



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

(21) **PI0709363-2 A2**



(22) Data de Depósito: 21/03/2007
(43) Data da Publicação: 12/07/2011
(RPI 2114)

(51) *Int.Cl.:*
E21B 47/00 2006.01
E21B 49/00 2006.01

(54) Título: **CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE DADOS FURO - ABAIXO E CABO DE FERRAMENTARIA**

(30) Prioridade Unionista: 24/03/2006 US 11/277.380, 14/12/2006 US 11/306.022, 22/12/2006 US 11/306.307, 24/03/2006 US 11/277.380

(73) Titular(es): DAVID R. HALL

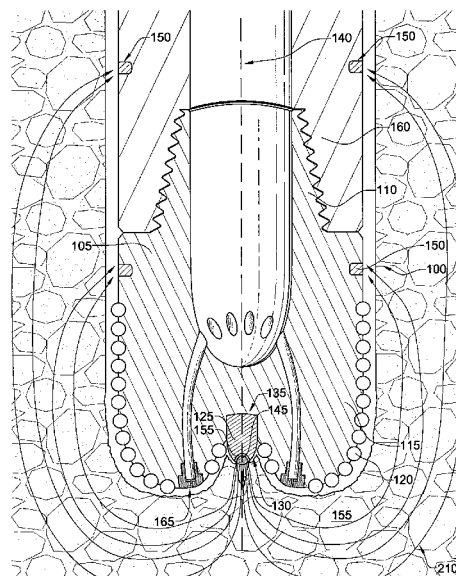
(72) Inventor(es): CHRISTOPHER DURRAND, DAVID R. HALL, FRANCIS LEANY, PAULA TURNER

(74) Procurador(es): DAVID DO NASCIMENTO
ADVOGADOS ASSOCIADOS

(86) Pedido Internacional: PCT US07064544 de 21/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/130749 de 15/11/2007

(57) Resumo: CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, METODO DE RECUPERAÇÃO DE DADOS FURO-ABAIXO E CABO DE FERRAMENTARIA Em alguns aspectos da presente invenção, um conjunto de broca de perfuração tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante. Aparte operante tem pelo menos um elemento cortador. Em algumas realizações, o conjunto de broca de perfuração tem um eixo mecânico com uma extremidade substancialmente coaxial a um eixo geométrico central do conjunto. A extremidade do eixo mecânico é substancialmente projetada da parte operante, e pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaxo é disposto dentro ou em comunicação com o eixo mecânico.





CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, MÉTODO DE
RECUPERAÇÃO DE DADOS FURO-ABAIXO E CABO DE FERRAMENTARIA
FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se ao campo de
exploração de óleo, gás e/ou geotérmica furo-abai-
x, e mais particularmente ao campo de brocas de perfuração para cabos
de ferramentaria de tal exploração.

10 Desde o início da perfuração furo-abai-
x, uma grande proporção de tempo e recursos tem sido investida no
desenvolvimento de uma broca de perfuração ideal para um cabo
de ferramentaria furo-abai-
x. Devido à enorme despesa
associada com a operação de um aparelhamento de perfuração, a
qualidade operacional de uma broca de perfuração propicia
benefícios econômicos substanciais.

15 As brocas de perfuração atuais servem geralmente
para duas finalidades. Utilizando a energia rotativa
fornecida pelo cabo de ferramentaria, elas perfuram através
de formações furo-abai-
x, desse modo avançando o cabo de
ferramentaria ainda mais no solo. Elas também funcionam para
20 descartar a lama de perfuração bombeada através o cabo de
ferramentaria que lubrifica as peças e lava os cortes e o
material de formação para a superfície.

25 A técnica anterior contém referências a brocas de
perfuração com sensores ou outros aparelhos para a
recuperação de dados. Por exemplo, a Patente Norte-americana
Número 6.150.822, concedida a Hong, et al., descreve um
sensor na faixa de frequência de microondas (antena ou guia
de onda) disposto na face de uma broca de perfuração de
diamante ou PDC configurada para minimizar a invasão de
30 fluido de perfuração na formação adiante da broca. O sensor é
conectado a um instrumento disposto em um cubo intercalado na
haste de perfuração para gerar e medir a alteração da energia
de microondas.

A Patente Norte-americana Número 6.814.162, concedida a Moran, et al., descreve uma broca de perfuração, a qual compreende um corpo da broca, um sensor disposto no corpo da broca, uma articulação simples montada de maneira
5 removível no corpo da broca, e um cone de cilindro montado de maneira rotativa na articulação simples. A broca de perfuração também pode compreender um dispositivo de transmissão de telemetria de saltos curtos adaptado para transmitir os dados do sensor a um dispositivo de medição que
10 opera durante a perfuração localizado acima da broca de perfuração no cabo de perfuração.

A Patente Norte-americana Número 6.913.095, concedida a Krueger, descreve um sistema de perfuração de circuito fechado que utiliza um conjunto de furo no fundo
15 "BHA") que tem um conjunto de propulsão que tem um membro rotativo e uma luva não-rotativa disposta sobre o mesmo. A luva tem uma pluralidade de membros de aplicação de força expansível que acopla uma parede do furo do poço. Uma fonte de alimentação e componentes eletrônicos associados para
20 energizar os membros de aplicação de força ficam localizados fora da luva não-rotativa.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

Em um aspecto da invenção, um conjunto de broca de perfuração tem uma parte de corpo intermediária a uma parte
25 de haste e uma parte operante. A parte operante tem pelo menos um elemento cortante. O conjunto de broca de perfuração também tem um eixo mecânico com uma extremidade substancialmente coaxial a um eixo geométrico central do conjunto. A segunda extremidade do eixo mecânico se projeta
30 da parte operante, e pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaixo é disposto dentro do eixo mecânico.

O dispositivo de entrada de dados do conjunto de broca de perfuração pode acoplar em uma formação furo-abaixo.

O dispositivo de entrada de dados também pode ficar em comunicação com uma rede furo-abaixo. Em algumas realizações, o conjunto de broca de perfuração compreende uma pluralidade de dispositivos de entrada de dados dispostos dentro do eixo mecânico. Pelo menos uma parte do eixo mecânico pode ser isolada eletricamente da parte de corpo quando a resistividade ou parâmetros similares estiverem sendo detectados. O dispositivo de entrada de dados pode compreender um sensor de resistividade, um sensor acústico, um hidrofone, um sensor de pressão anular, um sensor de pressão da formação, um sensor de raios gama, um sensor de nêutrons de densidade, uma disposição de geofones, ou um acelerômetro, um sensor de perfuração direcional, um sistema de inclinação que pode incluir um dispositivo giroscópico, um sensor de dinâmica de perfuração, um outro sistema que pode ser utilizado para avaliar propriedades da formação, um sensor ativo, um sensor passivo, um sensor nuclear, uma fonte de radiação gama, uma fonte de nêutrons, uma fonte elétrica, uma fonte de ondas acústicas, uma fonte sísmica, uma fonte sônica, ou as combinações destes.

Em um outro aspecto da invenção, um método de recuperação de dados furo-abaixo inclui as etapas de provisão de um conjunto de broca de perfuração que tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante, e a provisão de um eixo mecânico que compreende uma extremidade que se projeta substancialmente da parte operante, e o eixo mecânico tem pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaixo. O método inclui a etapa adicional de transferência do dispositivo de entrada de dados furo-abaixo ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria.

Em uma etapa adicional, o método pode incluir o acoplamento de uma formação furo-abaixo com a extremidade do

eixo mecânico. Os dados podem ser transferidos do dispositivo de entrada de dados furo-abaixo ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria através de uma rede furo-abaixo e/ou ser registrados por um elemento de processamento furo-abaixo.

5 O método também pode incluir a etapa de direcionamento do conjunto de broca de perfuração com base nos dados recebidos do dispositivo de entrada de dados.

Em ainda um outro aspecto da invenção, um conjunto de broca de perfuração tem uma parte de corpo intermediário a uma parte de haste e uma parte operante. A parte operante tem pelo menos um elemento cortador. Um eixo mecânico tem uma primeira extremidade disposta dentro da parte de corpo e uma segunda extremidade que seja é coaxial a um eixo geométrico central do conjunto. A segunda extremidade do eixo é substancialmente projetada da parte operante, e pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaixo fica em comunicação com o eixo mecânico.

O eixo do conjunto de broca de perfuração pode acoplar em uma formação furo-abaixo. O dispositivo de entrada de dados furo-abaixo pode ser disposto dentro da parte de corpo, da parte operante, ou de uma outra área de um cabo de ferramentaria. O sensor pode ficar em comunicação com uma rede furo-abaixo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

25 A Figura 1 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem um eixo mecânico com uma fonte de energia disposta no mesmo.

A Figura 2 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que mostra as possíveis trajetórias da energia emitida por uma fonte de energia.

30 A Figura 3 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem uma fonte de

energia e um receptor de energia controlados por um elemento de processamento furo-abaixo.

5 A Figura 4 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem um eixo mecânico alongado e um sensor disposto no eixo mecânico.

A Figura 5 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem um eixo mecânico alongado e uma fonte de energia e um receptor de energia disposto no eixo mecânico.

10 A Figura 6 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem um eixo mecânico com uma fonte de energia acústica.

A Figura 7 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que mostra as possíveis trajetórias da energia emitida no eixo mecânico.

A Figura 8 é um diagrama em seção transversal de um outro conjunto de broca de perfuração que tem um sensor de pressão disposto dentro de um eixo mecânico.

20 A Figura 9 é um diagrama em seção transversal de uma outra realização de um conjunto de broca de perfuração que tem sensores acústicos dispostos dentro de um eixo mecânico.

A Figura 10 é um diagrama em seção transversal um o conjunto de broca de perfuração que mostra trajetos possíveis da energia acústica que está sendo detectada no eixo mecânico.

30 A Figura 11 é um diagrama em seção transversal de uma outra realização de um conjunto de broca de perfuração que compreende uma fonte de energia radioativa no eixo mecânico.

A Figura 12 é um diagrama em seção transversal de uma outra realização de um conjunto de broca de perfuração

que compreende uma fonte de energia radioativa juntamente com uma outra fonte de energia no eixo mecânico.

A Figura 13 é um diagrama em perspectiva de um sistema de transmissão de dados possível que pode ser
5 utilizado conjuntamente com a presente invenção.

A Figura 14 é um diagrama em seção transversal de um conjunto de broca de perfuração que tem fontes de energia e receptores conectados operavelmente a um sistema de transmissão de dados.

10 A Figura 15 é um fluxograma de um método de recuperação de dados furo-abaixo.

A Figura 16 é um fluxograma que mostra um outro método de recuperação de dados furo-abaixo.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO E DA REALIZAÇÃO PREFERIDA

15 Com referência agora à Figura 1, um conjunto de broca de perfuração 100 compreende uma parte de corpo 105 intermediária a uma parte operante 115 e uma parte de haste 110. A parte de haste 110 pode ser roscada para permitir a interconexão com um cabo de ferramentaria 160 furo-abaixo. A
20 parte operante 115 do conjunto de broca de perfuração 100 compreende pelo menos um elemento cortador 120, tais como um elemento de corte de diamante policristalino.

O conjunto de broca de perfuração compreende adicionalmente um eixo mecânico 125 que tem uma primeira
25 extremidade 135 disposta dentro da parte de corpo e uma segunda extremidade 130 que é substancialmente coaxial a um eixo geométrico central 140 do conjunto 100. A segunda extremidade 130 do eixo mecânico 125 é substancialmente projetada da parte operante 115. Em algumas realizações da
30 presente invenção, o eixo pode ser simplesmente uma protuberância formada na parte operante do conjunto de broca de perfuração. Os canais de fluido 165 podem permitir que a

lama de perfuração ou um outro fluido passe através do conjunto de broca de perfuração 100.

