



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

(11) PI 0512694-0 B1

(22) Data do Depósito: 01/07/2005

(45) Data de Concessão: 23/05/2017



(54) Título: APARELHO E SISTEMA PARA UM TRANSECTOR DE TELEMETRIA ACÚSTICA

(51) Int.Cl.: G01V 11/00; E21B 47/16

(30) Prioridade Unionista: 01/07/2004 US 60/584,629, 16/07/2004 US 60/588,524, 26/07/2004 US 10/898,884

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

(72) Inventor(es): VIMAL V. SHAH; EUGENE J. LINYAEV; DONALD G. KYLE; WALLACE R. GARDNER; JEFFREY L. MOORE

“APARELHO E SISTEMA PARA UM TRANSCÉPTOR DE TELEMETRIA ACÚSTICA”

Campo técnico

[001] A invenção é relativa, genericamente, a comunicações. Em particular, a invenção é relativa a comunicações acústicas entre um conjunto de perfuração de furo descendente e uma superfície de um poço.

Fundamento

[002] Durante operações de perfuração para extração de hidrocarbonetos, uma variedade de técnicas de comunicação e transmissão foram tentadas para fornecer dados em tempo real a partir da vizinhança da broca até a superfície durante perfuração. A utilização de medições ao perfurar (MWD) com transmissão de dados em tempo real proporciona benefícios substanciais durante uma operação de perfuração. Por exemplo, monitoramento de condições furo descendente permite uma resposta imediata a potenciais problemas de controle do poço e melhora programas de lama.

[003] Medição de parâmetros tais como o peso sobre a broca, torque, e condição de desgaste e suporte em tempo real proporcionam operações de perfuração mais eficientes. De fato, velocidades de penetração mais rápidas, melhor planejamento do curso, falhas reduzidas de equipamento, menos atrasos para pesquisas direcionais e eliminação da necessidade de interromper perfuração para detecção de pressão anormal, podem ser conseguidos utilizando técnicas MWD.

[004] Atualmente existem quatro categorias principais de sistemas de telemetria que foram utilizadas para tentar fornecer dados em tempo real a partir da vizinhança da broca de perfuração até a superfície; a saber, ondas acústicas, pulsos de pressão de lama, condutores isolados e ondas eletromagnéticas.

[005] Com relação a ondas acústicas, tipicamente um sinal acústico é gerado junto à broca e é transmitido através do tubo de perfuração, da coluna

de lama ou da terra. Foi verificado, contudo, que a intensidade muito baixa do sinal que pode ser gerado furo descendente, juntamente com o ruído acústico gerado pelo sistema de perfuração, torna difícil a detecção do sinal. Interferência reflexiva e refrativa que resultam de mudanças de diâmetros e conjunto de roscas nas juntas de ferramentas compõem o problema de atenuação de sinal para transmissões em tubo de perfuração. Tal interferência reflexiva e refrativa provoca interferências inter-bits entre os bits de dados que estão sendo transmitidos. Adicionalmente, alongamento ambiental térmico e de carregamento podem provocar perda de contato entre os componentes transmissores em um transmissor acústico. Carga de compressão sobre tal transmissor pode travar a pilha piezométrica e, portanto, pode não permitir transferência de “momentum” para a tubulação. Além disto, vibração grosseira e cargas de choque tendem a induzir fraturas de tensão nos materiais piezométricos frágeis e magnetostritivos, o que poderia desintegrar o conjunto transmissor acústico.

[006] Em um sistema de pulso de pressão de lama a resistência de escoamento de lama através de uma coluna de perfuração é modulada por meio de uma válvula e mecanismo de controle montados em um colar de perfuração especial junto à broca. Este tipo de sistema tipicamente transmite a um bit por segundo, quando o pulso de pressão viaja para cima na coluna de lama próximo à velocidade do som na lama. É bem conhecido que sistemas de pulso na lama são intrinsecamente limitados a alguns bits por segundo devido à atenuação e dispersão de pulsos.

