



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

(11) PI 0720423-0 B1

(22) Data do Depósito: 19/12/2007

(45) Data de Concessão: 26/06/2018



(54) Título: MÉTODO DE APLICAÇÃO DE CARGA A UMA ESTACA, MÉTODO DE FORNECIMENTO DE ESTACAS PARA SUPORTAR CARGA DE TRABALHO

(51) Int.Cl.: E02D 33/00

(30) Prioridade Unionista: 19/12/2006 US 60/875,665

(73) Titular(es): LOADTEST, INC.

(72) Inventor(es): JOHN A. HAYES

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"MÉTODO DE APLICAÇÃO DE CARGA A UMA ESTACA, MÉTODO
DE FORNECIMENTO DE ESTACAS PARA SUPORTAR CARGA DE
TRABALHO".**

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

[001] O presente pedido reivindica os benefícios do pedido U.S. Nº 60/875.665, depositado em 19 de dezembro de 2006, que é incorporado aqui por referência em sua totalidade, incluindo quaisquer figuras, tabelas ou desenhos.

Campo da Invenção

[002] As modalidades da invenção referem-se a um método e aparelho para testar a capacidade de suporte de carga de eixos de concreto utilizando uma célula de carga anular.

Antecedentes da Invenção

[003] Os eixos ou píeres perfurados são frequentemente utilizados na indústria de fundação profunda visto que fornecem uma alternativa econômica para outros tipos de fundações profundas. Os píeres perfurados são tipicamente formados pela escavação de um furo cilíndrico no solo e então a colocação de aço de reforço e concreto fluido no orifício. A escavação pode ser auxiliada pelo uso de fluidos de perfuração, envoltórios e similares. Quando o concreto endurece, um píer estrutural adequado para o suporte de carga resulta. Esses píeres podem ter vários metros de diâmetro e 15 metros ou mais de profundidade. São tipicamente projetados para suportar as cargas de compressão de tensão e compressão axial.

[004] Estacas, normalmente feitas de concreto, são geralmente utilizadas para formar as fundações de edifícios e outras estruturas grandes. Uma estaca pode ser considerada uma estaca rígida ou flexível. A finalidade de uma fundação tipo estaca é transferir e distribuir a carga. As estacas podem ser inseridas ou construídas por uma am-

pla variedade de métodos, incluindo, mas não limitado a, acionamento de impacto, pressão de macaco, ou outro tipo de impulsão, pressão (como em estacas augercast) ou injeção por impacto, e despejado no lugar, com e sem vários tipos de reforço, e em qualquer combinação. Uma ampla faixa de tipos de estacas pode ser utilizada dependendo do tipo de solo e exigências estruturais de um edifício ou outra estrutura grande. Exemplos de tipos de estaca incluem madeira, estacas de tubo de aço, estacas de concreto pré-fundido, e estacas de concreto fundidas no lugar, também conhecidas como estacas perfuradas, estacas augercast ou eixos perfurados. As estacas augercast são uma forma comum de estacas perfuradas nas quais uma broca oca é perfurada no solo e então retraída com o auxílio de argamassa de cimento injetada por pressão na extremidade inferior, de forma a deixar uma coluna quase cilíndrica de argamassa no solo, dentro da qual qualquer reforço de aço necessário é baixado. Quando a argamassa assenta, a estaca está completa. As estacas podem ter lados paralelos ou afunilados. As estacas de tubo de aço podem ser acionadas para dentro do solo. As estacas de tubo de aço podem então ser preenchidas com concreto ou deixadas sem preencher. As estacas de concreto prefundidas podem ser acionadas para dentro do solo. Frequentemente, o concreto prefundido é pretensionado para suportar tensões de acionamento e manuseio. As estacas de concreto fundidas no lugar podem ser formadas como eixos de concreto fundido em estacas de envoltório fino que foram acionadas para dentro do solo. Para as estacas perfuradas, um eixo pode ser perfurado para dentro do solo e então preenchido com concreto e reforço. Um envoltório pode ser inserido no eixo antes do preenchimento com concreto para formar uma estaca encerrada. As estacas perfuradas, encerradas e não encerradas, e augercast, podem ser consideradas estacas de não deslocamento.

[005] Um elemento de fundação estrutural acabado tal como um

pier ou estaca possui uma capacidade de suporte de carga axial que é convencionalmente caracterizada pelos componentes de suporte de extremidade (q_b) e suporte lateral, que é uma função da fricção de pele (f_s). As cargas aplicadas à extremidade superior do elemento são transmitidas para as paredes laterais do elemento e para o fundo do elemento. A capacidade de suporte de extremidade sendo uma medida de uma carga máxima que pode ser suportada, e dependerá de inúmeros fatores incluindo o diâmetro do elemento e a composição do geomaterial (solo, rocha, etc.) no fundo do eixo. A capacidade de suporte lateral é uma medida da quantidade de carga capaz de ser suportada pela fricção de pele desenvolvida entre o lado do pier/estaca e o geomaterial. Depende de inúmeros fatores, incluindo a composição do elemento de fundação e do geomaterial que forma o lado do elemento, que pode variar com o comprimento (profundidade). A soma das capacidades de suporte de extremidade e suporte lateral geralmente representa a carga total que pode ser suportada pelo elemento sem afundar ou deslizar, o que pode causar movimentos destrutivos para um edifício acabado ou ponte sobre a fundação.

[006] Apesar de ser desejável se conhecer o suporte de extremidade e o suporte lateral máximos de um determinado pier ou estaca acionada, é difícil se realizar tais medições com um alto grau de confiança. Os princípios de engenharia de fundação compensam essas dificuldades designando capacidades de suporte de extremidade e suporte de carga a um elemento de fundação com base em seu diâmetro e profundidade, no geomaterial na extremidade do elemento e ao longo de seu lado, e outros fatores. Um fator de segurança é então tipicamente aplicado às capacidades de suporte de extremidade e suporte lateral calculadas. Esses fatores de segurança são escolhidos para compensar o grande número de fatores desconhecidos que podem afetar de forma adversa o suporte lateral e o suporte de extremidade,

incluindo estados de tensão de geomaterial e propriedades, aspereza do furo gerada pelo processo de perfuração, degradação do geomaterial na interface de furo e eixo durante a perfuração, duração de tempo na qual o furo permanece aberto antes da colocação do concreto, efeitos residuais dos fluidos de perfuração, tensões de parede de furo produzidas pela colocação do concreto, e outros detalhes relacionados com a construção. Por exemplo, é comum se aplicar um fator de segurança de 2 ao suporte lateral de forma a reduzir pela metade a quantidade calculada a ser criada pela fricção de pele. Da mesma forma, um fator de segurança de 3 é frequentemente aplicado à capacidade de suporte de extremidade calculada, refletindo as incertezas de desenho acima e outras. O Desenho de Fator de Resistência de Carga (LRFD) é um método de análise alternativo utilizado para projetar fundações estruturais seguras e eficientes pela incorporação de fatores de carga e resistência com base na variação conhecida de cargas aplicadas e propriedades de material.

[007] O uso de fatores de segurança, ou fatores LRFD, apesar de compensar as muitas incertezas na construção de píer de eixo perfurado e estacas de acionamento, frequentemente resulta em tais elementos de fundação recebendo capacidades de carga segura que são muito conservadoras. Para compensar, os empreiteiros constroem elementos maiores, mais profundos e/ou mais elementos que são necessários para se suportar com segurança uma carga estrutura, aumentando, desnecessariamente, o tempo, esforço e gasto de construção de uma fundação adequada.

[008] Como uma solução parcial, é conhecida a medição direta da capacidade de suporte de extremidade e fricção de pele de um píer de eixo perfurado. Isso é tipicamente realizado em um local de produção pela utilização de uma ou mais estacas de teste.

[009] Osterberg (patentes U.S. Nº 4.614.110 e 5.576.494) des-

creve uma sanfona de placa paralela localizada no fundo do eixo antes de um píer de concreto ser despejado. A sanfona é pressurizada com fluido comunicado através de um tubo coaxial com o píer. A fricção de pele é determinada pela medição do deslocamento vertical do píer (correspondendo ao movimento da placa superior da sanfona) como uma função da pressão na sanfona. Da mesma forma, o suporte de extremidade é determinado pela medição de pressão contra o movimento descendente da placa inferior da sanfona, como indicado pela haste afixada à mesma e se estendendo acima da superfície através do tubo de fluido. Depois da finalização do teste de carga, a sanfona é despressurizada. A sanfona pode então ser abandonada ou preenchida com argamassa de cimento, e no último caso se torna essencialmente uma extensão da extremidade inferior do píer.

[0010] Nesse caso, a célula de teste que não funciona serve como base do píer e pode, dessa forma, compreender a integridade do eixo. Na prática, um eixo perfurado empregando a "célula Osterberg" é frequentemente abandonado depois do teste em favor de eixos próximos que não contêm uma célula de teste de não funcionamento em sua base. Visto que é um desperdício em termos de tempo, material, esforço e dinheiro se abandonar um eixo formado meramente porque foi utilizado para teste, ainda permanece a necessidade de se criar uma célula de teste que cause menos interferência com o uso do eixo após o teste.

Breve Sumário

[0011] As modalidades da presente invenção são direcionadas a um aparelho e método para testar a capacidade de suporte de carga de uma ou mais estacas, ou eixos, utilizando um anel, célula de carga anular. As modalidades da invenção podem fornecer um aparelho e método para testar a capacidade de suporte de carga de uma ou mais estacas, ou eixos, que reduz a interferência com a utilização de uma

ou mais estacas, ou eixos, após o teste.