Os pedidos de patentes norte-americanos '022, '391, e '307 concedidos a David Hall citados anteriormente na
5 seção de referência remissiva a pedidos de patentes correlatos e incorporados nesta descrição ensinam muitos dos méritos mecânicos de um eixo mecânico 125 que se estende da parte operante 115 do conjunto de broca de perfuração 100. Por exemplo, trabalhando conjuntamente com os elementos
10 cortantes 120, o eixo mecânico 125 pode ajudar a romper as formações de rocha e a aumentar a taxa de penetração na formação pelo conjunto de broca de perfuração 100. O eixo mecânico 125 também pode ser utilizado para ajudar a impelir o conjunto 100. Além destes benefícios mecânicos, benefícios
15 consideráveis do registro de dados também podem ser obtidos através do uso de um eixo mecânico 125 que se projeta da parte operante 115 do conjunto de broca de perfuração 100. Isto ocorre porque o eixo mecânico 125 pode permitir a medição de determinados atributos de uma formação furo-abaixo
20 155 por causa de sua localização e porque acopla fisicamente na formação 155. Acredita-se que a presente invenção incrementa a capacidade de fazer medições furo-abaixo, e tais medições incluem pelo menos a resistividade da formação, a salinidade, a porosidade de nêutrons ou sônica, a radiação
25 gama natural, o pH, a densidade da formação, a pressão da formação, a pressão anular, a detecção de gás, óleo ou um outro fluido, a identificação da litologia, a análise da argila, a profundidade, a temperatura, a detecção de fratura da formação, a estabilidade furo do poço, a velocidade ou a
30 lentidão da formação, ou a ressonância magnética nuclear NMR.

O eixo mecânico 125 pode compreender uma fonte de energia 145. A fonte de energia pode ser utilizada conjuntamente com um receptor de energia 150 correspondente

localizado em um ponto diferente no conjunto de broca de perfuração 100 ou ao longo do cabo de ferramentaria. A fonte de energia 145 pode ser um terminal elétrico configurado para passar uma corrente ou uma voltagem para a formação furo-abaixo 155 enquanto acopla a formação furo-abaixo 155. A corrente ou a voltagem elétrica pode então ser recebida no receptor de energia 150 correspondente. Ao regular a distância entre a fonte de energia 145 e o receptor de energia 150 e ao aplicar a corrente ou voltagem entre a fonte de energia e o receptor, medições valiosas da resistividade podem ser feitas na formação furo-abaixo 155. Em algumas realizações, a fonte de energia 145 pode ser isolada eletricamente do receptor de energia 150 por uma camada dielétrica especial 125. Em outras realizações, pode ser praticável isolar eletricamente a fonte de energia 145 do receptor de energia ao isolar eletricamente o receptor de energia 150. A fonte de energia 145 e o receptor 150 podem funcionar conjuntamente como um sensor.

Em outras realizações, a fonte de energia 145 pode ser uma fonte radioativa, um dispositivo emissor, uma fonte acústica, uma fonte passiva, uma fonte ativa, ou as combinações destes. Em outras realizações da invenção, o eixo mecânico compreende ou fica em comunicação com um sensor, um sistema de sensor de resistividade, um sistema de sensor acústico, um sistema de hidrofone, um sistema de sensor de pressão anular, um sistema de sensor de pressão da formação, um sistema de sensor de raios gama, um sistema de sensor de nêutrone de densidade, um sistema de disposição de geofones, ou um sistema de acelerômetro, um sistema de perfuração direcional, um sistema de sensor de inclinação que pode incluir um dispositivo giroscópico, um sistema de dinâmica de perfuração, um outro sistema que possa ser utilizado para

avaliar propriedades da formação, um sensor ativo, um sensor passivo, ou as combinações destes.

Com referência agora à Figura 2, o conjunto 100 compreende um eixo mecânico 125 com uma fonte de energia 145 disposta na segunda extremidade 130 do eixo mecânico. Múltiplos receptores de energia 150 são dispostos ao longo das bordas exteriores do conjunto de broca de perfuração 100 e do cabo de ferramentaria 160. Isto permite que a energia emitida pela fonte de energia 145 seja recebida pelos receptores de energia 150 a distâncias variadas da fonte de energia 145. Com a medição das diferenças entre a energia recebida pelos receptores de energia 150, podem ser feitos cálculos que caracterizam as propriedades físicas da formação 155. Nas realizações onde a energia emitida pela fonte de energia 145 é a corrente elétrica, a trajetória da corrente pode parecer similar às linhas 210 mostradas na Figura 2.

Embora não seja mostrado na Figura 2, um sistema de corrente de oposição pode ser utilizado para manipular os cursos elétricos da energia da trajetória. Por exemplo, o sistema de corrente de oposição pode ser disposto entre a fonte de energia 145 e o pelo menos um receptor 150. Um sistema de corrente de oposição pode compreender uma fonte de energia elétrica e um receptor adicionais. A energia passada da fonte elétrica adicional ao receptor do sistema de oposição pode repelir a energia que se desloca da fonte de energia 145, forçando a energia a se deslocar mais profundamente na formação, que permite que sejam feitas medições mais afastadas do conjunto de broca de perfuração. Em outras realizações, um sistema de corrente de oposição pode ser utilizado para confinar o curso da energia a uma trajetória mais próxima do conjunto de broca de perfuração.

Com referência agora à Figura 3, uma fonte de energia 145 e os receptores de energia 150 podem estar em

comunicação com um elemento de processamento local 305. O elemento de processamento 305 pode fornecer o potencial elétrico entre a fonte de energia 145 e os receptores 150 e as medições do registro tomadas como dados. Estes dados podem
5 então ser distribuídos ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria furo-abaixo ou ao equipamento de superfície a ser interpretado. Uma vez interpretado, o conjunto de broca de perfuração 100 pode ser controlado de acordo com a informação fornecida pelas medições.

10 Com referência agora à Figura 4, uma outra realização de um conjunto de broca de perfuração 100 é mostrada. Nesta realização, o conjunto de broca de perfuração compreende um eixo mecânico 125 que é substancialmente projetado da parte operante 115 do conjunto 100. Este tipo de
15 eixo mecânico 125 pode ser utilizado nas aplicações de perfuração direcional que requerem o direcionamento do conjunto de broca de perfuração 100 durante as operações de perfuração. Quando o eixo mecânico 125 é geralmente coaxial ao eixo geométrico central 140 do conjunto, os elementos de
20 impulsão 415 podem ser utilizados para posicionar o eixo mecânico 125 de uma maneira tal que uma trajetória desejada possa ser seguida pelo cabo de ferramentaria 160 durante a perfuração. Em algumas realizações, o eixo pode compreender uma geometria assimétrica que seja adaptada para girar
25 independentemente da parte de corpo do conjunto de broca de perfuração. Um sistema de freio pode ser incorporado no conjunto de broca de perfuração ou em um componente de cabo de ferramentaria furo-abaixo unido ao conjunto de broca de perfuração. O freio pode ser adaptado para posicionar a
30 geometria assimétrica do eixo de uma maneira tal que faça com que o cabo da broca se desloque ao longo de uma trajetória predeterminada. Uma vez que o eixo esteja posicionado corretamente, o freio pode liberar o eixo que, devido ao peso

do cabo de ferramentaria nele carregado, irá se fixar de maneira rotativa de encontro à formação enquanto o conjunto de broca de perfuração gira em torno do eixo mecânico.

Nesta realização, o eixo mecânico 125 compreende
5 um sensor 405. Quando o sensor 405 mostrado for um sensor de resistividade do tipo de indução, em outras realizações o sensor 405 pode ser um sensor de resistividade de lateroregistro, um sensor de resistividade normal curto, uma ferramenta de resistividade de onda eletromagnética, um
10 sensor nuclear, um sensor acústico, ou um sensor de pressão. Acredita-se que um eixo alongado 125 tal como mostrado nesta figura possa substancialmente acoplar na formação furo-abaixo 155 e fornecer os dados que representam mais exatamente as características da formação 155 que está sendo perfurada.

15 Com referência agora à Figura 5, um conjunto de broca de perfuração 100 mecanicamente similar àquele da Figura 4 é mostrado com o eixo mecânico 125 que compreende uma fonte de energia 145 e um receptor de energia 150 correspondente. Um ou ambos a fonte de energia 145 e o
20 receptor de energia 150 pode ser isolados eletricamente um do outro com o material isolante 505.

Uma vantagem de tal configuração é que, sob as circunstâncias em que o eixo mecânico 125 acopla em uma formação furo-abaixo, a energia emitida pela fonte de energia
25 145 passa quase que completamente através da formação 155 e minimiza a interferência dos líquidos de perfuração e de outros materiais utilizados na perfuração. A fonte de energia 145 também pode ser utilizada conjuntamente com os receptores adicionais 150 localizados mais acima do cabo de
30 ferramentaria furo-abaixo 160.

Com referência agora à Figura 6, as medições sísmicas e sônicas podem fornecer informações muito úteis sobre a composição das formações furo-abaixo 155. Por esta

razão, um eixo mecânico 125 no conjunto furo-abaixo pode compreender uma fonte de energia 145 que produz energia acústica. Na realização mostrada, a fonte de energia 145 é um dispositivo piezelétrico em comunicação com o eixo mecânico

5 125. O dispositivo piezelétrico é adaptado para criar e passar um sinal acústico através do eixo mecânico 125 e para a formação furo-abaixo 155, depois do que as partes refletidas do sinal acústico podem ser recebidas pelos receptores de energia 150 dispostos ao longo do cabo de

10 ferramentaria 160 ou posicionados na superfície. Preferivelmente, a fonte acústica é adaptada para produzir um sinal que compreenda múltiplas frequências. A fonte de energia acústica 145 pode estar em comunicação com o equipamento de controle furo-abaixo e/ou na superfície que

15 fornece um sinal elétrico que é convertido em sinal acústico. Tais fontes podem compreender elementos piezelétricos ou magnetorestritivos. O equipamento de controle pode estar em comunicação com a fonte através de um meio eletricamente condutor. Por exemplo, um cabo coaxial, um fio, um par

20 trançado de fios, ou as combinações destes podem ser fixados dentro do conjunto de broca de perfuração e pelo menos um componente de cabo de ferramentaria furo-abaixo conectado ao conjunto de broca de perfuração. Os meios podem estar em comunicação indutiva ou elétrica uns com os outros através

25 dos acopladores 615 posicionados de modo a permitir a transmissão do sinal através da conexão do componente furo-abaixo e do conjunto de broca de perfuração. Os acopladores podem ser dispostos dentro de rebaixas no ressalto principal ou secundário da conexão, ou eles podem ser dispostos dentro

30 de inserções posicionadas dentro dos furos de conexão do conjunto de broca de perfuração e do componente de cabo de ferramentaria furo-abaixo. Em outras realizações, a energia

acústica pode ser emitida do eixo mecânico 125 ao utilizar meios hidráulicos ou outros meios mecânicos.

A realização mostrada na Figura 6 pode incrementar a dinâmica de perfuração através da estabilização do conjunto de broca de perfuração e também ajudando a controlar o peso carregado na parte operante. O eixo mecânico 125 pode ser controlado hidráulica, elétrica ou mecanicamente para se mover verticalmente com respeito ao conjunto de broca de perfuração 100. Uma mola absorvedora de choques 605 e rolamentos 610 também podem ajudar na funcionalidade mecânica do eixo mecânico 125.

A realização na Figura 6 também pode ser operada em um modo passivo onde as vibrações, os choques causados pela perfuração ou alguma outra fonte de energia acústica (tal como da superfície ou uma operação de poço cruzado) podem vibrar o eixo mecânico. Tais vibrações podem ser convertidas por um elemento piezelétrico ou magnetorestritivo em sinais elétricos. Estes sinais podem fornecer informações sobre as propriedades físicas das rochas adiante, em torno ou acima da parte operante.