[007] Condutores isolados ou conexão com fio a partir da broca de perfuração até superfície é um método alternativo para estabelecer comunicações furo descendente. Este tipo de sistemática é capaz de uma velocidade de dados elevada, e é possível comunicação em dois sentidos. Foi verificado, contudo, que este tipo de sistema requer um tubo de perfuração especial e conectores de junta de ferramenta especiais, que aumentam

substancialmente o custo de uma operação de perfuração. Também, estes sistemas podem conduzir a falha como resultado das condições abrasivas do sistema de lama e do desgaste provocado pela rotação da coluna de perfuração.

[008] A quarta técnica utilizada para fazer telemetria de dados furo descendente até a superfície, utiliza a transmissão de ondas eletromagnéticas através da terra. Uma corrente que carrega sinal de dados furo descendente é introduzida em um toro ou colar posicionado adjacente à broca de perfuração ou introduzida diretamente na coluna de perfuração. Quando um toro é utilizado, um enrolamento primário, que carrega os dados para transmissão, é enrolado ao redor do toro e um secundário é formado pelo tubo de perfuração. Um receptor é conectado ao terreno na superfície, onde os dados eletromagnéticos são captados e registrados. Foi verificado, contudo, que em aplicações de poço profundo ou ruidoso, sistemas eletromagnéticos convencionais são incapazes de gerar um sinal com intensidade suficiente para ser recuperado na superfície.

[009] Em geral a qualidade de um sinal eletromagnético que alcança a superfície é medido em termos de relação de sinal para ruído. Quando a relação cai, torna-se mais difícil recuperar ou reconstruir o sinal. Embora aumentar a energia do sinal transmitido seja uma maneira óbvia para aumentar a relação de sinal para ruído, esta abordagem é limitada por baterias adequadas para a finalidade e o desejo de estender o tempo entre substituições de bateria. Estas abordagens permitiram o desenvolvimento de sistemas comerciais de telemetria eletromagnética de furo de sondagem que trabalham em velocidades de dados de até 4 bits por segundo e em profundidades de até 4.000 pés (1216 m) sem repetidores em aplicações MWD. Seria desejável transmitir sinais a partir de poços mais profundos e com velocidades de dados muito mais elevadas, o que será requerido para sistemas de registro ao perfurar (LWD).

Breve descrição dos desenhos

[0010] Configurações da invenção podem ser melhor entendidas fazendo referência à descrição a seguir e desenhos que acompanham, que ilustram tais configurações. O esquema de numeração para as Figuras incluídas neles é tal que o número dianteiro para um dado número de referência em uma Figura está associado com o número da Figura. Por exemplo, um sistema 100 pode ser localizado na Figura 1.

[0011] Contudo, os números de referência são os mesmos para aqueles elementos que são os mesmos através das diferentes Figuras. Nos desenhos.

[0012] A Figura 1 ilustra um sistema para operações de perfuração de acordo com algumas configurações da invenção.

[0013] A Figura 2 ilustra um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0014] As Figuras 3A-3B ilustram vistas superiores de um mandril que abriga um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0015] A Figura 4 ilustra uma parte de um transdutor piezelétrico dentro de um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0016] A Figura 5 ilustra uma vista inferior de um transdutor piezelétrico em um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0017] A Figura 6 ilustra um diagrama mais detalhado de uma seção cônica afilada em um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0018] As Figuras 7A-7B ilustram uma configuração para uma massa de reforço e seus componentes de suporte para um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0019] A Figura 8 ilustra o fluxograma para montar um transceptor para telemetria acústica que inclui objetos de suporte mostrado nas Figuras 7A-7B para uma massa de reforço de acordo com algumas configurações da invenção.

[0020] A Figura 9 ilustra um sistema para gerar formas de onda acústica de acordo com algumas configurações da invenção.