[0012] Em uma modalidade específica, um conjunto anular pode ser utilizado na produção de estacas (por exemplo, estacas utilizadas como uma fundação de uma estrutura). O conjunto anular é capaz de ser utilizado na produção de estacas visto que pode ser fabricado de forma econômica e permite que o concreto e/ou argamassa passe através do conjunto, enquanto estiver no lugar, durante a fundição da estaca.

[0013] Em uma modalidade, durante a construção, as células anulares podem ser colocadas na maior parte, ou em todas as estacas de produção, se desejado. Em modalidades adicionais, a célula anular pode ser colocada em uma ou mais ilhas e pode permanecer em uma ou mais estacas após o teste. Em uma modalidade, pelo menos 10% das estacas de produção podem ter células anulares. Em outras modalidades, pelo menos 50%, pelo menos 80%, pelo menos 90% ou 100% das estacas de produção podem ter células anulares.

[0014] As estacas possuindo células anulares podem ser projetadas utilizando-se um fator inferior de segurança, ou um fator de resistência aumentado (RF), visto que as estacas sendo testadas são as estacas a serem utilizadas. Pelo teste de tal número grande de estacas, e um percentual grande de estacas a ser utilizadas, quando muitas das estacas incorporam as modalidades das células anulares, uma maior confiança da capacidade de suporte de carga do grupo de estacas como um todo pode ser alcançado. Em uma modalidade o RF pode ser igual a 0,6. Em outra modalidade o RF pode ser igual a 0,9.

[0015] Em uma modalidade, uma célula anular pode ser incorporada com um determinado percentual de uma pluralidade de estacas que serão utilizadas para suportar uma carga. Em uma modalidade específica, pelo menos 50%, pelo menos 80%, pelo menos 90% e todas as estacas incorporam células anulares. Durante o teste, as célu-

las anulares fornecem uma carga que causa o assentamento das estacas. Em uma modalidade específica, a carga é igual a ou superior à carga que se espera que ocorra durante o uso pretendido da estaca. Dessa forma, uma parte, se nem todo o assentamento esperado da estaca puder ser realizado durante o teste.

[0016] Em uma modalidade, as células anulares podem ser fabricadas de forma econômica visto que as peças podem ser feitas de material estampado ou material preformado ou profundido. Vantajosamente, nas modalidades, as paredes da célula anular podem ser feitas com material estampado devido ao seu formato curvo. Em particular, uma célula anular de formato curvo pode permitir que as peças sejam estampadas a partir de ao invés de soldadas e usinadas visto que as tolerâncias não são tão severas.

[0017] Adicionalmente, os componentes das células anulares podem ser selecionados em termos de custo e simplicidade. Por exemplo, uma célula anular pode incorporar metal laminado estampado, material de enchimento que pode suportar altas pressões tal como uma argamassa de alta resistência, e/ou membranas de borracha ou tecido ou bolsas.

[0018] Deve-se notar que as modalidades da presente invenção podem ser utilizadas com um ou mais tipos de diâmetros de eixos e/ou estacas. Adicionalmente, uma ou mais células anulares ou conjuntos anulares de acordo com a invenção podem ser utilizados em um único eixo de estaca e podem ser localizados em vários pontos ao longo do eixo. A presente invenção deve ser localizada em qualquer nível dentro da estaca considerado adequado, que pode ser em ou perto do fundo do eixo ou estaca perfurado. Tipicamente, a elevação ou profundidade predeterminada seria selecionada de modo que o teste não reduza a competência do eixo ou estaca. Uma modalidade específica da invenção incorpora um conjunto de teste de carga anular, incluindo

um material de enchimento capaz de suportar alta pressão; uma parede cilíndrica externa possuindo uma superfície interna que é lubrificada para contatar o material de enchimento; uma parede cilíndrica interna possuindo uma superfície interna que é lubrificada para contatar o material de enchimento, e uma ou mais linhas de acesso de fluido para suprir um fluido de vedação automática sob pressão a uma zona de separação dentro do material de enchimento, a zona de separação sendo fornecida por uma membrana entre o material de enchimento. Em uma modalidade específica, um fluido de alta pressão de vedação automática pode ser utilizado, de forma que o fluido vede quaisquer vazamentos à medida que o fluido é empurrado para dentro do vazamento. Em outra modalidade da invenção, é fornecido um conjunto de teste de carga anular incluindo: um cilindro de perímetro externo possuindo uma parede externa, uma parede interna, e uma parede superior e uma parede inferior opcional; um cilindro de perímetro interno encaixando dentro do cilindro de perímetro externo; uma bolsa posicionada entre uma superfície superior do cilindro de perímetro interno e uma superfície inferior da parede superior do cilindro de perímetro externo; e uma ou mais linhas de acesso de fluido para suprir fluido para a bolsa. Em uma modalidade específica, um fluido de vedação automática pode ser utilizado.

[0019] Em outra modalidade da invenção, é fornecido um conjunto de teste de carga anular incluindo: um material de enchimento capaz de suportar alta pressão; um cilindro de perímetro externo possuindo uma parede externa, uma parede interna, uma parede superior, e uma parede inferior opcional, onde uma superfície interna do cilindro de perímetro externo entra em contato com o material de enchimento; e uma ou mais linhas de acesso de fluido para suprir fluido para uma zona de separação entre o material de enchimento e a superfície interna da parte de parede superior do cilindro de perímetro externo, a zona de

separação incluindo uma membrana em contato com o material de enchimento. Em outra modalidade da invenção é fornecido um método de fornecimento de estacas para uma estrutura, o método incluindo: a inserção de um conjunto anular em uma ou mais estacas de construção, aumentando, assim, a capacidade de suporte de carga e/ou rigidez do material de suporte de carga abaixo da estaca; e seguido pelo enchimento de rachaduras menores e fissuras formadas durante o teste de carga com argamassa e/ou concreto.

[0020] Em outra modalidade da invenção, é fornecido um conjunto de teste de carga anular, incluindo: um material de enchimento capaz de suportar alta pressão; um cilindro de formato em u de perímetro externo possuindo uma parede externa, uma parede interna, uma parede inferior; um cilindro em formato de u de perímetro interno possuindo uma parede externa, uma parede interna e uma parede inferior, onde uma superfície interna da parede externa do cilindro de perímetro externo entra em contato com a superfície externa da parede externa do cilindro de perímetro interno e uma superfície interna da parede interna do cilindro de forma de u de perímetro externo entra em contato com a superfície externa da parede interna do cilindro em formato de um de perímetro interno; e uma ou mais linhas de acesso de fluido para suprir um fluido de vedação automática para uma zona de separação entre o material de enchimento. A zona de separação pode incluir uma membrana em contato com o material de enchimento.

[0021] Em outra modalidade da invenção é fornecido um método de fornecimento de estacas para uma estrutura, o método incluindo: a inserção de um conjunto anular em uma ou mais estacas de construção aumentando, assim, a capacidade de suporte de carga e/ou rigidez do material de suporte de carga abaixo da estaca; e seguido pelo enchimento de rachaduras menores e fissuras formadas durante o teste de carga com argamassa e/ou concreto.

[0022] Deve-se compreender que ambas a descrição geral acima e a descrição detalhada abaixo da presente invenção são ilustrativas e explicativas e devem fornecer explicação adicional da invenção como reivindicada.

Breve Descrição dos Desenhos

[0023] As figuras 1a e 1b são uma vista em corte e uma vista em corte fragmentada de uma modalidade específica da presente invenção;

[0024] As figuras 2a a 2c ilustram uma vista em corte de uma modalidade específica da presente invenção;

[0025] As figuras 3a a 3c ilustram uma vista em corte de uma modalidade específica da presente invenção;

[0026] As figuras 4a a 4c ilustram uma vista em corte de uma modalidade específica da presente invenção;

[0027] As figuras 5a a 5c ilustram uma modalidade da presente invenção com relação a um furo;

[0028] As figuras 6a a 6c ilustram as modalidades de área transversal variável;

[0029] A figura 7 ilustra uma modalidade incorporando uma célula anular dentro de uma estaca.

[0030] Referência será feita agora em detalhes às modalidades preferidas da presente invenção, exemplos da qual são ilustrados nos desenhos em anexo. Sempre que possível, as mesmas referências numéricas serão utilizadas por todos os desenhos para se referir a partes iguais ou similares.

Descrição Detalhada da Invenção

[0031] As modalidades da presente invenção são direcionadas a um aparelho e método para se testar a capacidade de suporte de carga de uma ou mais estacas, ou eixos, utilizando uma célula de carga anular. As modalidades da invenção podem fornecer um aparelho e

método para testar a capacidade de suporte de carga de uma ou mais estacas, ou eixos, e aumentar o desejo de se utilizar uma ou mais das estacas testadas como estacas de produção. As modalidades da invenção podem ser utilizadas com uma estaca fundida no lugar ou estaca de eixo perfurado.

[0032] Em particular, o conjunto anular pode ser utilizado nas estacas de produção (por exemplo, estacas utilizadas como uma fundação de uma estrutura). O conjunto anular é capaz de ser utilizado nas estacas de produção visto que pode ser fabricado de forma barata e permite que concreto e/ou argamassa passe através do conjunto, enquanto estiver no lugar, durante a fundição da estaca.