Com referência agora à Figura 7, as ondas acústicas 701 emitidas do eixo mecânico 125 são mostradas alcançando um limite de impedância acústica 705. Os limites de impedância acústica 705 podem ser um resultado de uma característica na formação, tal como uma falha, um corpo de sal, uma mudança na dureza da formação, uma mudança no material da formação, uma formação de hidrocarboneto, ou outras mudanças na formação. As ondas acústicas são refletidas de tais limites de impedância acústica 705 e podem ser detectadas pelos receptores de energia 150 na superfície, no cabo de ferramentaria 160, no conjunto de broca de perfuração e/ou no eixomecânico. Os atributos físicos dos limites acústicos 705 tais a como sua localização espacial e

os atributos dimensionais ou de superfície, as propriedades acústicas e a composição podem ser obtidos ao interpretar as ondas recebidas pelos receptores de energia 150. Estes atributos podem então ser utilizados para dirigir o cabo de ferramentaria 160 na maneira mais benéfica com respeito aos limites acústicos 705. Embora não seja mostrado na Figura 7, uma onda acústica pode ser produzida na superfície ou em um outra localização no cabo de ferramentaria e ser refletida do limite de impedância acústica e ser recebida por receptores de energia no eixo mecânico.

Com referência agora à Figura 8, o conjunto de broca de perfuração 100 pode compreender um sensor de pressão adaptado para medir a força de compressão da formação 805. O sensor de pressão 805 pode estar em comunicação com o eixo mecânico 125 ou ser disposto dentro do eixo mecânico. Nesta realização particular, uma formação de alta potência 155 está sendo penetrada pelo conjunto de broca de perfuração 100 e a potência da formação 155 faz com que o eixo mecânico 125 seja empurrado para cima rumo ao conjunto de broca de perfuração 100 e comprime a mola 605. A mola 605 pode ser razoavelmente resiliente de maneira tal que uma quantidade significativa de pressão pode ser requerida para comprimir a mesma. O sensor 805 mostrado é um sensor de posição que pode detectar a posição do eixo mecânico 125. Tal sensor pode incluir ímãs, elementos de efeito de Hall, elementos piezelétricos, elementos magnetorestritivos, elementos capacitivos, ou as combinações destes. Nesta realização, a posição do eixo mecânico 125 pode ser indicativa da pressão da formação 155. O sensor 805 pode acompanhar a posição do eixo mecânico 125, mas em algumas realizações um dispositivo acompanhador 810 pequeno no eixo mecânico 125 pode fornecer medições mais exatas. Em algumas realizações, um sensor da tensão pode ser utilizado para medir a tensão no eixo, na mola, ou em ambos.

Com referência agora à Figura 9, os sensores 405 dispostos dentro do eixo de um conjunto de broca de perfuração 100 podem ser sensores acústicos, tais como geofones. Os sensores acústicos podem ser particularmente
5 úteis para medições de ondas sísmicas e sônicas. Em algumas realizações, uma fonte acústica pode gerar uma grande quantidade de energia acústica na superfície da terra. A energia acústica se propaga então através do solo até alcançar os sensores acústicos. Uma vez que a forma de onda
10 de energia acústica recebida nos vários sensores 405 pode ser indicativa das características físicas da formação 155 que está sendo perfurada, pode ser particularmente útil se os sensores acústicos forem dispostos no eixo mecânico 125 que acopla na formação furo-abaixo 155. Os sensores não podem ser
15 limitados a ser posicionados no eixo mecânico, mas podem ser adicionalmente posicionados em outra parte no cabo de ferramentaria como parte de uma disposição.

Em outras realizações, um sinal acústico pode ser gerado furo-abaixo através de fontes acústicas dispostas no
20 conjunto de broca de perfuração 100 ou outras posições no cabo de ferramentaria 160. O sinal acústico também pode vir de um outro furo de poço, ou em algumas realizações o sinal acústico pode ser gerado pelas vibrações no solo geradas à medida que o conjunto de broca de perfuração avança no solo.
25 Em ainda uma outra realização, o sinal acústico pode ser gerado pelo processo de pressurização e fratura da formação ao longo da fraqueza na formação. Em tal realização, o furo do poço pode ser pressurizado até uma extensão que a formação se rompe em seus pontos mais fracos. As vibrações geradas
30 pela fratura da formação podem ser registradas pelos sensores 405. Os sensores 405 podem estar em comunicação com um módulo de armazenamento local 905 que pode registrar os seus dados e/ou fornecer energia elétrica ao mesmo. O módulo de controle

905 pode se comunicar com o equipamento de controle de cabo de ferramentaria para ajudar no planejamento da trajetória do cabo de ferramentaria 160.

A Figura 10 mostra uma vista em seção transversal do conjunto de broca de perfuração com ondas acústicas 1005 refletidas de um limite de impedância acústica 705 que está adiante ou então próximo à broca e é recebido pelos sensores 405 no eixo, ao longo do cabo de ferramentaria, ou na superfície. Em outras realizações da invenção, os sensores 10 405 podem detectar raios gama, energia radioativa, resistividade, torque, pressão, ou outras medições da dinâmica de perfuração, ou as combinações destes da formação furo-abaxio 155 que está sendo perfurada.

Com referência agora à Figura 11, em algumas 15 realizações da invenção pode ser vantajoso que um conjunto de broca de perfuração 100 compreenda um eixo mecânico 125 com uma fonte de energia 145 que seja radioativa ou emita partículas subatômicas. Os exemplos de tais fontes incluem fontes de radiação gama ativas e fontes de nêutrons. Pelo 20 menos um receptor de energia 150 pode ser disposto dentro do conjunto de broca de perfuração 100 e receber a energia radioativa ou as partículas subatômicas que são transmitidas através da formação furo-abaxio 155. Em algumas realizações da invenção, a fonte de energia pode ser disposta dentro do 25 conjunto de broca de perfuração, do cabo de ferramentaria ou na superfície, e o sensor é disposto ou em comunicação com o eixo mecânico. Em algumas realizações, a fonte de radiação gama pode ser o césio 137. A fonte de nêutrons pode compreender uma fonte de amerício e berílio, ou pode 30 compreender um gerador pulsado de nêutrons que utilize íons de deutério e/ou de trítio. Em outras realizações, a fonte de radiação gama ou nêutrons pode ser disposta dentro do corpo do conjunto de broca de perfuração.

Com referência agora à Figura 12, o conjunto de broca de perfuração 100 pode compreender múltiplas fontes de energia 145 no eixo mecânico 125. Por exemplo, o eixo mecânico 125 pode compreender uma fonte de radiação de raios gama além de uma fonte de corrente elétrica. Os receptores de energia 150 correspondentes podem operar conjuntamente com as fontes de energia 145 para fornecer medições da radiação gama e da resistividade, respectivamente.

Um conjunto de broca de perfuração 100 de acordo com a presente invenção pode estar em comunicação com uma ou mais ferramentas em uma rede. Com referência agora à Figura 13, uma rede furo-abaixo 1300 pode compreender um ou mais componentes de cabo de ferramentaria furo-abaixo 1305 ligados conjuntamente em uma cabo de ferramentaria 160 e em comunicação com o equipamento de superfície 1303. Os dados podem ser transmitidos para cima e para baixo pelo cabo de ferramentaria 160 e entre componentes de ferramenta 1305 diferentes.

O cabo de ferramentaria 160 pode ser suspenso por um guindaste 1301. Os dados podem ser transmitidos ao longo do cabo de ferramentaria 160 através de técnicas conhecidas no estado da técnica. Um método preferido de transmissão de dados de furo-abaixo que utiliza acopladores indutivos dispostos em junções de ferramenta é descrito na patente norte-americana 6.670.880 concedida a Hall, et AL., que é aqui incorporada a título de referência para tudo o que descreve. Uma trajetória alternativa da transmissão de dados pode compreender contatos elétricos diretos em junções de ferramenta, tal como no sistema descrito na patente norte-americana 6.688.396 concedida a Floerke, et al., que é aqui incorporada a título de referência para tudo o que descreve. Um outro sistema de transmissão de dados que também pode ser adaptado para o uso com a presente invenção é descrito na

patente norte-americana 6.641.434 concedida a Boyle, et al., que também é aqui incorporada a título de referência para tudo o que descreve. Em algumas realizações da presente invenção, formas alternativas de telemetria podem ser
5 utilizadas para se comunicar com o conjunto de broca de perfuração, tais como os sistemas de telemetria que se comunicam através da lama de perfuração ou através do solo. Tais sistemas de telemetria podem utilizar ondas eletromagnéticas ou acústicas. As formas alternativas de telemetria podem ser o sistema de telemetria principal para
10 uma comunicação com o conjunto de broca de perfuração ou podem ser sistemas alternativos projetados para manter alguma comunicação se o sistema de telemetria principal falhar.

Um pivô de dados 1302, ou uma conexão de dados sem
15 fio furo-acima pode facilitar a transferência dos dados entre o cabo de ferramentaria girável 160 e o equipamento de superfície estacionário 1303. Os componentes 1305 do cabo de ferramentaria furo-abaxo podem compreender tubulações de perfuração, frascos, absorvedores de choques, martelos de
20 lama, martelos de ar, motores de lama, turbinas, escareadores, sub-escareadores, apetrechos de pesca, elementos de impulsão, ferramentas de MWD, ferramentas de LWD, fontes sísmicas, receptores sísmicas, bombas, perfuradores, acondicionadores, outras ferramentas com uma
25 carga explosiva, e sirenas de pulso de lama.

A presença de uma rede 1300 no cabo de ferramentaria 160 pode permitir uma comunicação de alta velocidade entre cada dispositivo conectado a ela e facilitar a transmissão e a recepção dos dados entre os sensores 405,
30 as fontes de energia 145, e os receptores de energia 150 no eixo mecânico 125 do conjunto de broca de perfuração 100.

Com referência agora à Figura 14, um conjunto de broca de perfuração 100 com uma fonte de energia 145, são

mostrados os receptores de energia 150 e os sensores 405 projetados para operar em uma rede furo-abaiixo 1300. A fonte de energia 145 e os sensores 405 são dispostos dentro do eixo mecânico 125. Um elemento de processamento 305 pode controlar a fonte de energia 145, seus receptores de energia 150 correspondentes, e os sensores 405. O elemento de processamento 305 também pode servir para registrar os dados recebidos ou interpretar as medições dos receptores de energia 150 ou dos sensores 405. O elemento de processamento 305 pode estar em comunicação com a rede furo-abaiixo 1300 através de um sistema de acopladores indutivos 615 e cabo coaxial 1403 dispostos dentro do cabo de ferramentaria 160 tal como foi discutido anteriormente.

Com referência agora à Figura 15, um método de recuperação de dados furo-abaiixo 1500 compreende as etapas de provisão 1505 de um conjunto de broca de perfuração que tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante, provisão 1510 de um eixo mecânico que compreende uma extremidade que é substancialmente projetada da parte operante, em que o eixo tem pelo menos um sensor, e transferência 1515 dos dados do sensor ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria.

O método 1500 pode incluir a etapa de acoplamento de uma formação furo-abaiixo com a extremidade do eixo mecânico. Isto pode fornecer medições ideais e/ou dados do sensor disposto dentro do eixo mecânico. Os dados podem ser transferidos 1515 do sensor ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria, tal como o equipamento de impulsão inteligente furo-abaiixo ou o equipamento de controle de superfície através de uma rede furo-abaiixo. O equipamento de controle de cabo de ferramentaria pode então mudar os parâmetros de perfuração de acordo com os dados recebidos para otimizar a eficiência de perfuração. Por exemplo, o

conjunto de broca de perfuração pode ser direcionado de acordo com os dados recebidos do sensor.

Os dados também podem ser inseridos em um módulo de armazenamento local para uma recuperação posterior ou
5 transmissão retardada para o equipamento de controle de cabo de ferramentaria.

