
embora as modalidades acima descritas se concentrem em
ferramentas de perfilagem eletromagnética, a invenção
10 também inclui outras ferramentas de perfilagem, que
utilizam sinais eletromagnéticos para fazer suas medições.
Por exemplo, as blindagens aqui descritas podem ser usadas
em ferramentas de perfilagem de RMN para excitar campos
direcionais B₁.

15 Embora a invenção tenha sido descrita em relação a
um número limitado de modalidades, as pessoas versadas na
arte, tendo o benefício dessa divulgação, irão perceber que
outras modalidades podem ser imaginadas, que não se afastam
do âmbito da invenção, tal como aqui indicado. Assim, o
20 âmbito de aplicação da invenção deve ser limitado apenas
pelas reivindicações em anexo.

- REIVINDICAÇÕES -

1. FERRAMENTA DE PERFILAGEM NO POÇO, caracterizada pelo fato de compreender:

corpo de ferramenta com um eixo longitudinal;

5 conjunto de antenas co-localizadas, conduzido no corpo da ferramenta;

uma ou mais antenas adicionais conduzida(s) no corpo da ferramenta, espaçadas longitudinalmente do conjunto de antenas co-localizadas;

10 blindagem eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente o conjunto de antenas co-localizadas; e

blindagem eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente cada uma ou mais antenas
15 adicionais.

2. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato da ferramenta de perfilagem ser uma ferramenta por indução, ou de uma ferramenta de propagação.

20 3. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do conjunto de antenas co-localizadas ser disposto em um rebaixo do corpo da ferramenta.

4. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a
25 reivindicação 1, caracterizada pelo fato do conjunto de antenas co-localizadas incluir uma primeira antena de

bobina com um momento de bipolo substancialmente paralelo ao eixo longitudinal, uma segunda antena de bobina com um momento de bipolo substancialmente perpendicular ao eixo longitudinal, e uma terceira antena de bobina com um
5 momento de bipolo substancialmente perpendicular ao eixo longitudinal e ao momento de bipolo da segunda antena de bobina.

5. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato da primeira antena
10 de bobina ser um solenóide, e das segunda e terceira antenas de bobina serem bobinas tipo sela.

6. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de uma ou mais antenas adicionais serem transmissoras, receptoras, ou
15 antenas de bobina com compensação.

7. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do conjunto de antenas co-localizadas e/ ou uma ou mais antenas adicionais terem ferrita em estreita proximidade com os enrolamentos
20 das bobinas de antena.

8. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de cada uma das blindagens ser feita de metal não-magnético.

9. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a
25 reivindicação 1, caracterizada pelo fato de cada uma das

blindagens ter fendas no seu interior, sendo que cada uma das fendas é preenchida com um material não-condutor.

10. Ferramenta de perfilagem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de cada uma das blindagens ter fendas no seu interior, e de cada uma das fendas ser substancialmente perpendicular aos enrolamentos mais próximos da antena subjacente.

- RESUMO -

FERRAMENTA DE PERFILAGEM NO POÇO

A presente invenção diz respeito a uma ferramenta de medição no poço tendo, em seu corpo, um conjunto de
5 ferramentas de antenas co-localizadas, uma ou mais antenas adicionais espaçadas longitudinalmente do conjunto de antenas co-localizadas, uma blindagem eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente o conjunto de antenas co-localizadas, e uma blindagem
10 eletromagneticamente transparente envolvendo circunferencialmente cada de uma ou mais antenas adicionais. A ferramenta de perfilagem para fundo de poço pode ser uma ferramenta de telefonia fixa, ou durante a perfuração, e ela pode ser uma ferramenta por indução, ou
15 de propagação. As blindagens podem ter fendas, que são localizadamente perpendiculares aos enrolamentos de antenas de bobina subjacente.