[0021] A Figura 10 ilustra um fluxograma para gerar um sinal acústico de acordo com algumas configurações da invenção.

Descrição detalhada

[0022] Métodos, aparelhos e sistemas para um transceptor para telemetria acústica estão descritos. Na descrição a seguir inúmeros detalhes específicos estão descritos. Contudo, é entendido que configurações da invenção podem ser praticadas sem estes detalhes específicos. Em outros casos, circuitos bem conhecidos, estruturas e técnicas não foram mostradas em detalhe para não obscurecer o entendimento desta descrição.

[0023] Embora descritas com referência à transmissão de dados furo descendente para a superfície durante medições ao perfurar, configurações da invenção não estão limitadas a isso. Por exemplo, algumas configurações são aplicáveis à transmissão de dados a partir da superfície para equipamento que está furo descendente. Adicionalmente, algumas configurações da invenção são aplicáveis não apenas durante perfuração, porém através de toda a vida de um furo de poço, que incluem, porém não estão limitadas a durante, registro, teste da haste de perfuração, conclusão e produção. Além disto, algumas configurações da invenção podem estar em outras condições de ruído, tais como fraturamento hidráulico e cimentação.

[0024] Como ainda descrito abaixo, configurações fornecem um sistema para transmitir o sinal acústico que é essencialmente linear. Configurações permitem tal linearidade tendo um transceptor para telemetria acústica que remove aproximadamente movimento lateral (relativo ao eixo da

coluna de perfuração) ao mesmo tempo que permite movimento aproximadamente não restringido ao longo do eixo da coluna de perfuração. Adicionalmente, configurações do transceptor para telemetria acústica podem ser configuradas para serem estáveis sobre uma ampla faixa de temperaturas de operação e para suportarem grandes choques e vibrações. Algumas configurações incluem um transceptor para telemetria acústica que tem uma massa de reforço que é alojada em um apoio linear/mancal. Em algumas configurações um transceptor para telemetria acústica (que inclui a pilha piezelétrica) é independente de juntas não permanentes tais como juntas com solda. Em algumas configurações a pilha piezelétrico é acoplada a uma seção cônica afilada de um mandril da coluna de perfuração através de uma seção cônica afilada diferente. Como ainda mais descrito abaixo, as posições das seções cônicas afiladas são tais que contato é aumentado entre elas com base em uma pressão de um escoamento de fluido entre a pilha piezelétrica e o mandril. Além disto, algumas configurações fornecem componentes modulares de tal modo que um dos componentes no sistema pode ser intercambiado sem ter que intercambiar outros componentes nele.

[0025] A Figura 1 ilustra um sistema para operações de perfuração de acordo com algumas configurações da invenção. Um sistema 100 inclui um equipamento de perfuração 102 localizado em uma superfície 104 de um poço. O equipamento de perfuração 102 fornece suporte para uma coluna de perfuração 108. A coluna de perfuração 108 penetra em uma mesa rotativa 110 para perfurar um furo de sondagem 112 através de formações de sub-superfície 114. A coluna de perfuração 108 inclui um “Kelly” 116 (na porção superior), um tubo de perfuração 118 e um conjunto de furo de fundo 120 localizado na porção a mais inferior do tubo de perfuração 118. O conjunto de furo de fundo 120 pode incluir um colar de perfuração 122, uma ferramenta de furo descendente 124 e uma broca de perfuração 126. A ferramenta de furo descendente 124 pode ser qualquer de um número de diferentes tipos de

ferramentas que incluem ferramentas de medição ao perfurar (MWD), de registro ao perfurar (LWD), etc.