Com referência agora à Figura 16, um outro método de recuperação de dados furo-abaiixo 1600 compreende as etapas de provisão 1605 de um conjunto de broca de perfuração que
10 tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante, provisão 1610 de um eixo mecânico que compreende uma extremidade que é substancialmente projetada da parte operante, em que o eixo tem pelo menos uma fonte de energia, emissão da energia 1615 da fonte de energia em uma
15 formação e recepção 1620 de pelo menos uma parte da energia emitida furo-abaiixo em uma ferramenta furo-abaiixo.

O método 1600 também pode incluir a etapa de acoplamento de uma formação furo-abaiixo com a extremidade do eixo mecânico. A parte da energia emitida recebida 1620 na
20 ferramenta furo-abaiixo pode ser utilizada para detectar parâmetros da formação, tais como a resistividade, a composição, dimensões físicas, e outras propriedades. A parte da energia emitida recebida 1620 também pode ser registrada como dados e ser armazenada em um módulo de armazenamento
25 local, tal como um elemento de processamento. Outras propriedades da energia recebida 1620 também podem ser registradas como dados, tais como distorções ou transformações nas formas de ondas.

Os dados podem ser enviados ao equipamento de
30 controle de cabo de ferramentaria através de uma rede furo-abaiixo. Tal como no método 1500 da Figura 16, o equipamento de controle de cabo de ferramentaria pode então mudar os parâmetros de perfuração de acordo com os dados recebidos

para otimizar a eficiência de perfuração. O método 1600 pode incluir a etapa de direcionamento do conjunto de broca de perfuração com base nos dados.

Embora que a presente invenção tenha sido descrita em relação particular aos desenhos anexos, deve ficar compreendido que outras modificações ainda além daquelas aqui mostradas ou sugeridas podem ser feitas dentro do âmbito e caráter da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, caracterizado pelo fato de compreender:

5 uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante; em que a parte operante compreende pelo menos um elemento cortador;

uma extremidade de um eixo mecânico que é projetada da parte operante; e

10 pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaixo disposto dentro do eixo mecânico.

2. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo compreende um sensor, um transceptor, uma fonte de energia, ou a combinação
15 destes.

3. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo acopla em uma formação furo-abaixo.

20 4. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo fica em comunicação com uma rede furo-abaixo.

25 5. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma pluralidade de dispositivos de entrada de dados furo-abaixo dispostos dentro do eixo mecânico.

30 6. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte do eixo mecânico é isolada eletricamente da parte de corpo.

7. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o

dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende um sensor de resistividade.

5 8. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende um sensor sísmico e/ou sônico.

10 10. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende um sensor de radiação gama.

11. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende pelo menos um acelerômetro.

15 12. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende um sensor de dinâmica de perfuração.

20 13. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende uma fonte de corrente.

25 14. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende pelo menos uma parte de um dispositivo de medição de resistividade.

30 15. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiço compreende uma fonte acústica.

16. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a fonte acústica compreende um elemento piezelétrico.

5 17. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a fonte acústica gera um sinal sísmico e/ou sônico.

18. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo compreende uma
10 fonte de radiação gama.

fonte de nêutrons.

20. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o eixo mecânico é uma protuberância formada na parte operante do
15 conjunto.

21. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o eixo mecânico é substancialmente coaxial com um eixo geométrico central do conjunto de broca de perfuração.

20 22. MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE DADOS FURO-ABAIXO, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

provisão de um conjunto de broca de perfuração que tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante;

25 provisão de um eixo mecânico que compreende uma extremidade que é substancialmente projetada da parte operante, em que o eixo mecânico tem pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaixo; e

30 transferência dos dados do dispositivo de entrada de dados furo-abaixo para o equipamento de controle de cabo de ferramentaria.

23. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa

de acoplamento de uma formação furo-abaiixo com a extremidade do eixo mecânico.

24. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que os dados são transferidos do dispositivo de entrada de dados furo-abaiixo ao equipamento de controle de cabo de ferramentaria através de uma rede furo-abaiixo.

25. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de direcionar o conjunto de broca de perfuração com base nos dados recebidos do sensor.

26. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o eixo é uma protuberância formada na parte operante do conjunto.

27. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, caracterizado pelo fato de compreender:

uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante; em que a parte operante compreende pelo menos um elemento cortador;

pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaiixo em comunicação com eixo mecânico.

28. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiixo compreende um sensor, um transceptor, uma fonte de energia, ou a combinação destes.

29. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o eixo mecânico acopla em uma formação furo-abaiixo.

30. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaiixo é disposto dentro da parte de corpo, da parte operante ou da parte de haste.

31. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo fica em comunicação com uma rede furo-abaixo.

5 32. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o eixo é uma protuberância formada na parte operante do conjunto.

10 33. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a extremidade do eixo é substancialmente coaxial com um eixo geométrico central do conjunto de broca de perfuração.

15 34. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo compreende uma fonte de corrente elétrica.

35. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo compreende uma fonte de ondas acústicas.

20 36. CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada de dados furo-abaixo compreende uma fonte nuclear.