[0033] Em uma modalidade, durante a construção, as presentes células anulares podem ser colocadas no lugar na maior parte, ou todas as estacas de produção, se desejado. Em modalidades adicionais, a presente célula anular pode ser colocada em uma ou mais estacas e pode permanecer em uma ou mais estacas após o teste. Em uma modalidade, pelo menos 10% das estacas de produção podem ter células anulares. Em outras modalidades, pelo menos 50%, pelo menos 80%, pelo menos 90% e pelo menos 100% das estacas de produção podem ter células anulares.

[0034] As estacas possuindo células anulares podem ser projetadas utilizando-se um fator inferior de segurança ou um fator de resistência aumentado (RF), visto que as estacas sendo testadas são as estacas a serem utilizadas. Em uma modalidade o RF pode ser igual a 0,6. Em outra modalidade o RF pode ser igual a 0,9. Em uma modalidade, as células anulares podem ser fabricadas de forma econômica visto que as peças podem ser feitas de material estampado, ou, alternativamente, de materiais preformados ou prefundidos. Vantajosamente, nas modalidades, as paredes de célula anular podem ser feitas pela estampagem de material devido ao seu formato curvo. Em particu-

lar, uma célula anular de formato curvo pode permitir a estampagem de peças ao invés da solda ou usinagem, visto que as tolerâncias não são tão rígidas.

[0035] Adicionalmente, os componentes das células anulares podem ser selecionados por motivos de custo e simplicidade. Por exemplo, uma célula anular pode incorporar metal laminado estampado, material de enchimento que pode suportar altas pressões tal como argamassa de alta resistência, e/ou membranas de borracha ou tecido ou bolsas.

[0036] Deve-se notar que um fluido de alta pressão de vedação automática pode ser utilizado para as modalidades que não incorporam uma bolsa. Esse fluido de vedação automática pode ser utilizado como um substituto de fluido hidráulico e é tipicamente uma mistura química de fibras, polímeros aglutinantes e agentes de congealing que se misturam e coagulam para formar uma vedação impermeável. Um composto comercial com propriedades similares que pode ser utilizado em uma modalidade é Slime®.

[0037] Deve-se compreender que as modalidades da presente invenção podem ser utilizadas com um ou mais tipos de eixos e estacas. Adicionalmente, uma ou mais células anulares ou conjuntos anulares de acordo com a invenção podem ser utilizados em um percurso de estaca único e podem ser localizados em vários pontos ao longo do eixo.

[0038] A figura 1a ilustra uma seção transversal de uma modalidade da presente célula anular e a figura 1b ilustra um corte ampliado L da figura 1a. A célula anular ilustrada incorpora um anel externo de formato anular 1 e um anel interno de formato anular 2. O anel externo 1 e o anel interno 2 podem ter uma seção transversal em formato de "U" incluindo uma parede de anel externo, uma parede de anel interno, e uma parte superior. O anel externo 1 pode ser estampado a partir de

uma folha de metal ou formato através de outras técnicas de fabricação, tal como solda. O anel interno 2 também pode ser estampado a partir de uma folha de metal ou formato através de outras técnicas de fabricação, tal como solda. Em uma modalidade, o pacote trançado 3, 4 pode ser utilizado para impedir o vazamento de fluido da célula anular. Em modalidades adicionais, uma gaxeta ou outro material impermeável 3, 4 pode ser utilizado para impedir o vazamento de fluido da célula anular. A bolsa 5 pode ser preenchida com fluido hidráulico. À medida que o fluido preenche a bolsa, a bolsa se expande. A quantidade de fluido suprida para a bolsa e a pressão resultante podem ser monitoradas durante o teste de carga. Em uma modalidade, uma bomba hidráulica pode ser utilizada para inflar a bolsa.

[0039] Em uma modalidade alternativa, como ilustrado na figura 2A, a célula anular pode incorporar um anel externo 1 e material de enchimento 6 ao invés do anel interno. Em uma modalidade específica, o material de enchimento pode ser um argamassa de alta resistência (HSG) ou material epóxi elastomérico. Uma membrana de borracha ou tecido 7 pode ser posicionada entre uma placa superior do anel externo 1 e o material de enchimento para fornecer uma zona de separação. Alternativamente, uma bolsa 5 pode ser utilizada no lugar da membrana 7. Uma ou mais linhas de acesso de fluido hidráulico 8 podem fornecer fluido para a zona de separação através da placa superior do anel externo. À medida que a pressão acumula, a membrana empurra contra o material de enchimento como ilustrado na figura 2B.

[0040] Em outra modalidade como ilustrado na figura 3A, a célula anular pode incorporar uma parede de cilindro interna 10 e uma parede de cilindro externa 11. A parede de cilindro interna 10 e a parede de cilindro externa 11 podem ser feitas de aço, polímero/plástico de alta resistência, ou outros materiais adequados conhecidos na técnica que são capazes de suportar altas pressões. A parede de cilindro interna

10 e a parede de cilindro externa 11 podem ser substancialmente paralelas. Um material de enchimento 6 tal como HSG pode ser posicionado entre as paredes laterais paralelas 10, 11. A superfície interna das paredes laterais paralelas pode ser lubrificada de modo que o material de enchimento 6 possa deslizar com fricção reduzida a partir das paredes laterais à medida que o fluido preenche uma bolsa 5 ou o espaço entre uma membrana de borracha e tecido 7. As partes superior e inferior da célula anular podem ser situadas dentro de uma estaca de forma que uma superfície superior do material de enchimento 6 entre em contato com o material de estaca acima da célula anular e a superfície inferior do material de enchimento 6 entre em contato com o material de estaca abaixo da célula anular. Uma ou mais linhas de acesso de fluido hidráulico 8 podem fornecer o fluido para a zona de separação através do topo do material de enchimento 6. À medida que a pressão aumenta, a membrana empurra contra o material de enchimento como ilustrado na figura 3B. Concreto ou outros materiais para formar a estaca, pode ser despejado através da abertura no centro da célula anular para facilitar o posicionamento da célula anular.

[0041] Em uma modalidade adicional como ilustrado na figura 4A, a célula anular pode incorporar uma placa superior 12 e uma placa inferior 13 ou 13a encerram um material de enchimento 6, tal como argamassa de alta resistência (HSG) ou material de epóxi elastomérico separado em uma parte superior e uma parte inferior por uma membrana de borracha ou tecido. Uma linha de acesso de fluido entra na célula anular através da placa superior e a parte superior do material de enchimento e para dentro do separador de membrana de borracha ou tecido. Os anéis em O ou outras vedações 18 também podem ser utilizados se necessário. Uma ou mais linhas de acesso de fluido hidráulico 8 podem fornecer fluido para a zona de separação através da placa superior 12 do anel externo e o material de enchimento superior

6. À medida que a pressão se acumula, a membrana empurra contra o material de enchimento como ilustrado na figura 4B.

[0042] Em uma modalidade adicional como ilustrado na figura 5a, a célula anular pode incorporar um cilindro de formato em U de perímetro externo 1 possuindo uma parede externa, uma parede interna, uma parede superior; um cilindro em formato de um de perímetro interno 2 possuindo uma parede externa, uma parede interna e uma parede inferior, onde o cilindro de perímetro externo 1 e o cilindro de perímetro interno 2 encerram um material de enchimento 6, tal como argamassa de alta resistência (HSG) ou material de epóxi elastomérico separado em uma parte superior e uma parte inferior não necessariamente por uma membrana de borracha ou tecido. Uma linha de acesso de fluido 8 ou linhas entram na célula anular através do cilindro de formato de u de perímetro superior e o material de enchimento superior para dentro da área de separação. Se um fluido de vedação automática 23 for utilizado, uma membrana de borracha ou tecido 7 ou bolsa 5 não será necessária. Uma vez que o fluido começa a entrar na área de separação na pressão o cilindro de formato de u interno será forçado na direção do cilindro em formato de u externo, tendendo a vedar as paredes de cilindro em formato de u interno para as paredes de cilindro em formato de u externo para inibir o vazamento do fluido de vedação automática.

[0043] O tamanho do conjunto anular pode depender do tamanho do eixo ou do orifício. A parede externa da célula anular pode ter um raio de um tamanho que permita a localização próxima de uma gaiola rebar enquanto a célula anular estiver em um eixo. O tamanho das paredes pode ser determinado pela superfície necessária para se aplicar a força adequada. As modalidades com placas superiores e/ou placas inferiores podem ter as placas fixadas à seção da estaca acima da célula de carga e/ou a seção da estaca abaixo da célula de carga. A par-

te superior da célula de carga e a parte inferior da célula de carga são posicionadas de forma que, quando são separadas sua posição lateral relativa permanece a mesma. Dessa forma, a seção de estaca acima, a parte superior da célula, a parte inferior da célula e uma seção opcional da estaca abaixo da célula agem como uma única estaca, ao invés de duas seções de estaca flutuantes. Se a célula estiver localizada no fundo de um eixo, a célula pode se apoiar no chão ou, por exemplo, em um pedaço de concreto, que pode ter 15,24 cm (6 pol.). a 0,305 metros (1 pé) de espessura ou outra espessura adequada. O centro aberto da célula anular permite a facilidade de acesso para a injeção de concreto, ou outro material de estaca, além da célula anular para formar a parte da estaca abaixo da célula anular. Em várias modalidades específicas, a abertura no centro da célula anular pode ter pelo menos 25%, pelo menos 50% e pelo menos 75% da área transversal da célula anular. Em uma modalidade específica como ilustrado na figura 6c, a abertura no centro da célula anular pode ser de pelo menos 20% da área transversal da célula anular para facilitar a passagem do concreto através da abertura. Em outra modalidade, como ilustrado na figura 6b, a abertura é de pelo menos 40% da área transversal da célula anular, e em uma modalidade específica adicional como ilustrado na figura 6a, a abertura é de pelo menos 60% da área transversal da célula anular.