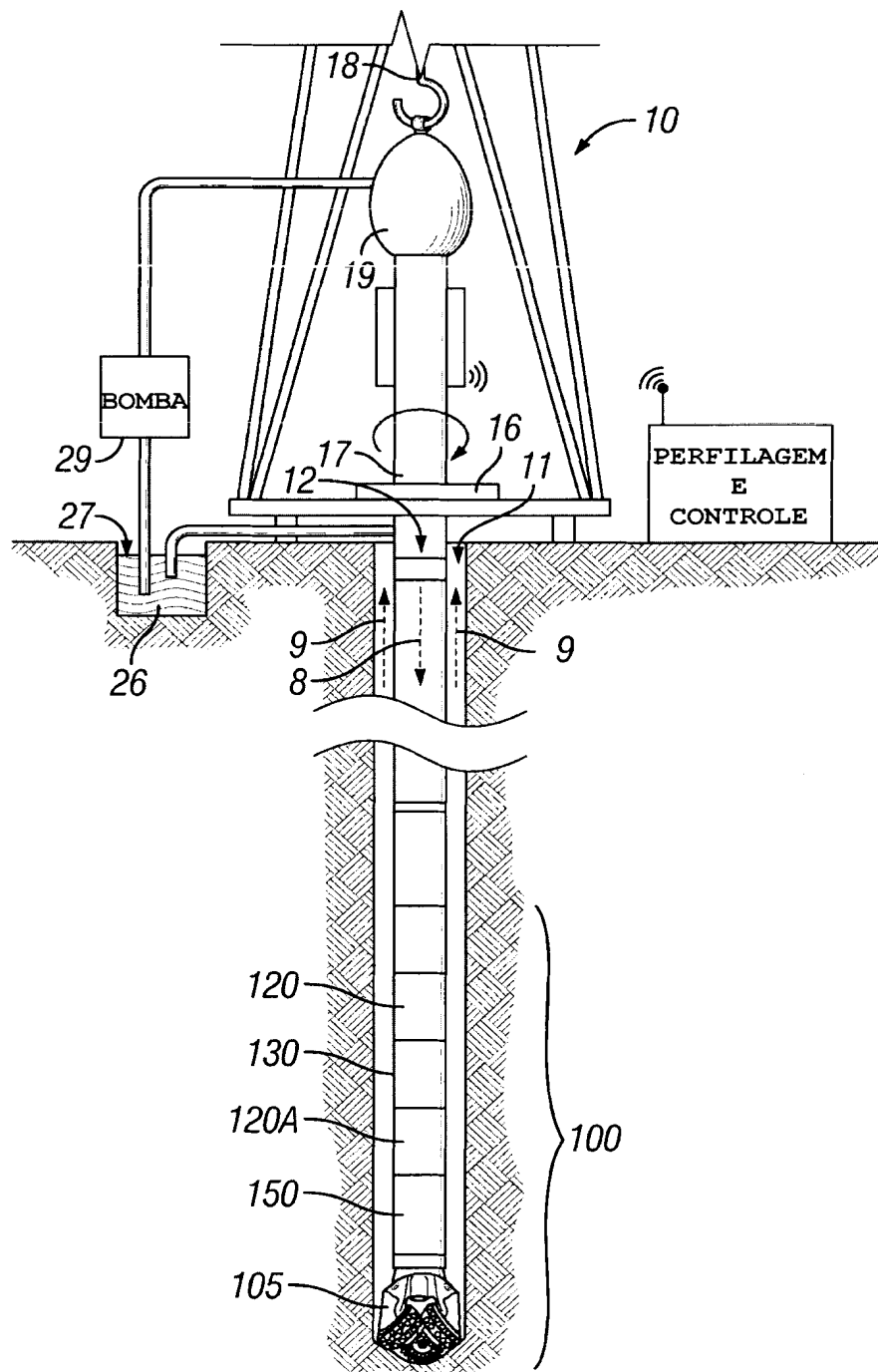


FIG. 1

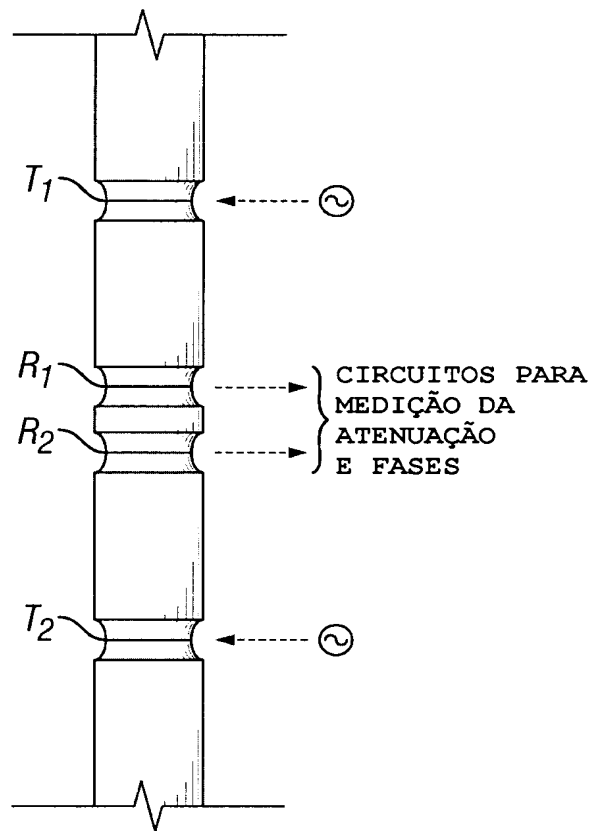


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