[0026] Durante operações de perfuração a coluna de perfuração 108 (que inclui o “Kelly” 116, o tubo de perfuração 118 e o conjunto de furo de fundo 120), pode ser girada por meio da mesa rotativa 110. Em adição ou alternativa a tal rotação, o conjunto de furo de fundo 120 também pode ser girado por meio de um motor (não mostrado) que está furo descendente. O colar de perfuração 122 pode ser utilizado para adicionar peso à broca de perfuração 126. O colar de perfuração 122 também pode enrijecer o conjunto de furo de fundo 120 para permitir ao conjunto de furo de fundo 120 transferir o peso para a broca de perfuração 126. Consequentemente, este peso fornecido pelo colar de perfuração 122 também auxilia a broca de perfuração 126 na penetração na superfície 104 e nas formações de sub-superfície 114.

[0027] Durante operações de perfuração uma bomba de lama 132 pode bombear fluido de perfuração (conhecido como “lama de perfuração”) a partir de um poço de lama 134 através de uma mangueira 136, para o interior do tubo de perfuração 118, para baixo até a broca de perfuração 126. O fluido de perfuração pode escoar para fora da broca de perfuração 126 e retornar para a superfície através de uma área anelar 140 entre o tubo de perfuração 118 e as laterais do furo de sondagem 112. O fluido de perfuração pode então ser retornado para o poço de lama 134, onde tal fluido é filtrado. Consequentemente, o fluido de perfuração pode resfriar a broca de perfuração 126, bem como fornecer lubrificação à broca de perfuração 126 durante a operação de perfuração. Adicionalmente, o furo de perfuração remove os cortes das formações de sub-superfície 114 criados pela broca de perfuração 126.

[0028] A coluna de perfuração 108 pode incluir um até um número de diferentes sensores 151, que monitoram diferentes parâmetros furo descendente. Tais parâmetros podem incluir a temperatura e pressão furo

descendente, as diversas características das formações de sub-superfície (tais como resistividade, densidade, porosidade, etc.), as características do furo de sondagem (por exemplo, dimensão, forma, etc.) etc. A coluna de perfuração 108 também pode incluir um transceptor para telemetria acústica 123 que transmite sinais de telemetria na forma de vibrações acústicas na parede da tubulação da coluna de perfuração 108. Um receptor para telemetria acústica 115 é acoplado ao “Kelly” 116 para receber sinais de telemetria transmitidos. Um ou mais repetidores 119 podem ser fornecidos ao longo da coluna de perfuração 108, para receber e retransmitir os sinais de telemetria. Os repetidores 119 pode incluir ambos, um receptor para telemetria acústica e um transmissor para telemetria acústica, configurados de maneira similar ao receptor para telemetria acústica 115 e o transceptor para telemetria acústica 123.

[0029] A Figura 2 ilustra um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular a Figura 2 ilustra uma configuração do transceptor para telemetria acústica 123. Como mostrado, o transceptor para telemetria acústica 123 está dentro de um mandril 204 que faz parte da coluna de perfuração 108. O transceptor para telemetria acústica 123 pode incluir um conjunto centralizador 201, um sub superior 203, um atuador acústico 206, um apoio linear ou mancal 214, uma carcaça 215, uma luva 216 que tem roscas 213 e uma seção cônica afilada 218 e fiação 221. O atuador acústico 206 pode incluir uma massa de reforço 208, um transdutor piezelétrico 210 (que inclui um disco 211), e um medidor de tensão 217. O conjunto centralizador 201 pode incluir um centralizador 202, um sub centralizador 205 e um parafuso 241. O parafuso 241 pode incluir um sulco para anel-O 231. O sub superior pode incluir um sulco para anel-O 232 e um sulco para anel-O 233. Em algumas configurações um atuador acústico 206 pode ser alojado em uma câmara vedada a pressão. O transceptor para telemetria acústica 123 pode ser posicionado na ferramenta de furo

descendente 124, de tal modo que a massa de reforço 208 está acima do transdutor piezométrico 210 em relação à superfície. Embora o atuador acústico 206 esteja descrito como tendo um transdutor piezométrico, em algumas configurações qualquer tipo de atuador vibratório pode ser utilizado no lugar do transdutor piezométrico. A seção cônica afilada 218 pode incluir roscas internas 220, primeiras roscas externas 225, segundas roscas externas 207 e um conector de anteparo 229.