[0044] Nas modalidades, o fluido para pressurização pode fornecer propriedades de vedação automática através das linhas de fluido 8 que podem eliminar a necessidade de utilização de vedações para conter a alta pressão. Nas modalidades específicas, um fluido de vedação automática pode ser utilizado e pode vedar quaisquer vazamentos no conjunto. Tais fluidos de vedação podem ser, por exemplo, fibrosos. O uso de um fluido de vedação automática pode reduzir a necessidade de maiores tolerâncias e/ou outros mecanismos de veda-

ção, tal como anéis em O. O uso de fluido de vedação automática pode reduzir os custos de fabricação e/ou operação das modalidades da célula anular. Em outras modalidades, as vedações 18 tal como os anéis em O podem ser utilizadas onde a vedação é desejada ou necessária. Tal exemplo é ilustrado na figura 4a. As modalidades incorporando uma bolsa podem utilizar uma variedade de fluidos tal como água.

[0045] Uma estaca de concreto pode cercar completamente o conjunto anular. O concreto pode ser despejado através do furo da célula anular e preencher o volume em torno de todo o conjunto anular. A parede externa da célula anular pode ter um mecanismo a ser fixado a uma gaiola rebar 21, ilustrada na figura 2. O mecanismo pode ser um ou mais suportes 9.

[0046] Durante o teste de uma estaca, o concreto da estaca pode ser rachado pela expansão da célula anular. De acordo, rachaduras ou fissuras menores podem aparecer na estaca. Essas fissuras podem ser preenchidas com concreto e/ou argamassa. Essas rachaduras podem ser preenchidas por técnicas conhecidas na técnica, tal como através de linhas de suprimento ou ventilação. Nas modalidades do conjunto anular onde uma bolsa é utilizada, a bolsa pode ser preenchida com argamassa que endurece ou assenta depois do teste estar completo. Nas modalidades específicas, a célula anular pode ser posicionada em, ou perto, do fundo de um eixo perfurado. Em outras modalidades, a célula anular pode ser posicionada em outras partes da estaca, ou em múltiplas localizações na estaca. Com referência à figura 7, uma modalidade é ilustrada onde uma célula anular 20 pode ser localizada dentro de uma estaca. A célula anular 20 pode ser fixada a uma gaiola rebar 21, por exemplo, por um suporte 9. Em uma modalidade, as linhas de suprimento de fluido 8 podem suprir argamassa para a bolsa ou zona de expansão ao invés de água pressurizada ou flu-

ido hidráulico. Em outra modalidade onde a água pressurizada é utilizada para teste, a água pode ser removida através de uma linha de saída (não ilustrada) à medida que argamassa é suprido para dentro da célula anular. Em uma modalidade adicional, o espaço vazio criado entre uma seção da estaca acima da célula anular e uma seção da estaca abaixo da célula anular pode ser preenchido com, por exemplo, argamassa, além do enchimento da zona de expansão. Preferivelmente, a célula anular é projetada de forma que quando expandida, a parte da célula anular que tende a mover para cima mediante expansão da célula anular (topo) seja suficientemente fixada à parte da estaca acima da célula anular, a parte da célula anular que tende a mover para baixo mediante a expansão da célula anular (fundo) seja suficientemente fixada à parte da estaca abaixo da célula anular, e a parte superior e a parte inferior permaneçam suficientemente interconectadas para impedir o movimento lateral relativo da parte da estaca conectada à parte superior e a parte da estaca conectada à parte inferior. Dessa forma, uma vez que a zona de expansão da célula anular é preenchida com um material que impede que a parte superior e a parte inferior voltem na direção uma da outra após a expansão, a célula anular é acoplada à parte da estaca acima da célula anular e a parte da estaca abaixo da célula anular de forma a reter a integridade da estaca como uma estaca única, ao invés de duas seções de estaca flutuando uma com relação à outra vertical ou lateralmente.

[0047] Uma medição monitorada pode ser o volume de fluido utilizado através das linhas de fluido dentro de uma zona de separação/expansão. A medição de volume pode fornecer um meio de se monitorar a abertura do conjunto anular. De acordo com as modalidades da presente invenção, muitas técnicas para se medir o movimento podem ser utilizadas. Em uma modalidade, o movimento de uma peça flexível pode ser medido como é sabido na técnica. Em uma segunda

modalidade, um sistema de sonar pode monitorar o movimento. Em uma terceira modalidade, um sistema com base em luz (laser ou fotoelétrica, por exemplo) pode ser utilizado para monitorar distância. Em uma quarta modalidade, a quantidade de fluido suprida para a bolsa e a pressão do fluido podem ser monitorados. As medições podem precisar ser calibradas devido à variedade de fatores tal como a expansão de mangueira.

[0048] Deve-se compreender que os exemplos e as modalidades descritos aqui servem finalidades ilustrativas apenas e que várias modificações ou mudanças em vista dos mesmos serão sugeridas para os versados na técnica e devem ser incluídas no espírito desse pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de aplicação de uma carga a uma estaca, compreendendo as etapas de:

disposição de uma parte superior (1) abaixo de uma primeira seção de uma estaca, em que a seção superior é fixada à primeira seção da estaca;

disposição de uma parte inferior (2) próxima à parte superior (1), em que uma zona de separação é criada de forma que a injeção de um fluido (8) pressurizado para dentro da zona de separação cause uma força tendendo a empurrar a parte superior (1) e a parte inferior (2) para longe uma da outra e fazendo com que a parte superior (1) empurre a primeira seção da estaca, em que pelo menos uma parte da seção transversal da parte superior (1) e pelo menos uma parte da seção transversal da parte inferior (2) é aberta de forma a permitir a passagem de materiais a partir de cima da parte superior (1) para abaixo da parte inferior (2), em que se a separação da parte superior (1) e da parte inferior (2) ocorrer, a parte superior (1) e a parte inferior (2) mantêm a posição lateral relativa durante a separação; e

caraterizado pelas etapas de:

injeção de fluido (8) dentro da zona de separação a fim de aplicar uma carga à estaca, em que a parte superior (1) e a parte inferior (2) estão localizadas antes da fundição da estaca, em que os materiais para a fundição da estaca passam através da parte aberta da seção transversal da parte superior (1) e da parte aberta da seção transversal da parte inferior (2).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a parte inferior (2) é localizada acima de uma segunda seção da estaca, em que a parte inferior (2) é fixada à segunda seção da estaca.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado**

pelo fato de que a primeira seção da estaca, a parte superior (1), a parte inferior (2) e a segunda seção da estaca agem como uma única estaca.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos 20% da área transversal da parte superior (1) e pelo menos 20% da área transversal da parte inferior (2) são abertas.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos 40% da área transversal da parte superior (1) e pelo menos 40% da área transversal da parte inferior (2) são abertas.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos 60% da área transversal da parte superior (1) e pelo menos 60% da área transversal da parte inferior (2) são abertas.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o fluido (8) é de vedação automática.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o fluido (8) pressurizado é injetado dentro de uma bolsa na zona de expansão.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a parte superior (1) tem formato anular com uma seção transversal em formato de u, em que a parte inferior (2) tem formato anular com um formato de seção transversal complementar à seção transversal em formato de u da parte superior (1).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** a parte superior (1) compreende uma parede interna (10) e uma parede externa (11) que formam os lados do formato em u e um primeiro material de enchimento (6) capaz de suportar alta pressão que forma um primeiro limite da zona de

separação, em que a parte inferior (2) compreende um segundo material de enchimento (6) capaz de suportar alta pressão que forma um segundo limite da zona de separação, em que à medida que a parte superior (1) e a parte inferior (2) se separam, a parede interna (10) e a parede externa (11) da parte superior (1) se tornam limites adicionais da zona de separação.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a parte superior (1) tem formato anular com uma seção transversal em formato de u, em que a parte inferior (2) tem formato anular com um formato de seção transversal em formato de u possuindo uma extremidade aberta, em que a extremidade aberta da parte inferior (2) é posicionada na parte superior (1) em formato de u, em que à medida que o fluido (8) pressurizado é injetado na zona de separação, uma parede externa (11) da parte inferior (2) é empurrada para dentro de uma parede externa (11) da parte superior (1) para criar uma vedação e uma parede interna (10) da parte inferior (2) é empurrada para dentro de uma parede interna (10) da parte superior (1) para criar uma vedação.

12. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** a parte inferior (2) compreende uma placa inferior, em que a placa inferior é fixada à segunda seção da estaca.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente:

a determinação de uma carga aplicada à estaca.

14. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente:

a determinação de uma carga aplicada à primeira seção da estaca e à segunda seção da estaca.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

após a injeção de fluido (8) para dentro da zona de separação, o enchimento da zona de separação com um material capaz de endurecer de forma a manterá separação da parte superior (1) e da parte inferior (2), em que a seção superior da estaca, a parte superior (1), e a parte inferior (2) agem como uma única estaca.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o fluido (8) pressurizado é injetado para dentro da zona de separação após a fundição da estaca.

17. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a parte inferior (2) é localizada acima de uma segunda seção da estaca, em que a primeira seção da estaca e a segunda seção da estaca são contíguas através da parte aberta da seção transversal da parte superior (1) e a parte superior (1) da seção transversal da parte inferior (2), em que, após a injeção de fluido (8) para dentro da zona de separação, compreendendo adicionalmente o enchimento de rachaduras entre a primeira seção da estaca e a segunda seção da estaca na parte da estaca contígua através da parte aberta da seção transversal da parte superior (1) e a parte aberta da seção transversal da parte inferior (2).

18. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a parte inferior (2) é localizada acima de uma segunda seção da estaca, em que a primeira seção da estaca e a segunda seção da estaca são contíguas em torno de um perímetro externo da seção transversal da parte superior (1) e um perímetro externo da seção transversal da parte inferior (2), em que após a injeção de fluido (8) dentro da zona de separação, compreendendo adicionalmente o enchimento das rachaduras entre a primeira seção da estaca e a segunda seção da estaca na parte da estaca contígua em torno do perímetro externo da seção transversal da parte superior

(1) e um perímetro externo da seção transversal da parte inferior (2).

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a parte aberta da seção transversal da parte superior (1) é localizada em um centro da seção transversal da parte superior (1), em que a parte aberta da seção transversal da parte inferior (2) é localizada em um centro da seção transversal da parte de fundo.

20. Método de fornecimento de uma pluralidade de estacas para suportar uma carga de trabalho, compreendendo:

disposição de uma pluralidade de estacas na posição em um extrato para suportar uma carga de trabalho, em que pelo menos duas das estacas incorporam uma célula de carga, em que cada célula de carga compreende:

uma parte superior (1) localizada abaixo de uma primeira seção de uma estaca; e

uma parte inferior (2) localizada próxima à parte superior (1), em que uma zona de separação é criada de forma que a injeção de um fluido (8) pressurizado dentro da zona de separação cause uma força tendendo a empurrar a parte superior (1) e a parte inferior (2) para longe uma da outra, e faça com que a parte superior (1) empurre na primeira seção da estaca, em que pelo menos uma parte da seção transversal da parte superior (1) e a seção transversal da parte inferior (2) está aberta para permitir a passagem de materiais a partir de acima da parte superior (1) para abaixo da parte inferior (2), em que se a separação da parte superior (1) e da parte inferior (2) ocorrer, a parte superior (1) e a parte inferior (2) mantêm sua posição lateral relativa durante a separação;

caracterizado pelas etapas de:

injeção de fluido (8) para dentro da zona de separação de cada célula de carga a fim de aplicar uma carga a cada célula de

carga das pelo menos duas estacas incorporando células de carga, em que a parte superior (1) e a parte inferior (2) são localizadas antes da fundição da estaca, em que materiais para a fundição passam através da parte aberta da seção transversal da parte superior (1) e da parte aberta da seção transversal da parte inferior (2);

a medição de um efeito da carga aplicada às pelo menos duas estacas;

a determinação de se a pluralidade de estacas atendem a pelo menos um critério de projeto para suportar a carga de trabalho, em que a determinação é feita com base na carga aplicada e no efeito medido na carga aplicada em pelo menos duas estacas.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** um de pelo menos um critério de projeto é um fator de segurança.

22. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** as células de carga são incorporadas em pelo menos 10% dentre a pluralidade de estacas.

23. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** as células de carga são incorporadas em pelo menos 50% dentre a pluralidade de estacas.

24. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** as células de carga são incorporadas em pelo menos 80% dentre a pluralidade de estacas.

25. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** as células de carga são incorporadas em pelo menos 90% dentre a pluralidade de estacas.

26. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** as células de carga são incorporadas em pelo menos 100% dentre a pluralidade de estacas.

27. Método, de acordo com a reivindicação 20,

caracterizado pelo fato de que um fator de resistência (RF) da pluralidade de estacas é de pelo menos 0,6.

28. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado pelo fato de que** um fator de resistência (RF) da pluralidade de estacas é de pelo menos 0,9.