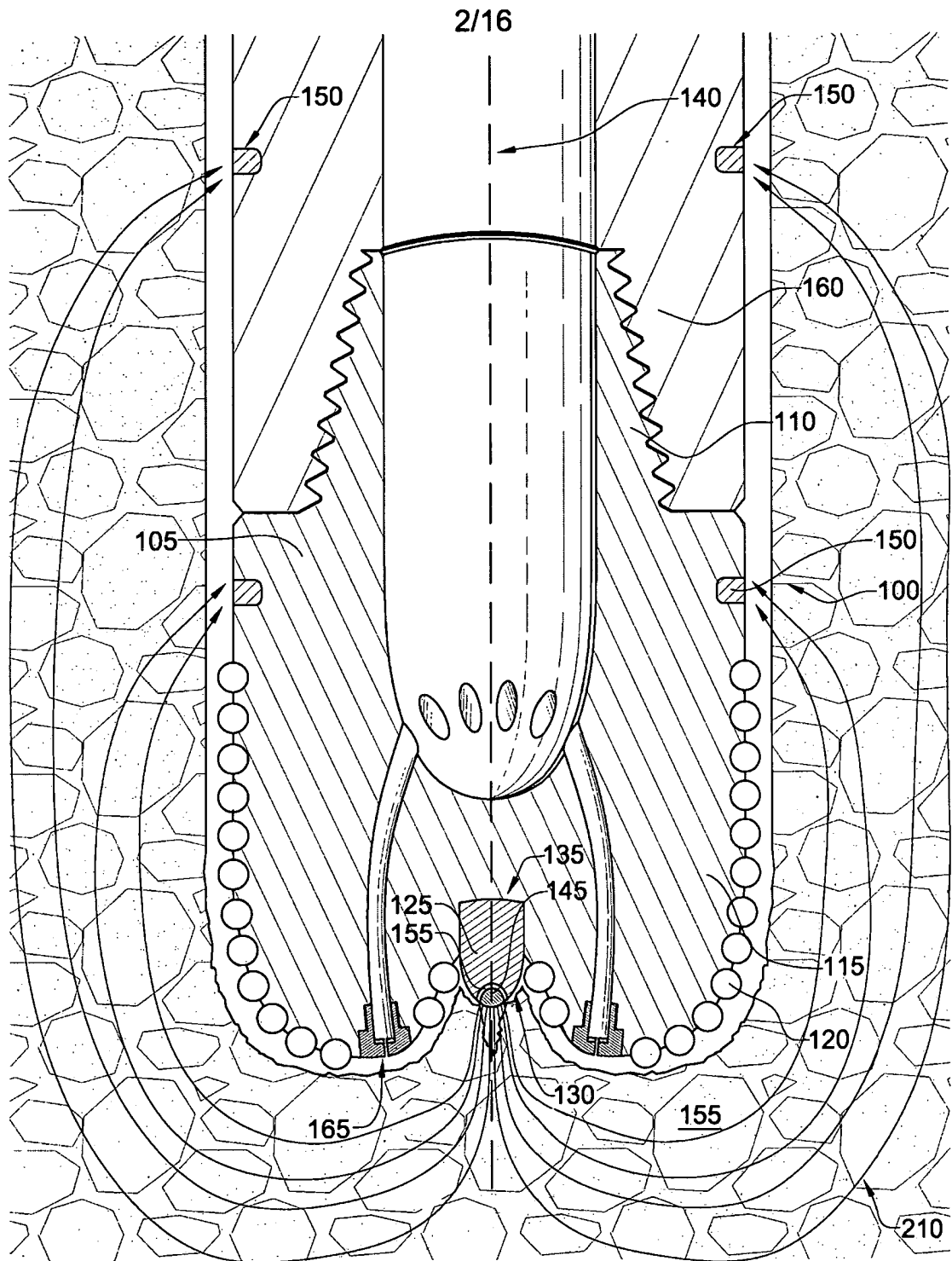


Fig. 2

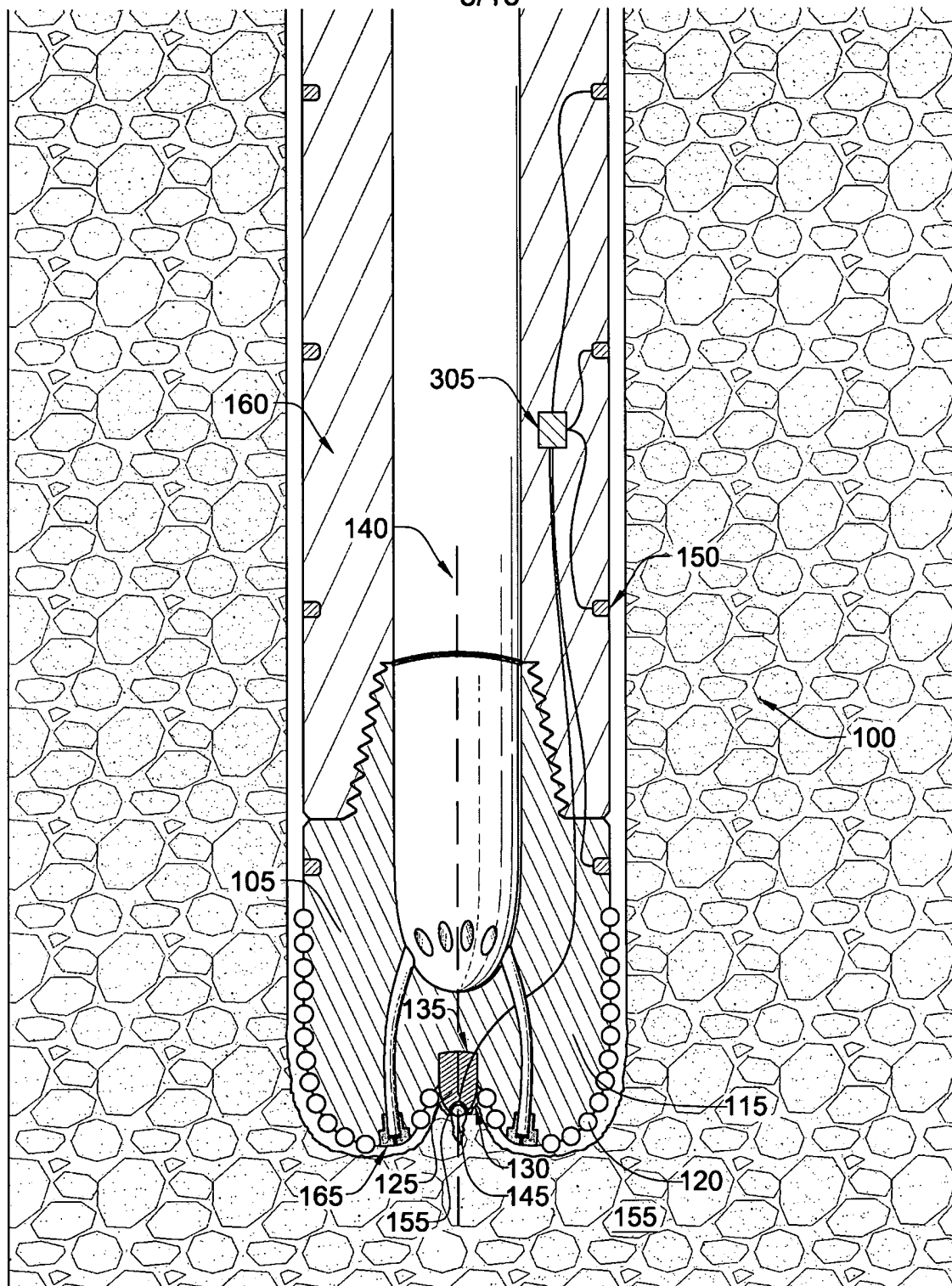
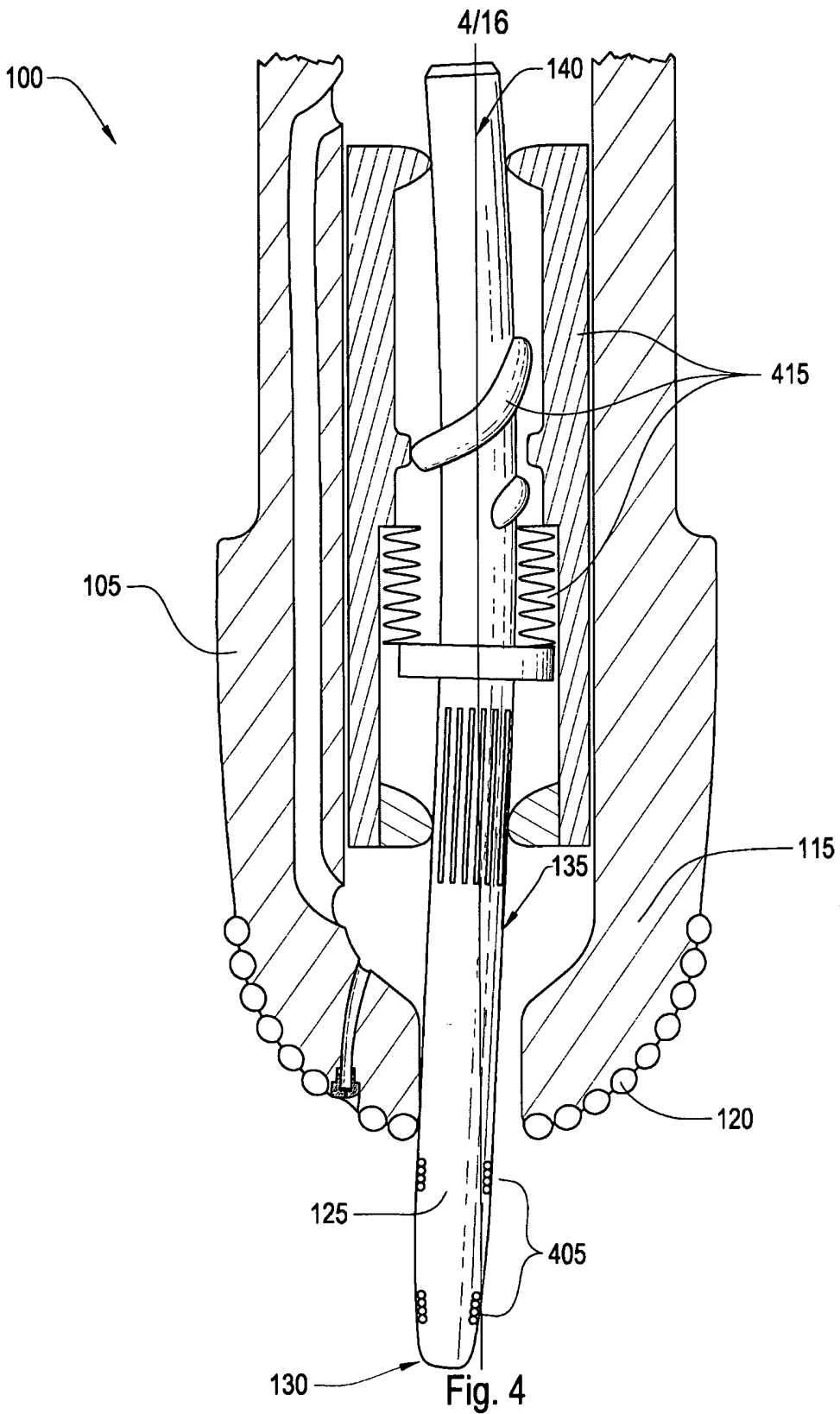
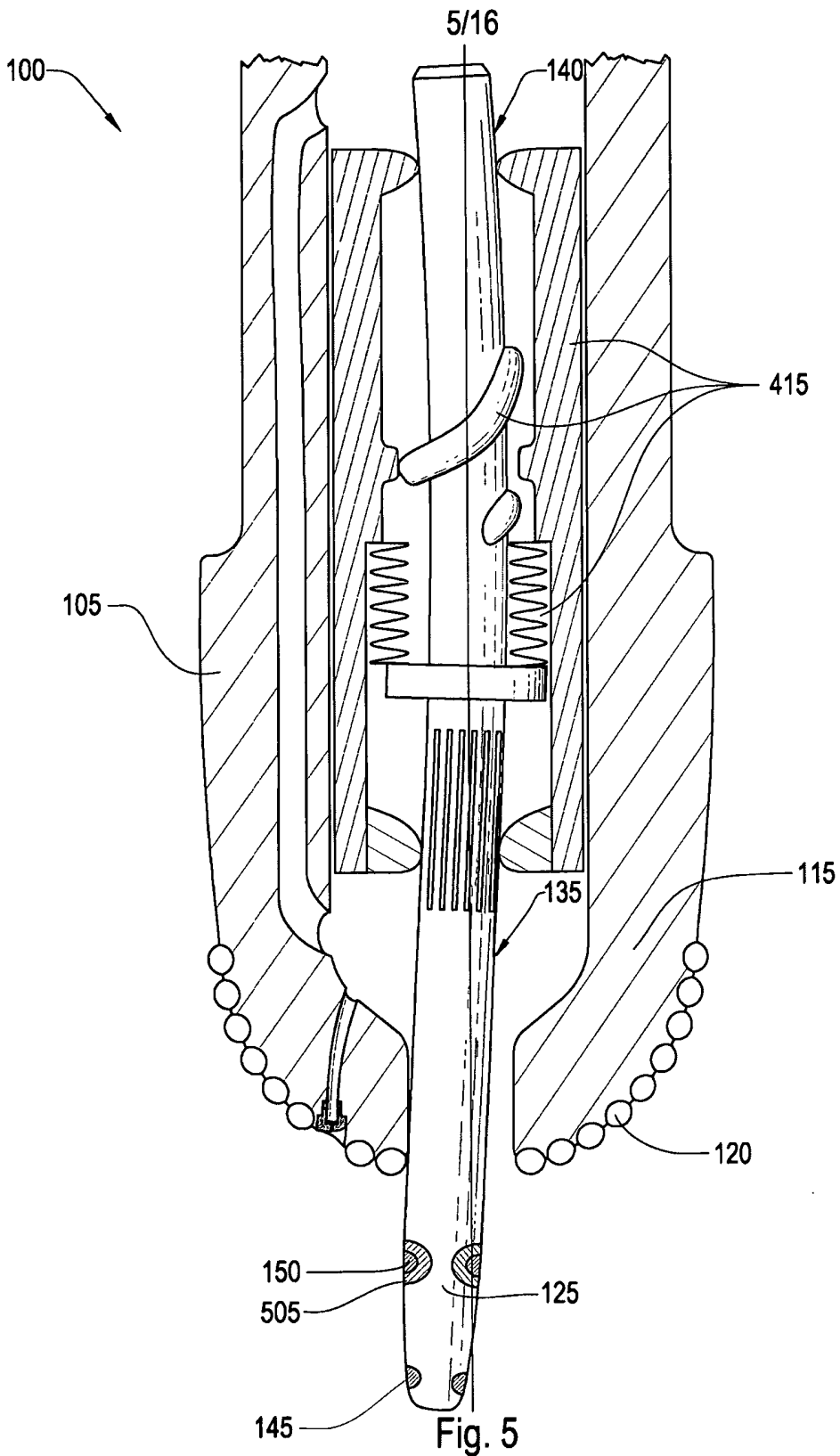