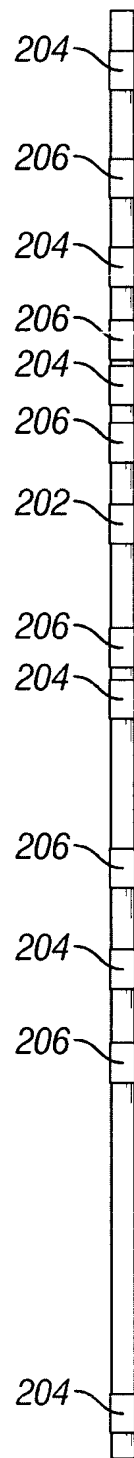


FIG. 3A

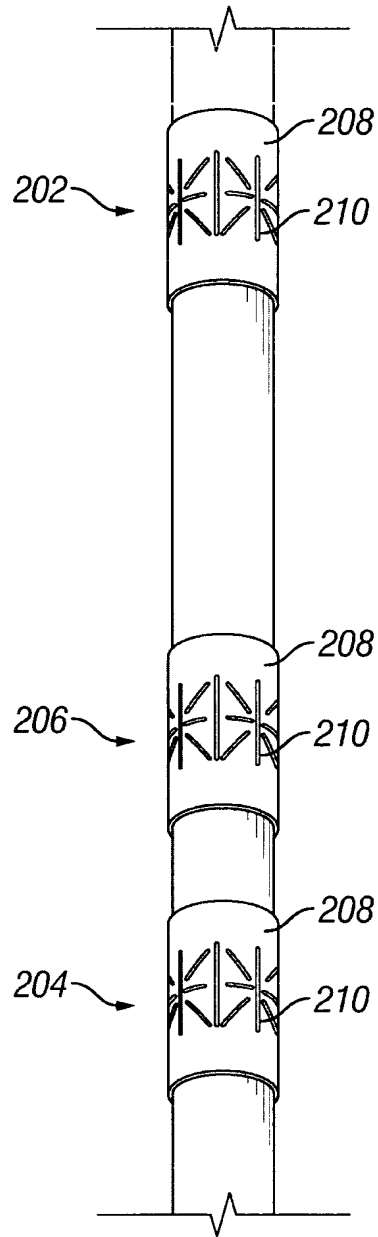


FIG. 3B

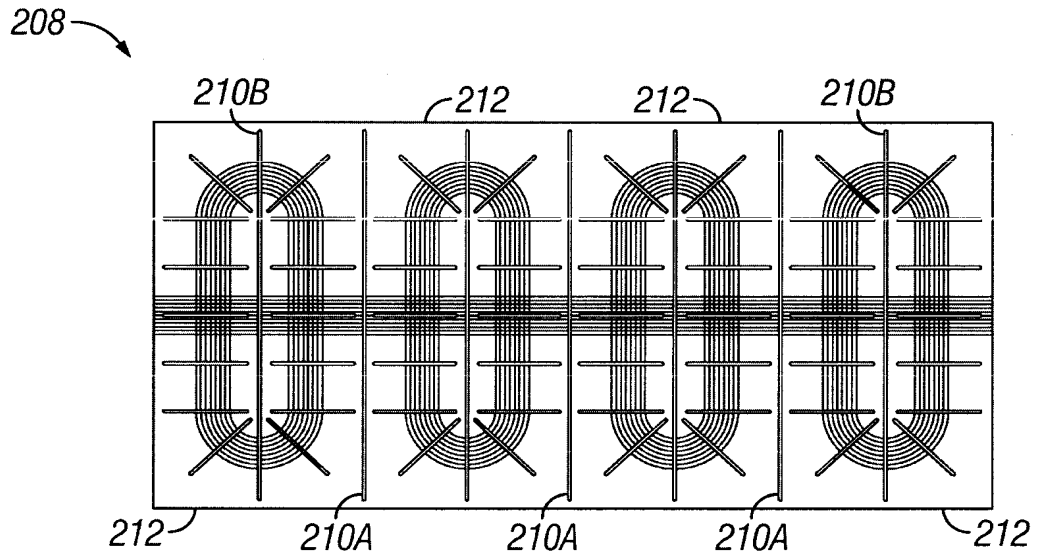


FIG. 4