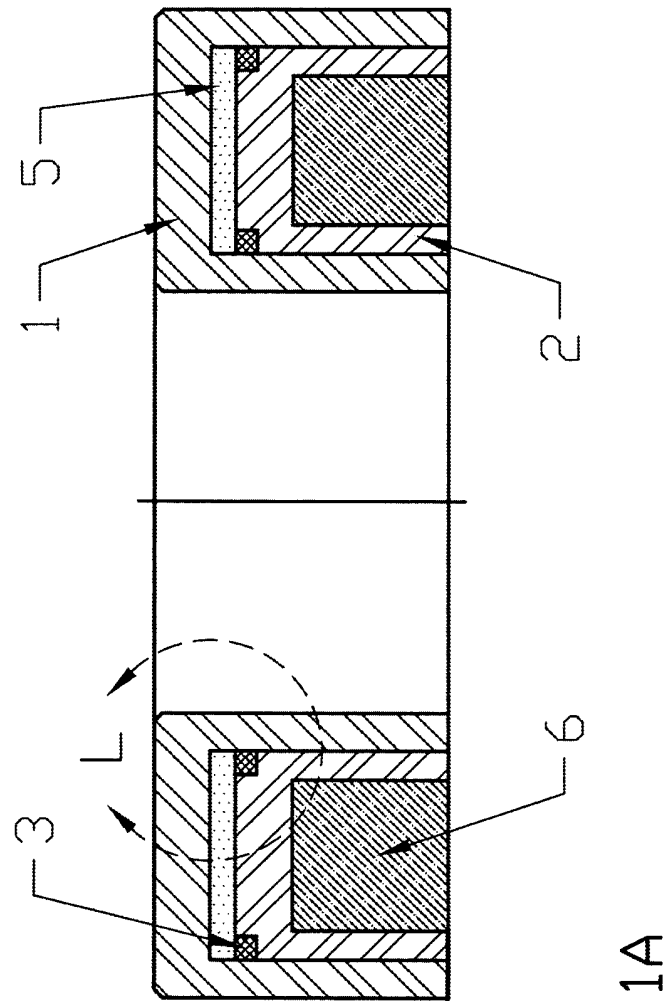


FIG. 1A

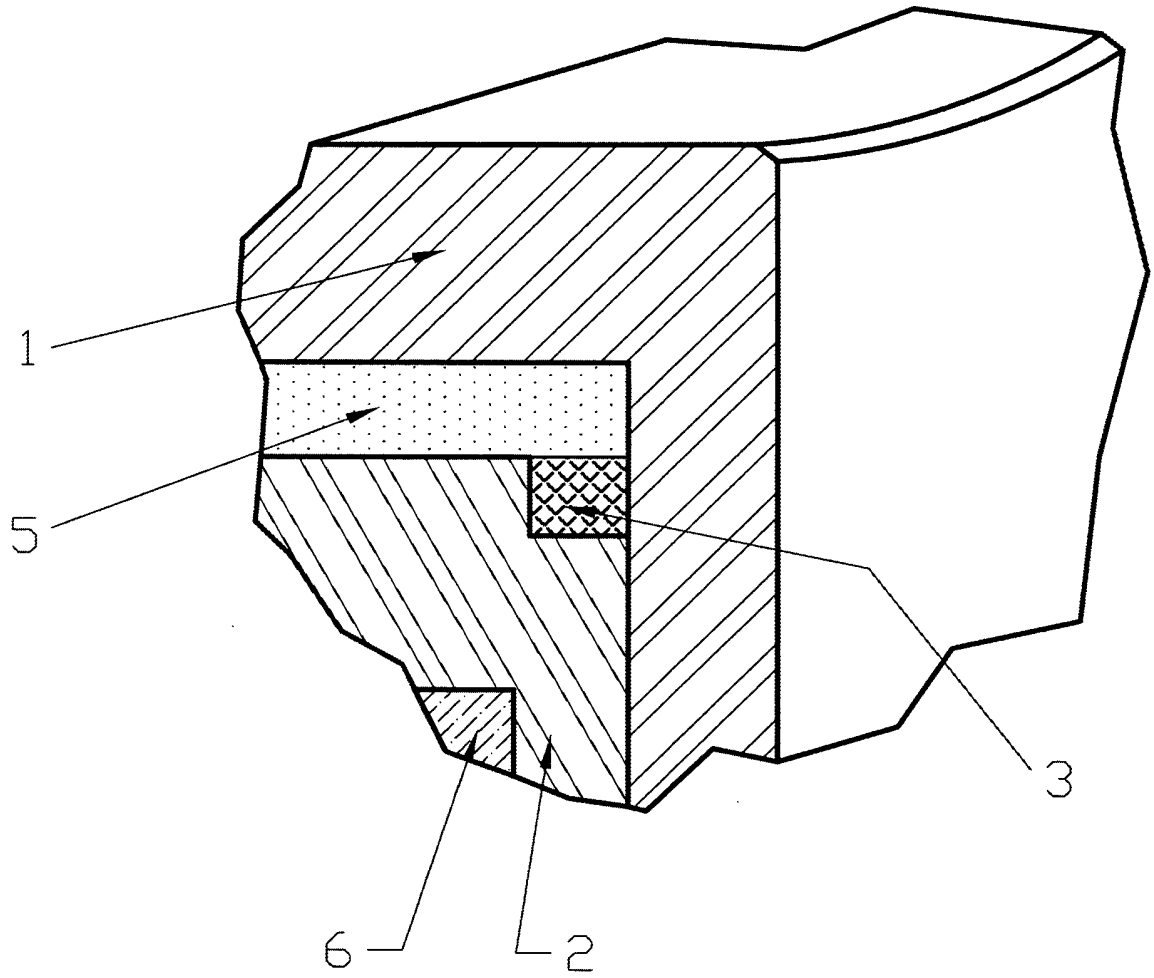


FIG. 1B

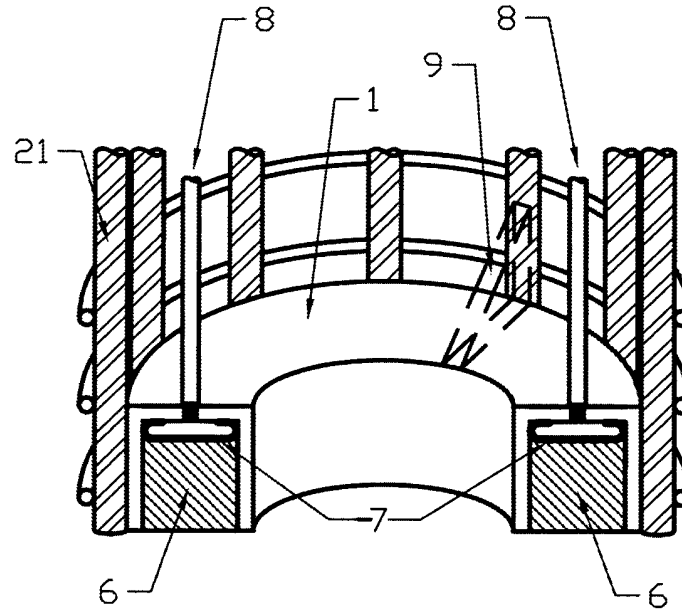


FIG. 2A

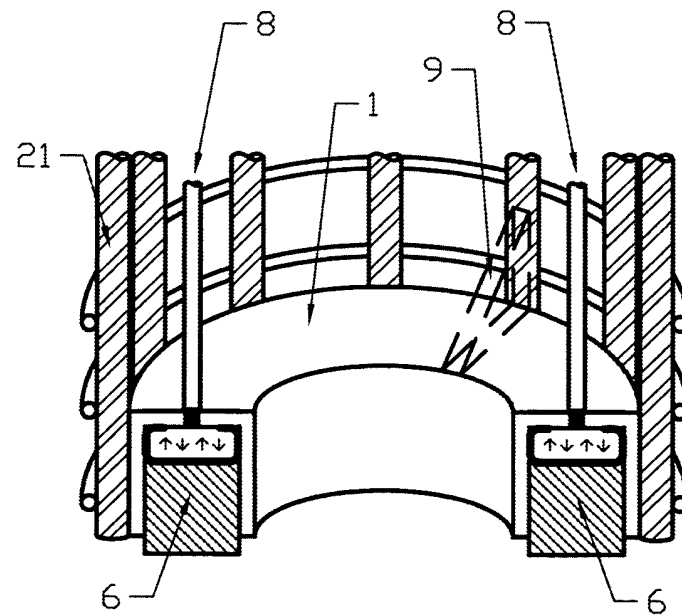


FIG. 2B

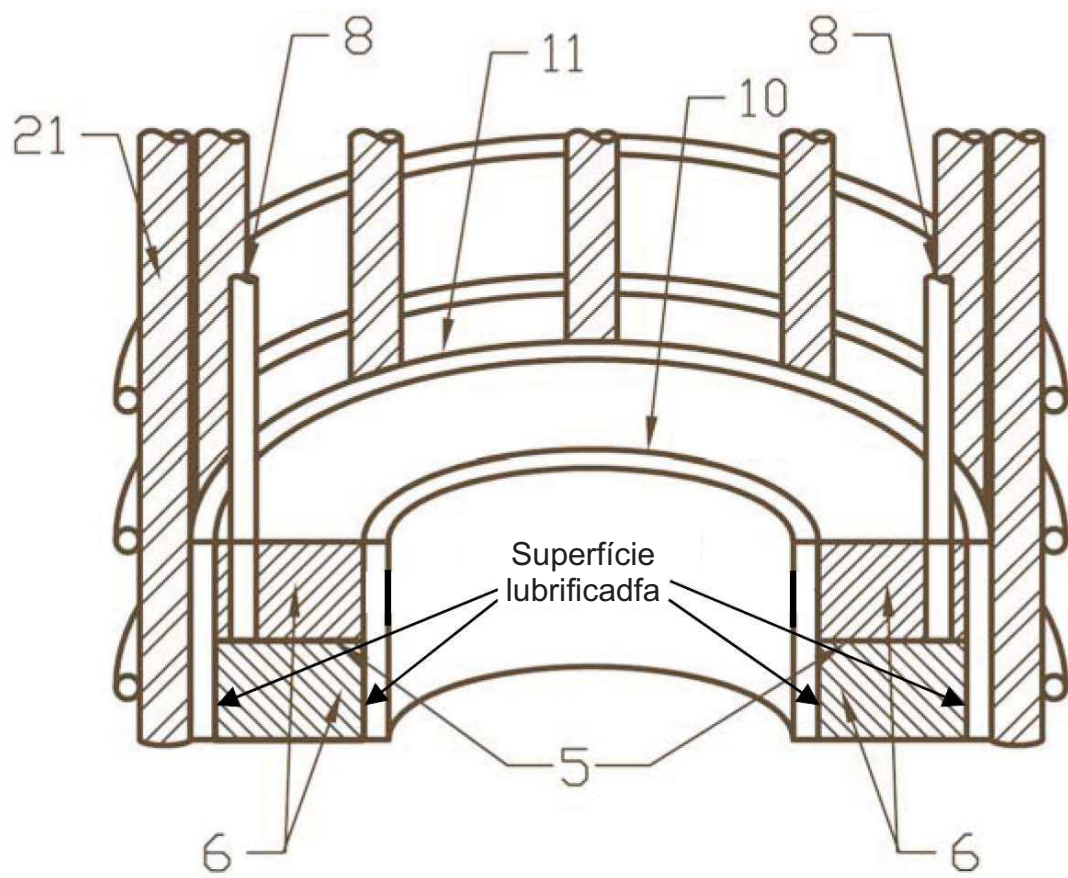


FIG. 3A

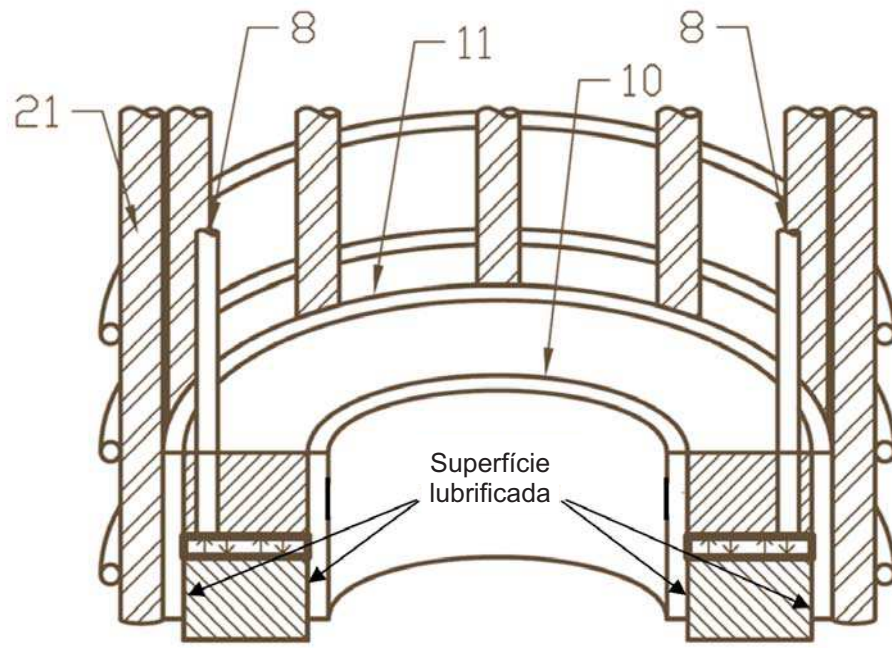