Fig. 3





6/16

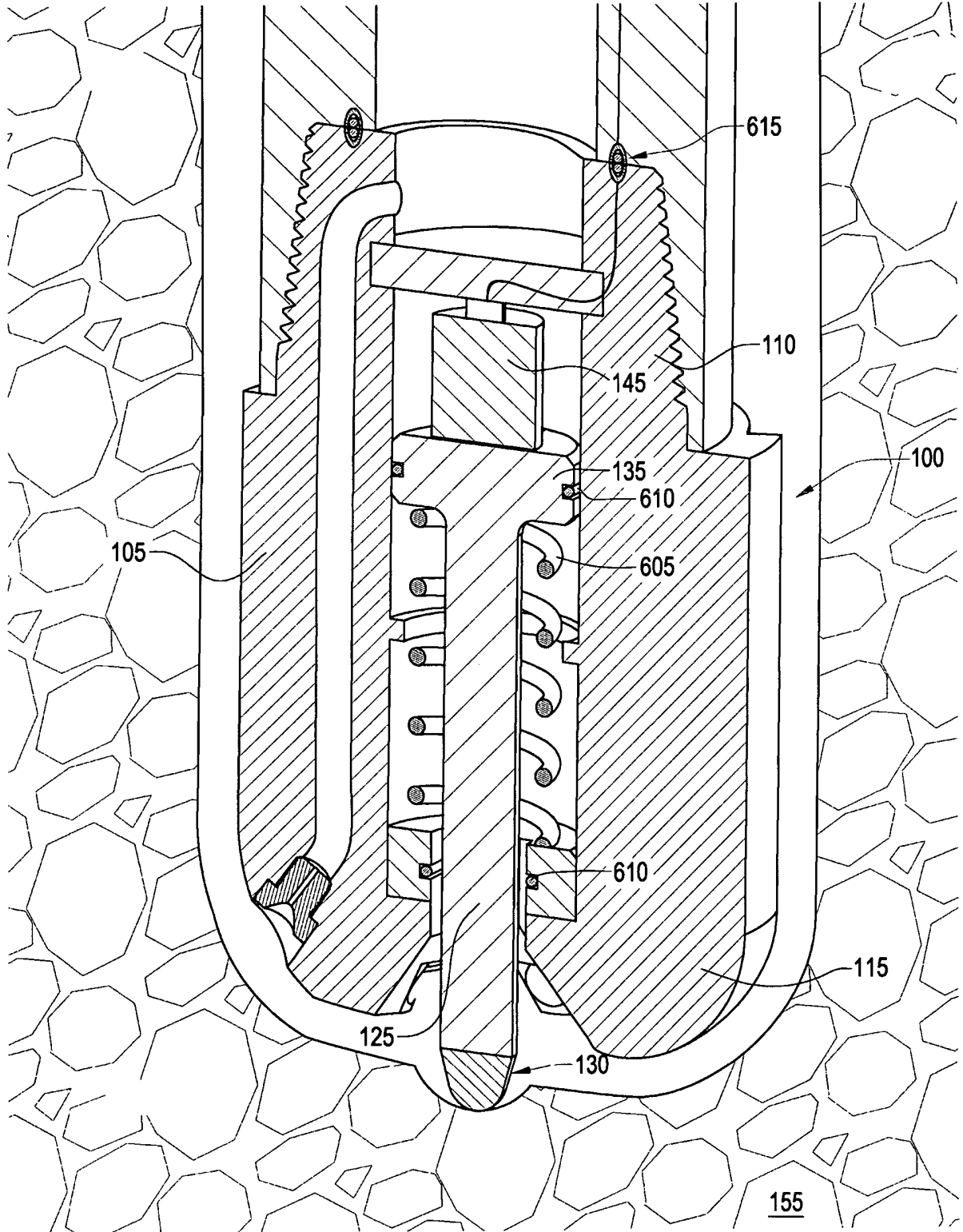


Fig. 6

155

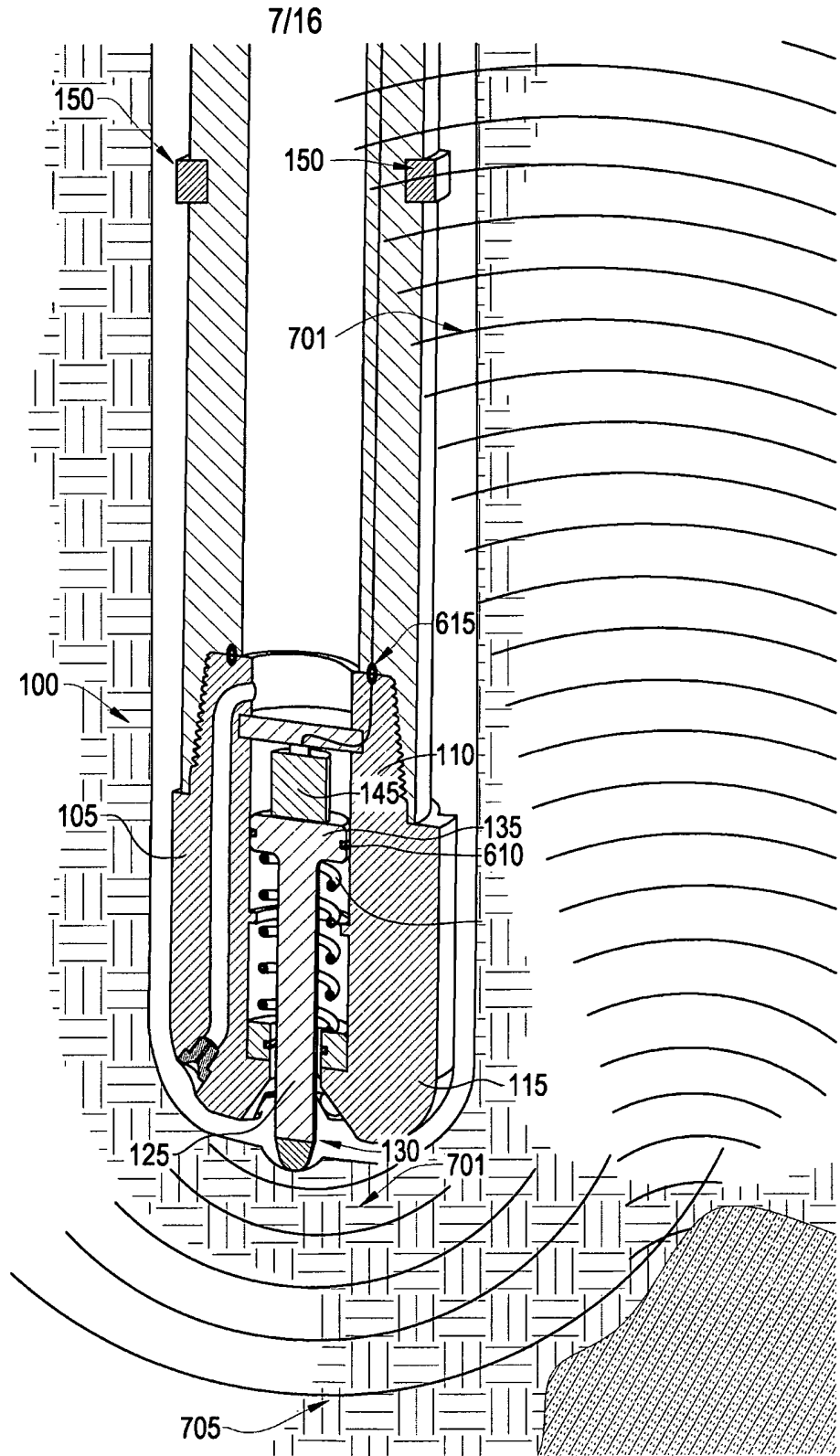


Fig. 7

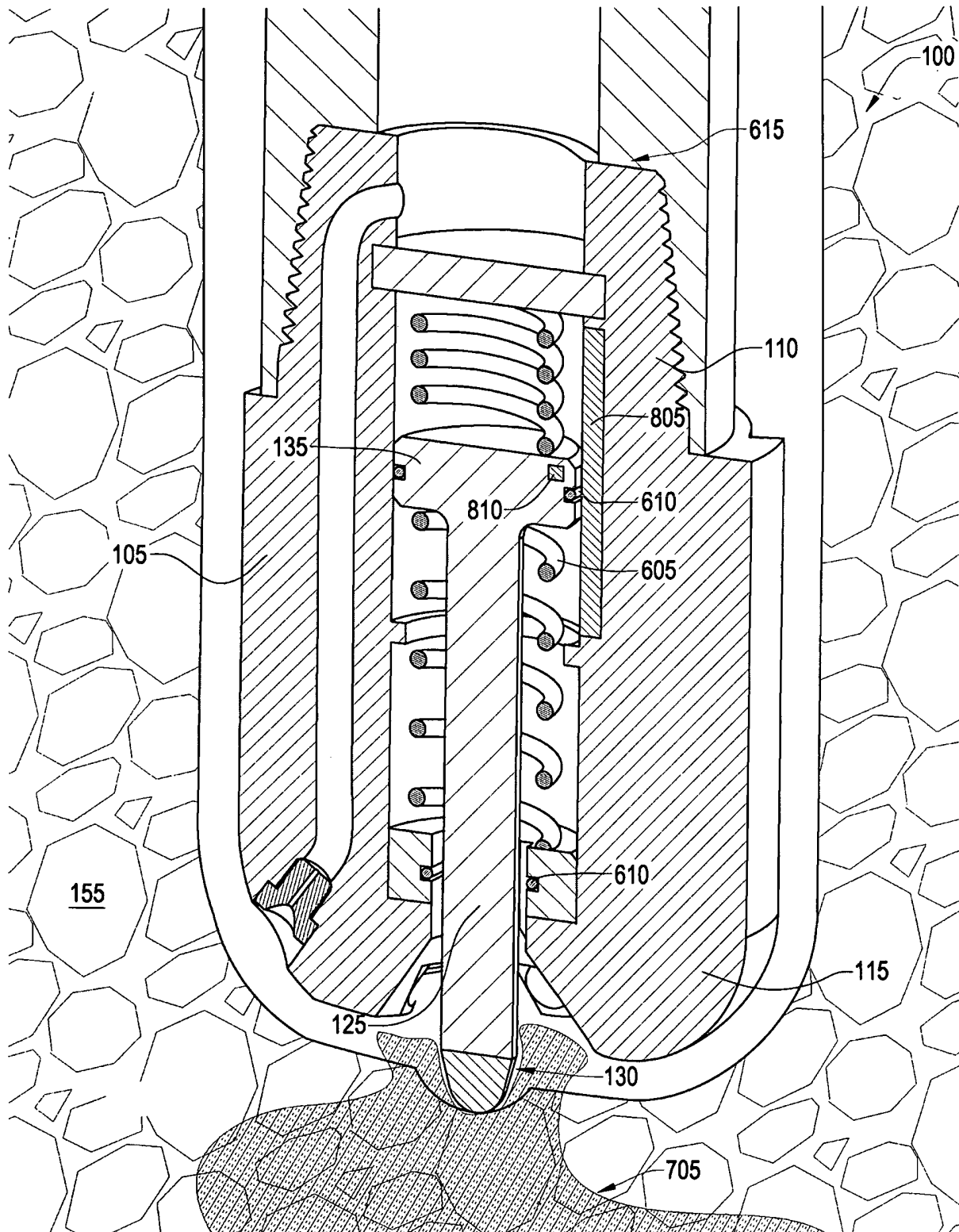


Fig. 8

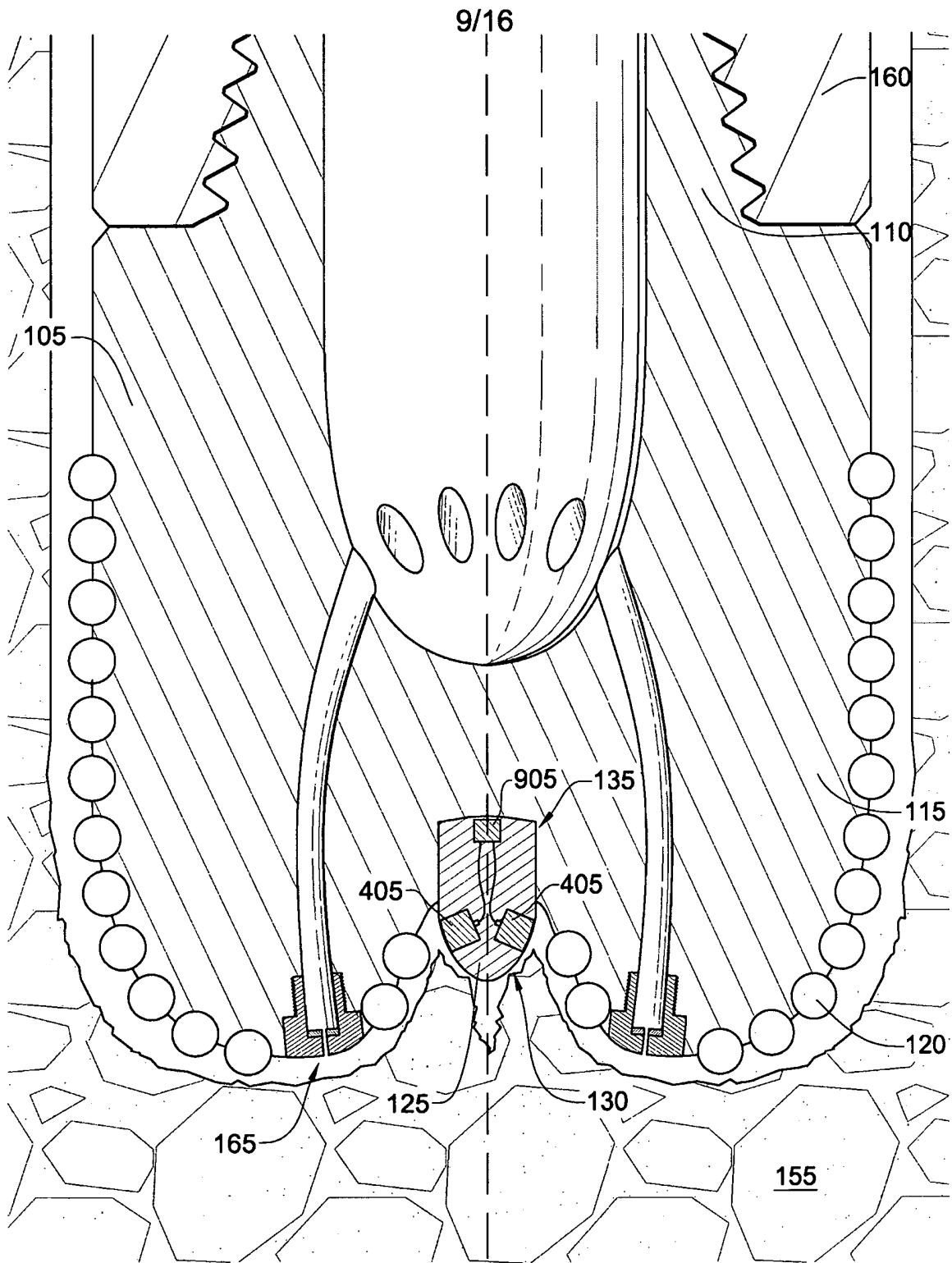


Fig. 9

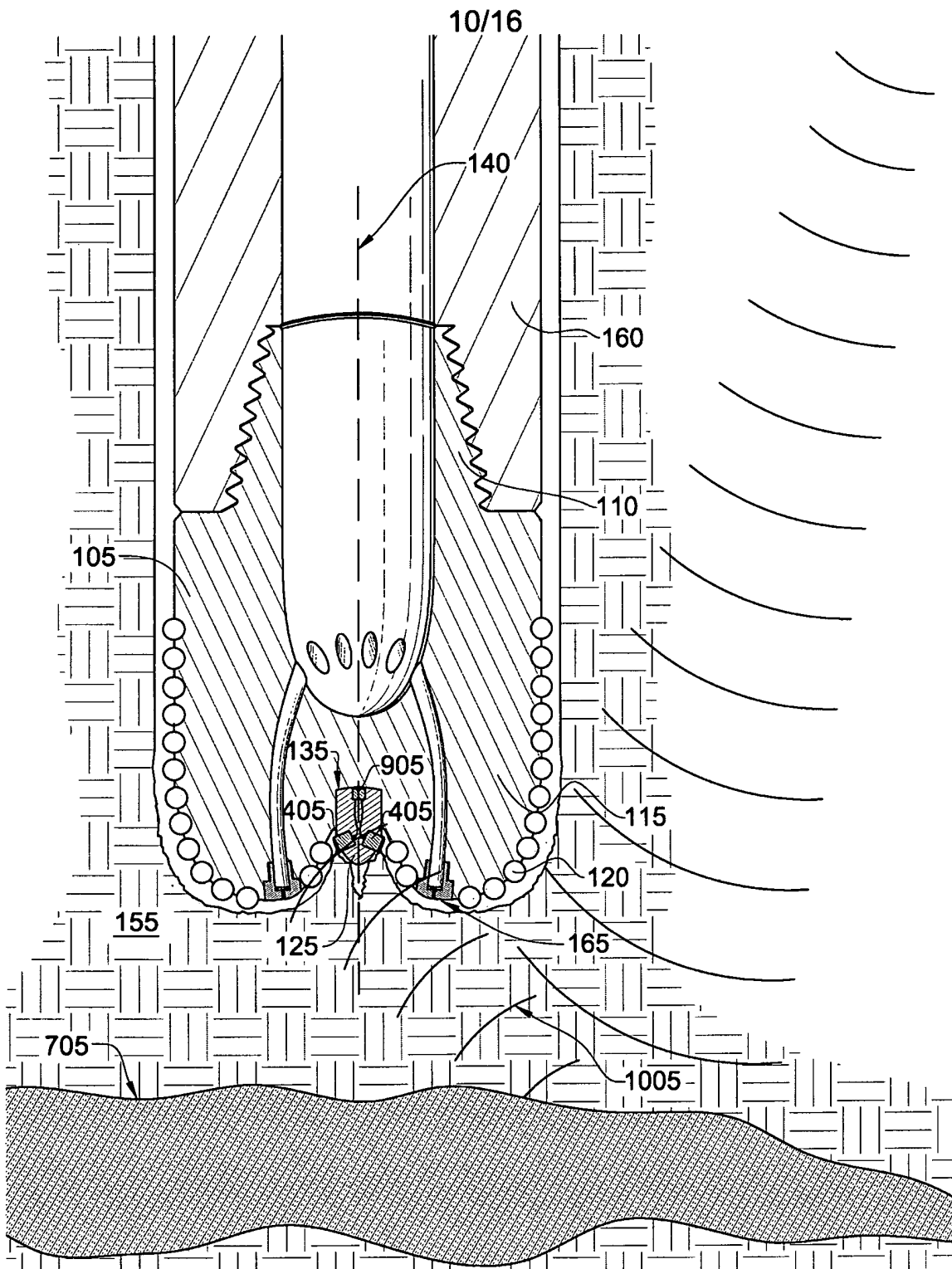


Fig. 10

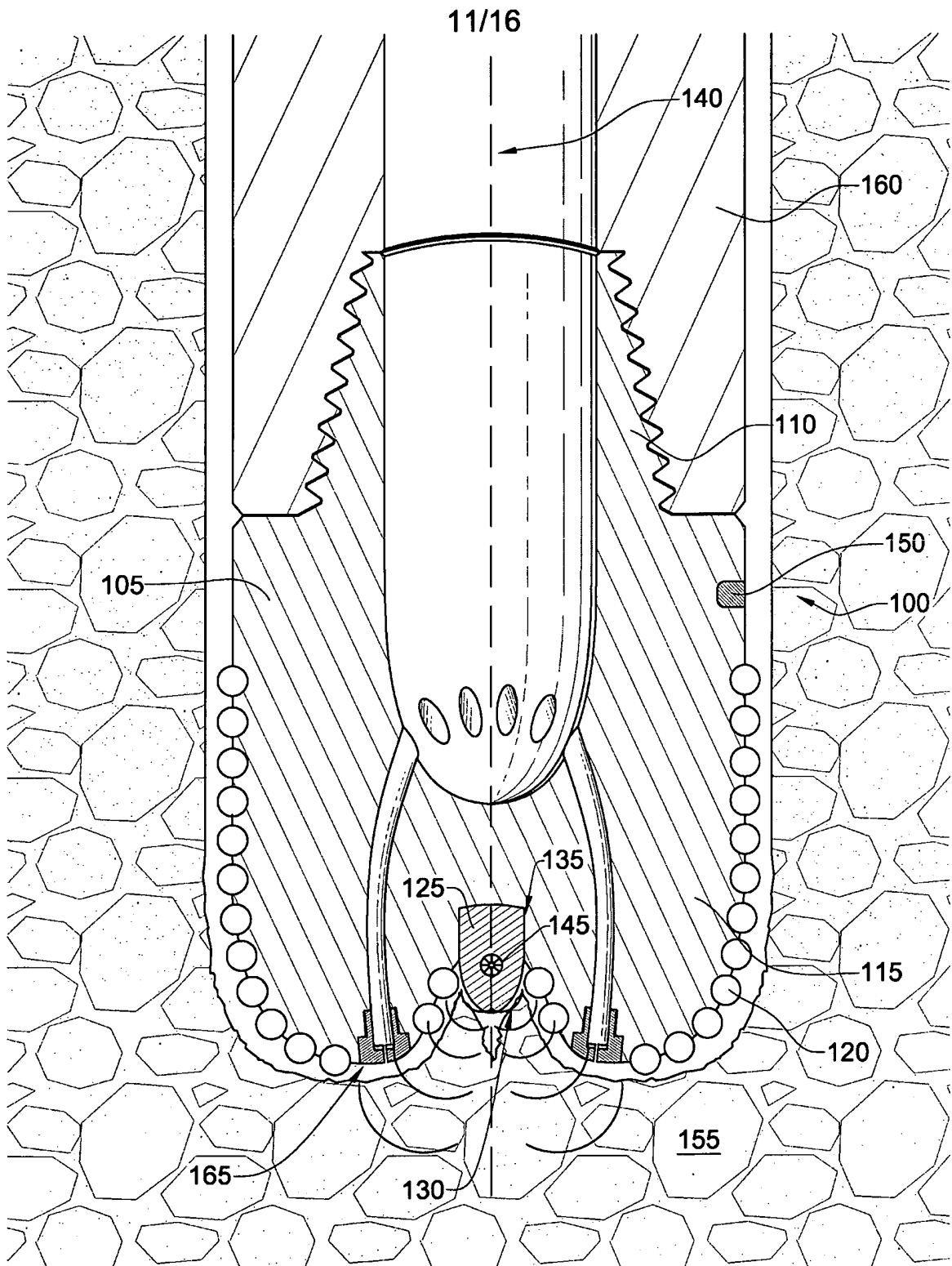


Fig. 11

12/16

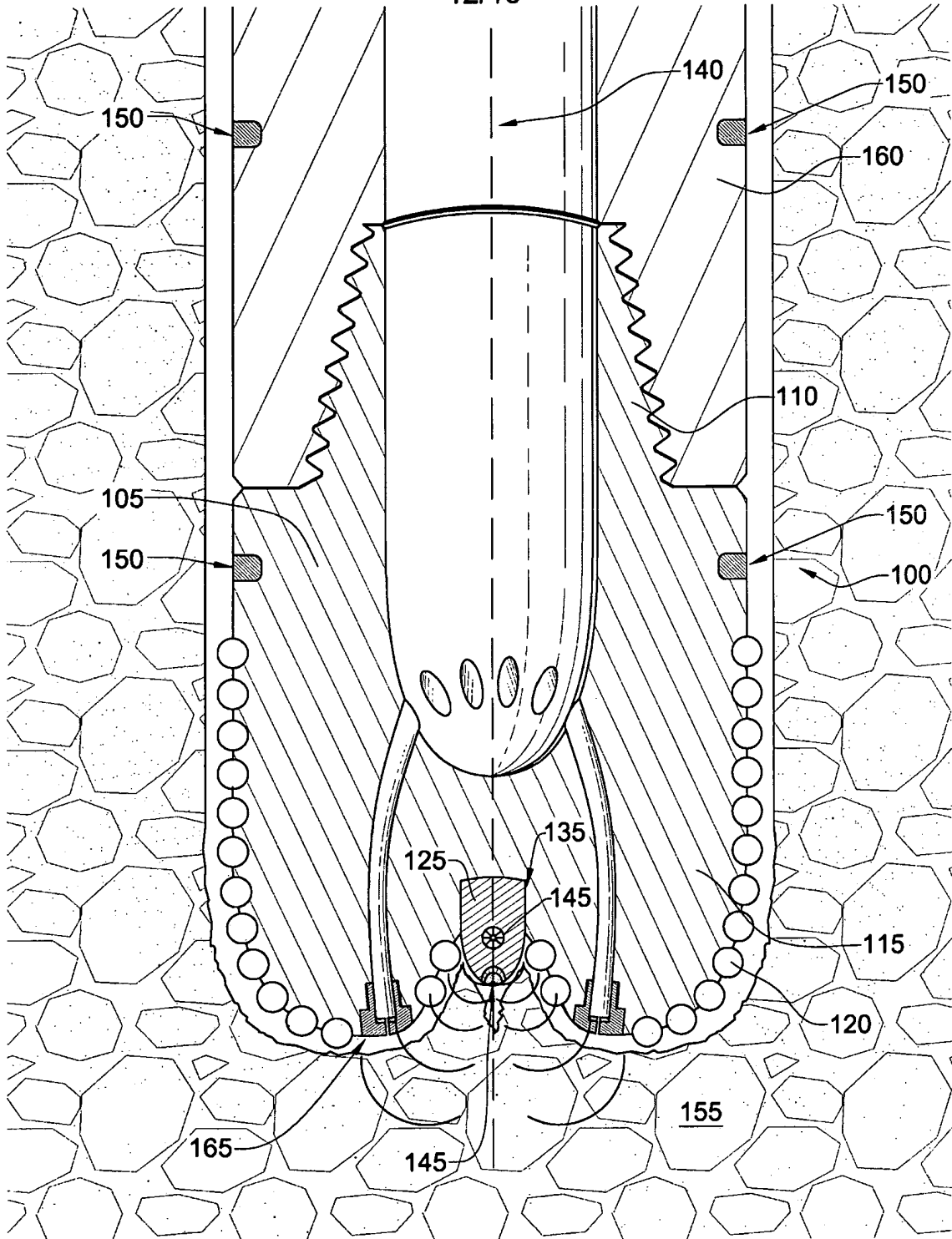


Fig. 12

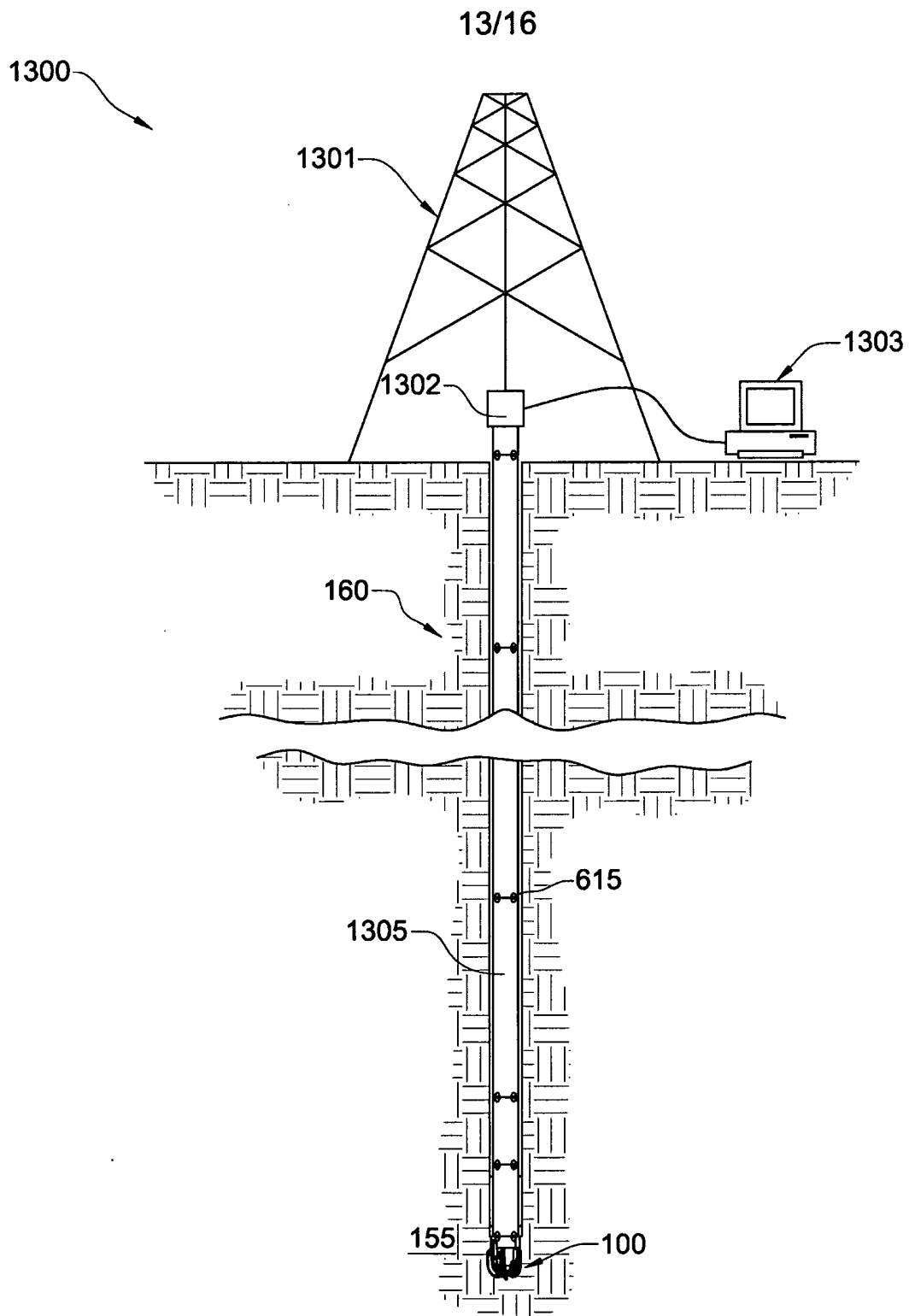


Fig. 13

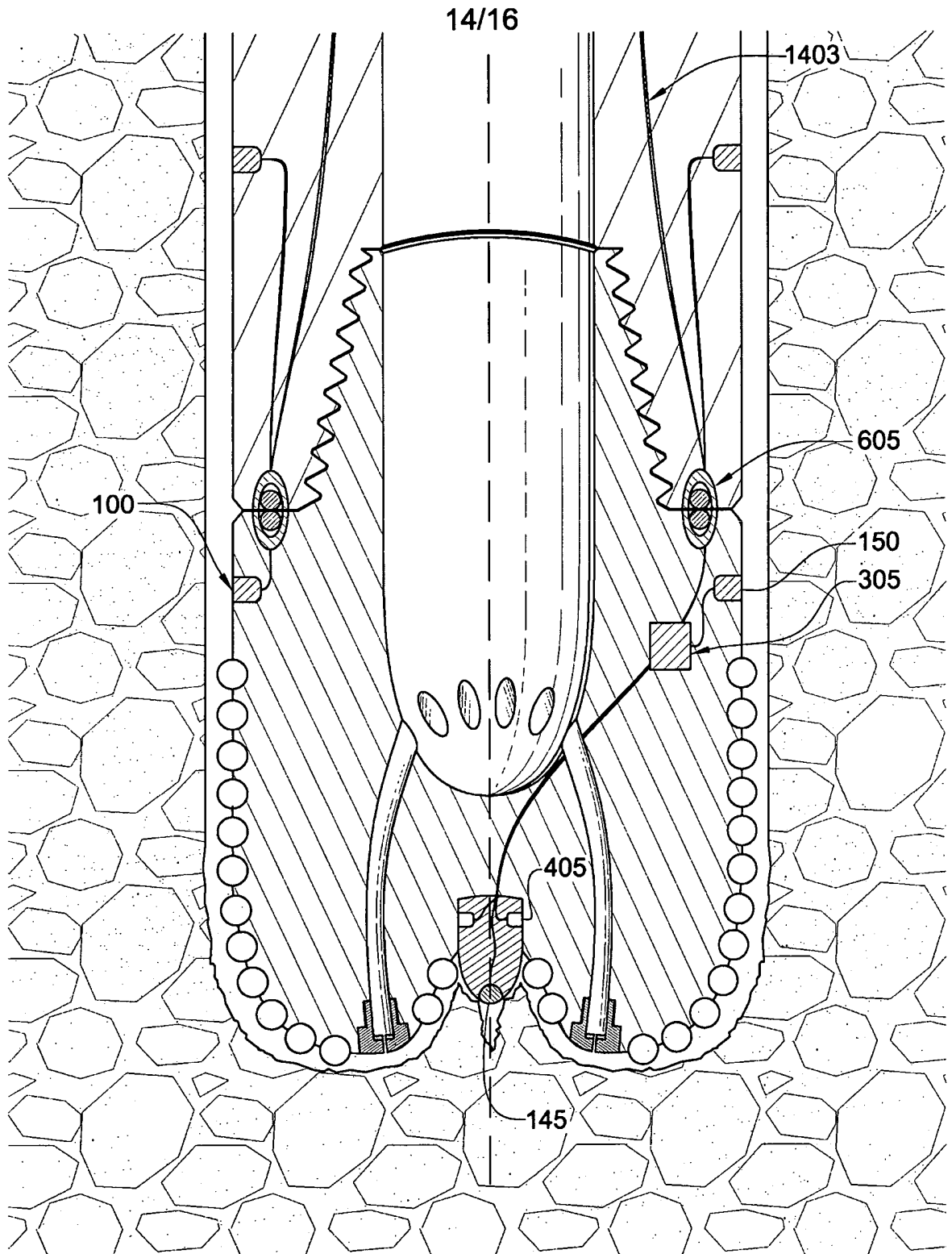



Fig. 14

1500