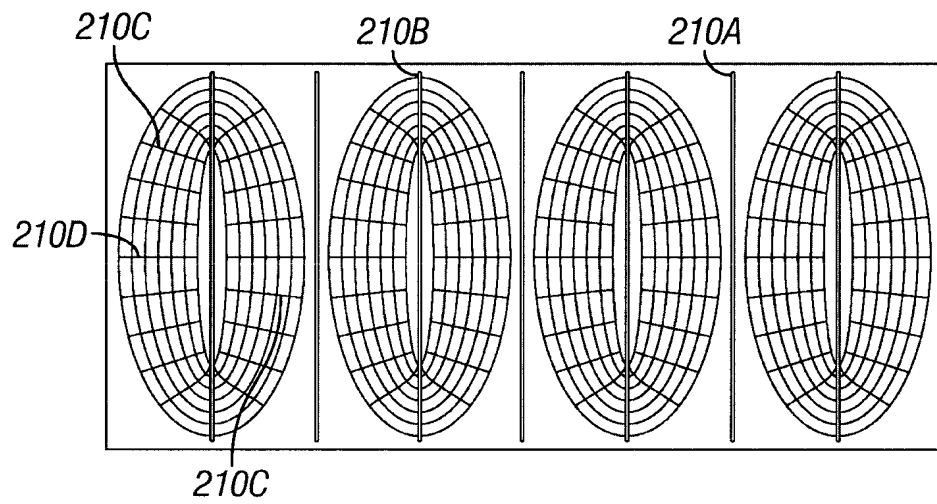


FIG. 5

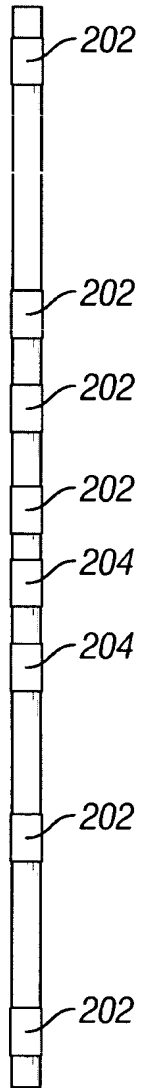


FIG. 6A

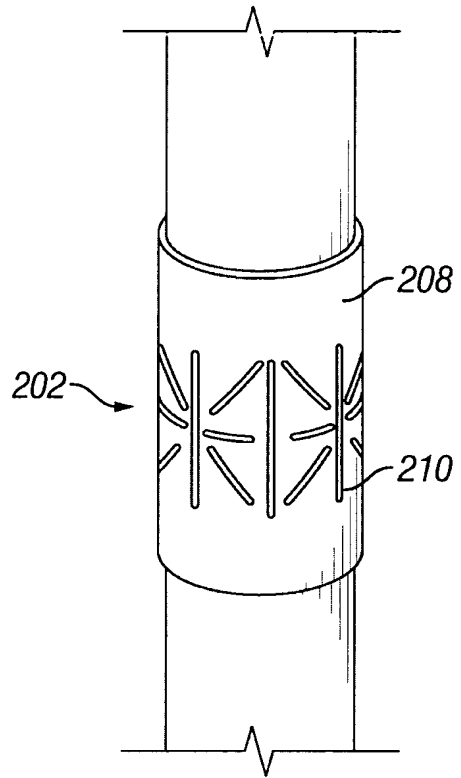


FIG. 6B