FIG. 3B

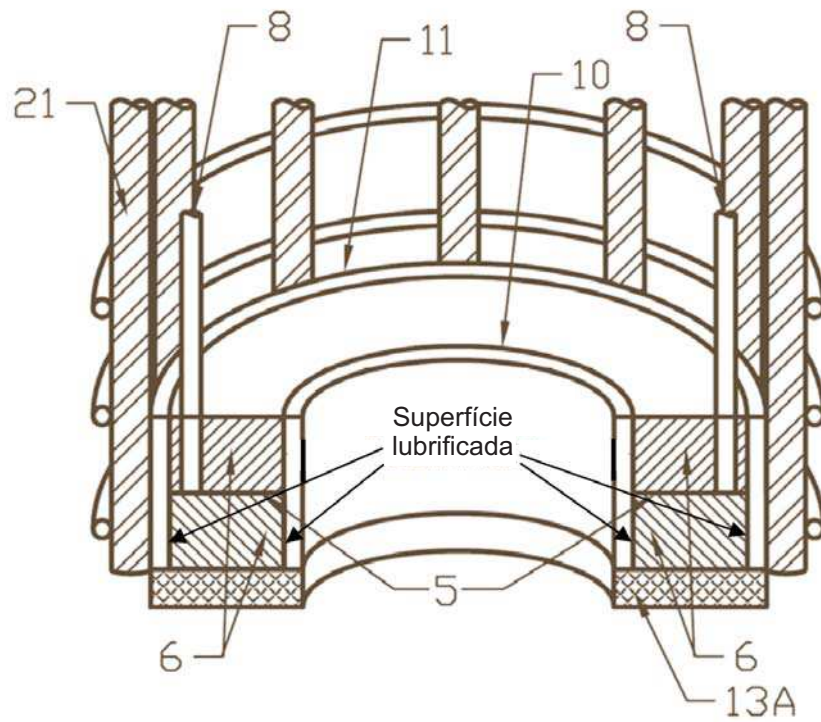


FIG. 3C

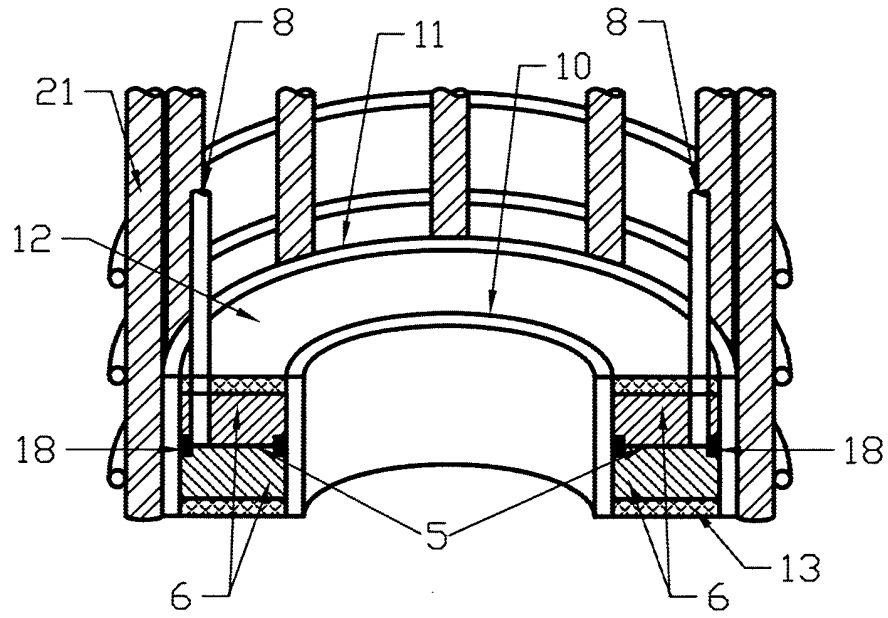


FIG. 4A

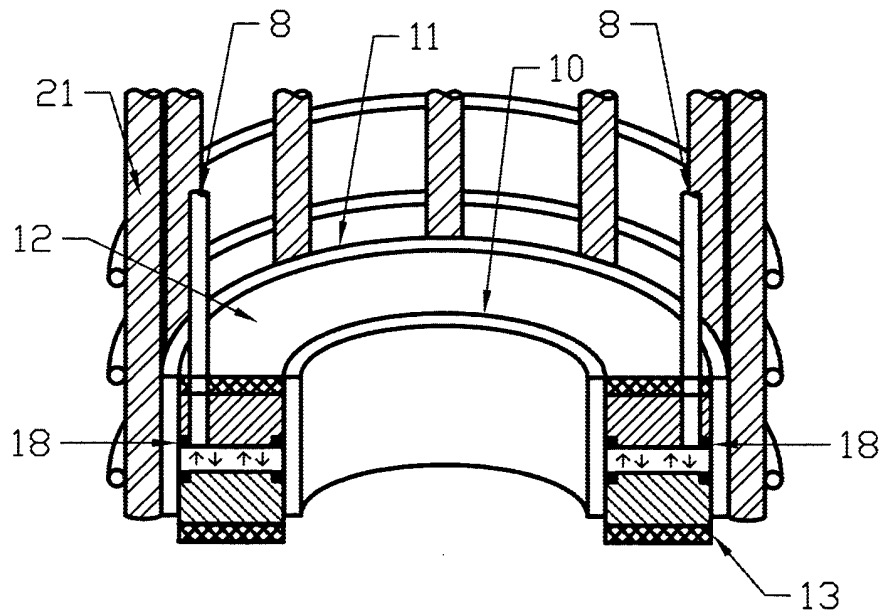


FIG. 4B

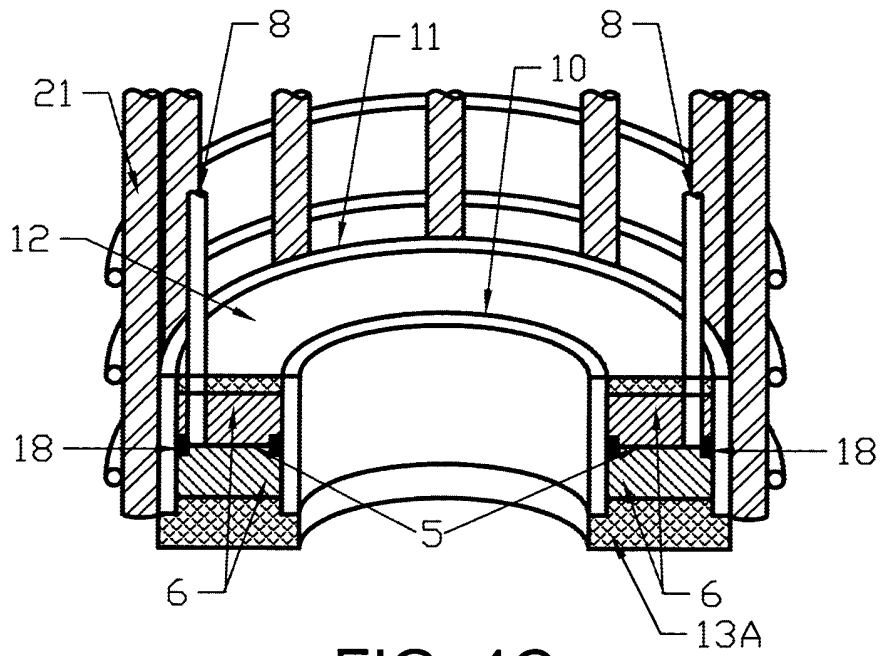


FIG. 4C

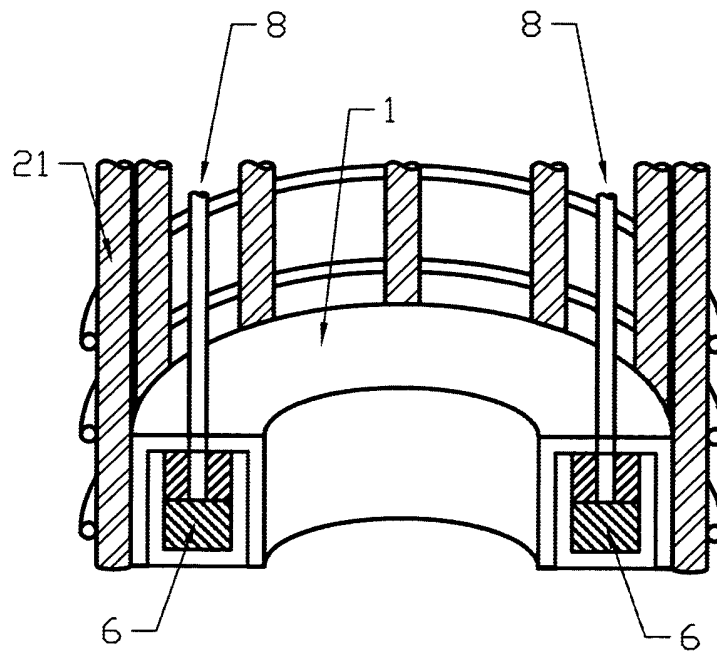


FIG. 5A