Provisão de um conjunto de broca de perfuração que tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante

1505

Provisão de um eixo mecânico que compreende uma extremidade que é substancialmente projetada da parte operante, em que o eixo tem pelo menos um sensor

1510

Transferência de dados do sensor para direcionar o equipamento de controle de cabo de ferramentaria

1515

Fig. 15

1600

16/16

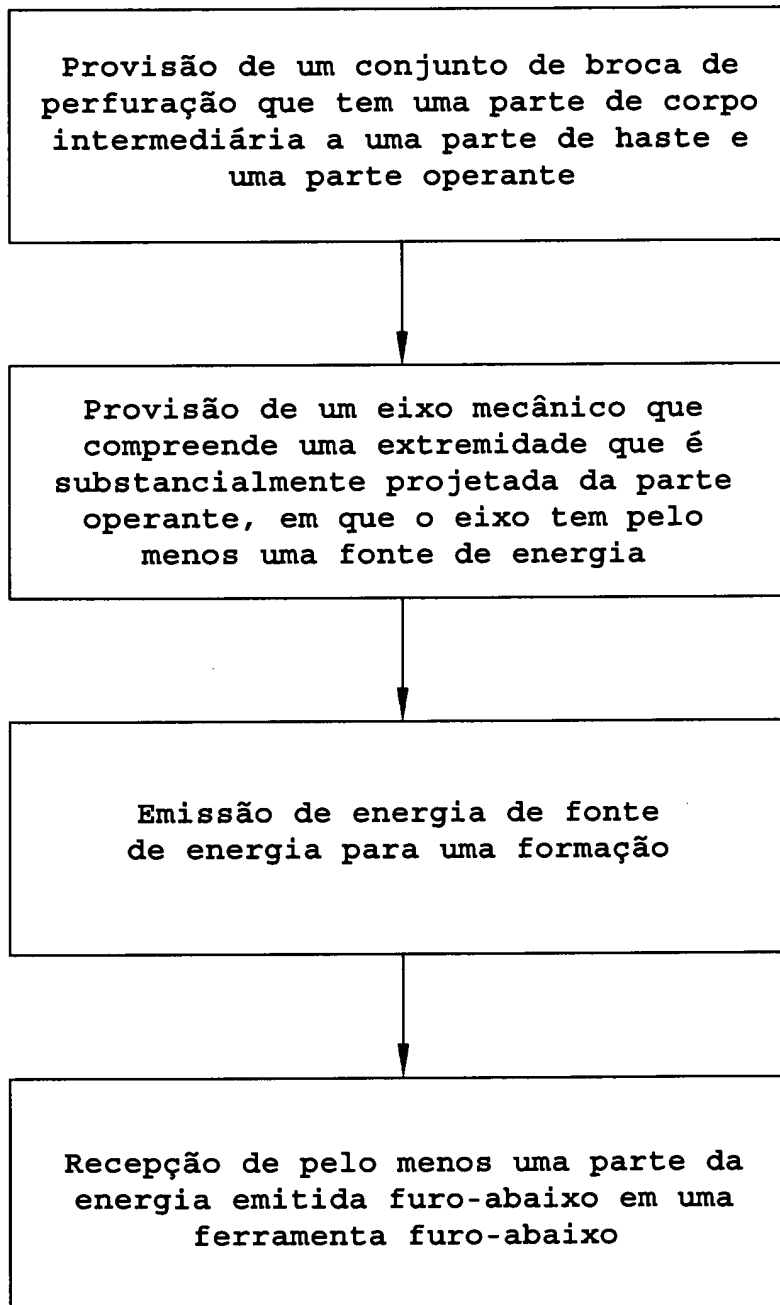


Fig. 16

RESUMO

CONJUNTO DE BROCA DE PERFURAÇÃO, MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE DADOS FURO-ABAIXO E CABO DE FERRAMENTARIA

Em alguns aspectos da presente invenção, um conjunto de broca de perfuração tem uma parte de corpo intermediária a uma parte de haste e uma parte operante. A parte operante tem pelo menos um elemento cortador. Em algumas realizações, o conjunto de broca de perfuração tem um eixo mecânico com uma extremidade substancialmente coaxial a um eixo geométrico central do conjunto. A extremidade do eixo mecânico é substancialmente projetada da parte operante, e pelo menos um dispositivo de entrada de dados furo-abaxo é disposto dentro ou em comunicação com o eixo mecânico.