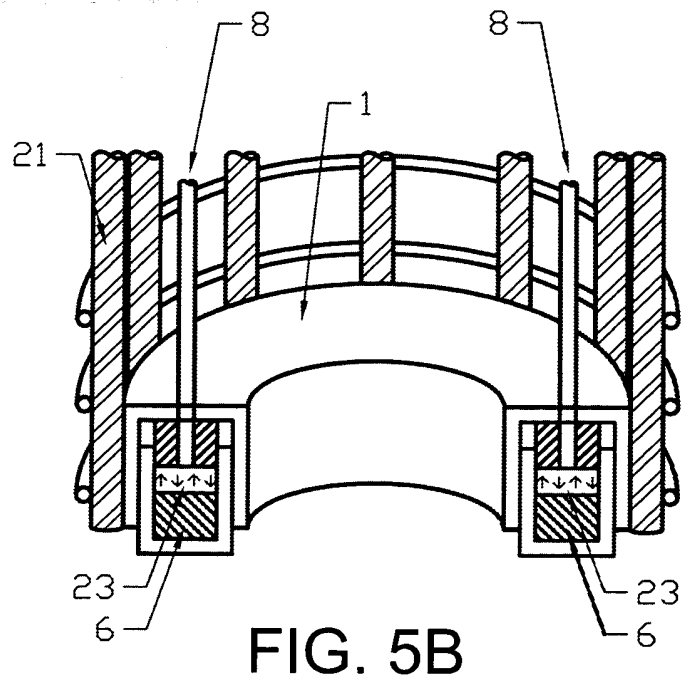


FIG. 5B

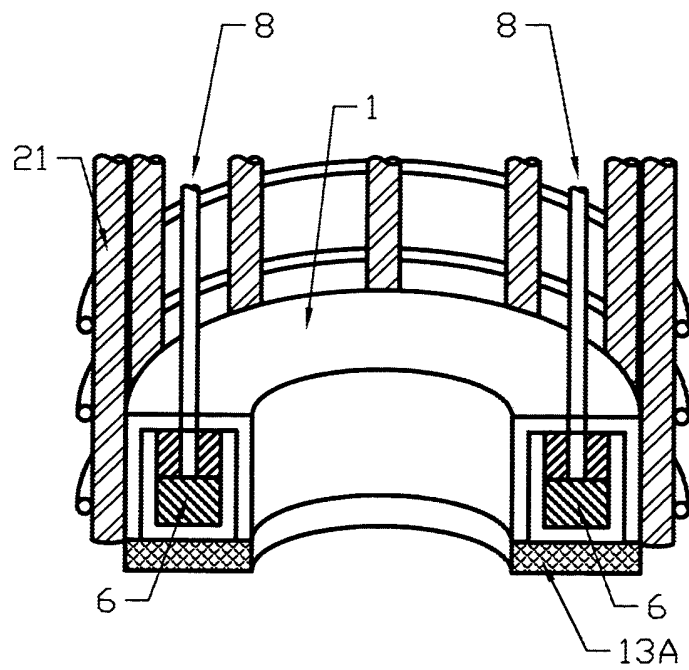


FIG. 5C

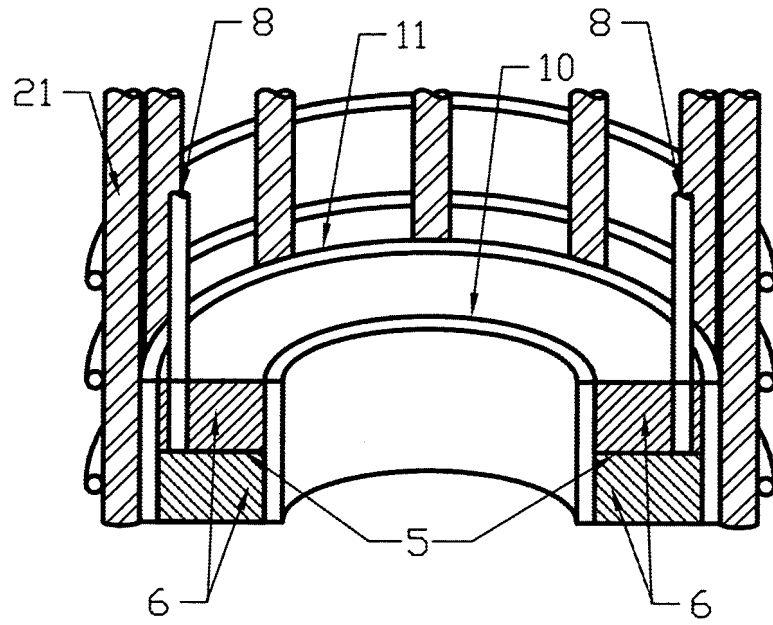


FIG. 6A

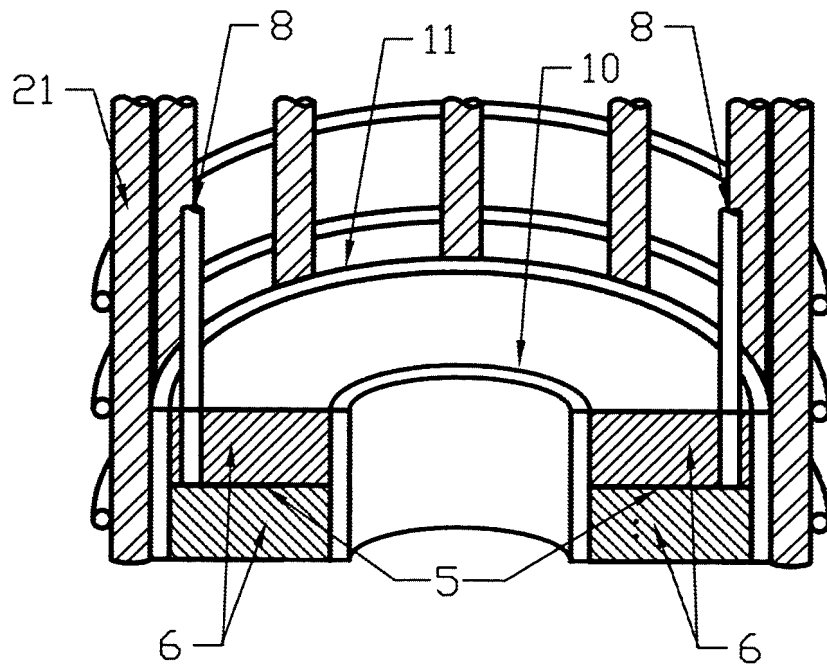


FIG. 6B

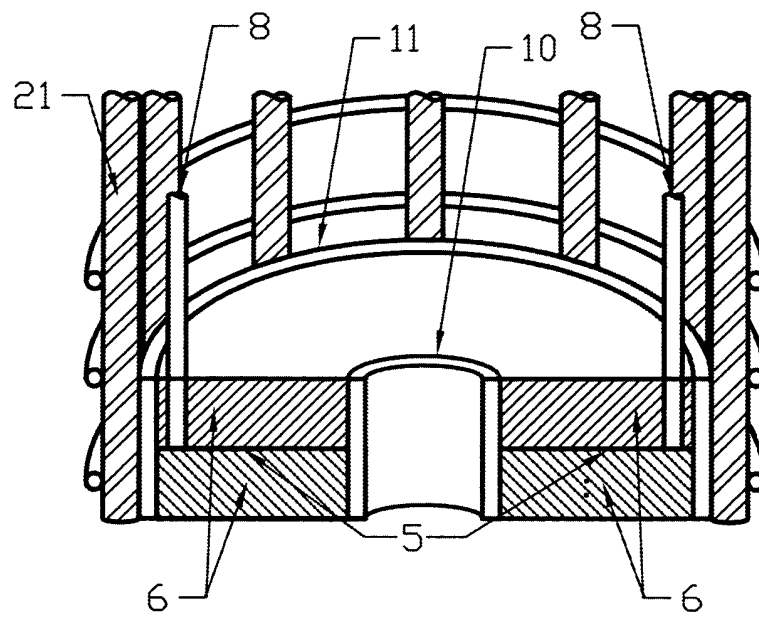


FIG. 6C

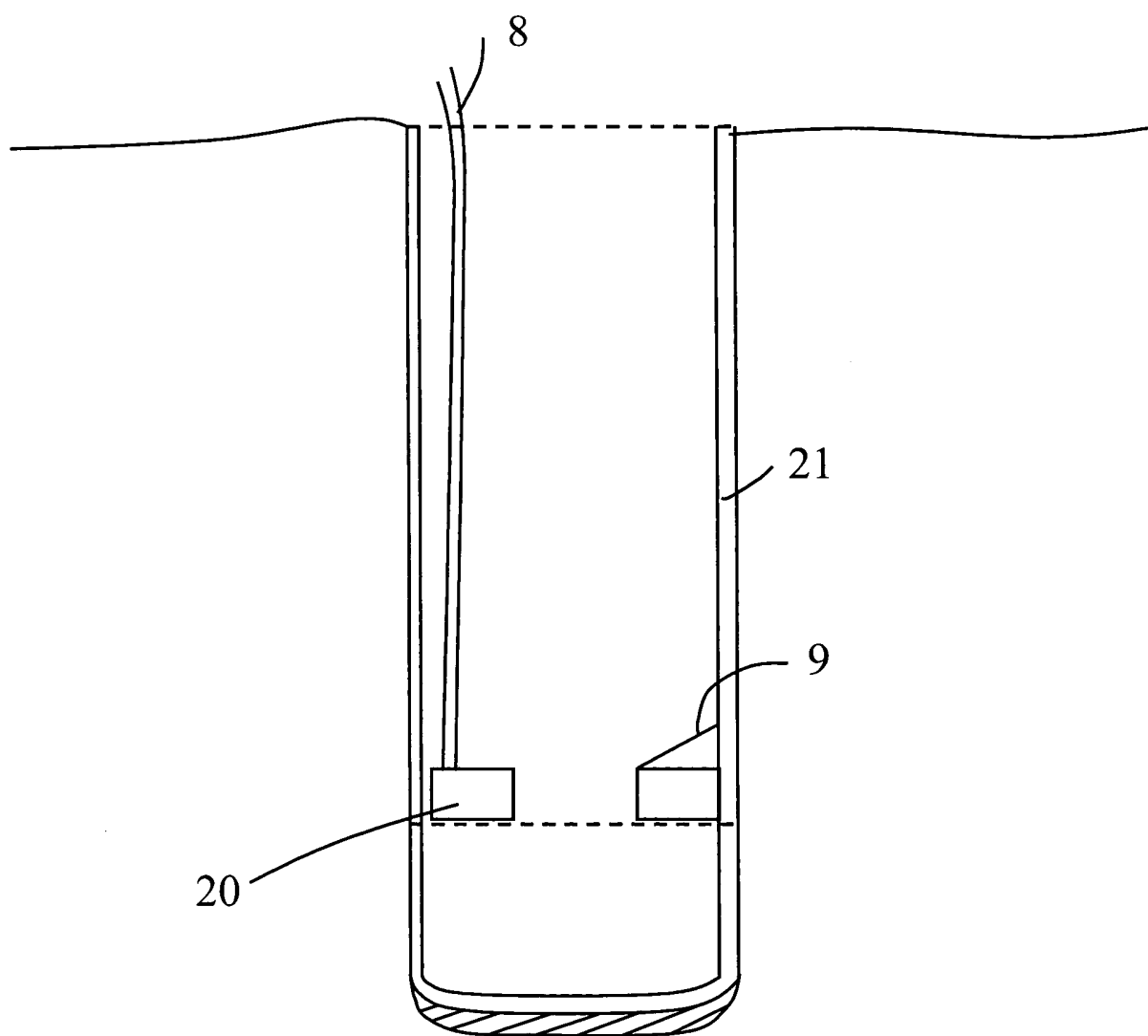


FIG. 7