[0030] O transdutor piezométrico 210 é alojado na luva 216. No contexto deste conjunto, a luva 216 pode ser um elemento de geometria adequada e pode ser constituída de materiais tais que a luva 216 se expande e contrai proporcional às forças transmitidas nas extremidades da luva 216. Assim, em uma configuração, uma haste metálica pode ser utilizada como a luva 216.

[0031] A massa de reforço 208 pode ser rosqueada nas roscas 213 da luva 216 até que a massa de reforço 208 toque contra o transdutor piezométrico 210. Em algumas configurações o transdutor piezométrico 210 inclui o disco 211. O disco 211 pode ser de flutuação livre até que a massa de reforço 208 toque contra o disco 211. O disco 211 pode atuar como um amortecedor para evitar a aplicação de torque aos elementos no transdutor piezométrico 210 enquanto a massa de reforço 208 é rosqueada na luva 216 de encontro contra o transdutor piezométrico 210. Em outras palavras, o disco 211 pode atuar para separar a massa de reforço 208 dos elementos piezométricos no transdutor piezométrico 210 em termos do torque aplicado à massa de reforço 208.

[0032] O medidor de tensão 217 pode ser posicionado em uma lateral da luva 216 para monitorar a carga sobre o transdutor piezométrico 210. O medidor de tensão 217 pode ser compensado em temperatura. Em algumas configurações a luva 216 pode ser linear em deslocamento contra a carga. A luva 216 pode ser esticada por um mecanismo de torque até que uma tensão desejada seja alcançada como refletido pelo medidor de tensão 217.

Conseqüentemente, o nível de torque aplicado devido ao rosqueamento da massa de reforço 208 nas roscas 213 pode ser monitorado pelo medidor de tensão 217. Uma vez que o torque dado seja sido aplicado, um ou mais parafusos (não mostrado) podem ser rosqueados na luva 216 para travar a rosca no lugar, evitando com isto a perda deste torque durante operações subsequentes.

[0033] A luva 216 permite compressão dos elementos piezelétricos no transdutor piezelétrico 210. Quando a luva 216 é esticada, os elementos piezelétricos podem se tornar comprimidos. Em algumas configurações o material da luva 216 pode ser selecionado de maneira adequada, para ter um coeficiente baixo de expansão térmica (por exemplo, invar) para evitar a liberação de tensão devido a mudanças em temperatura. A luva 216 pode ser composta de um dentre um número de diferentes materiais que incluem invar, aço, aço inoxidável, etc. A luva 216 pode ser uma luva oca de rigidez apropriada para permitir ressonâncias vibratórias na banda de frequência de interesse. A rigidez da luva 216 pode ser modificada para adequar as características vibratórias do conjunto, variando a espessura da luva 216.

[0034] A massa de reforço 208 pode ser composta de um dentre um número de materiais diferentes que incluem tungstênio, aço, alumínio, aço inoxidável, urânio esgotado, chumbo, etc. Um valor de massa da massa de reforço 208 é tal que o atuador acústico 206 pode ser ressonante em uma dada faixa de frequência.

[0035] Em algumas configurações a massa de reforço 208 pode estar dentro do suporte mancal linear 214. O mancal linear 214 pode estar dentro da carcaça 215. O mancal linear 214 pode atuar como uma guia para a massa de reforço 208. Em particular o mancal linear 214 pode evitar essencialmente que a massa de reforço 208 se desloque transversalmente em relação ao mandril 204, ao mesmo tempo que permite que a massa de reforço 208 se desloque axialmente em relação ao mandril 204. Conseqüentemente, esta

prevenção de movimento lateral da massa de reforço 208 evita a carga adicional sobre um lado do transdutor piezelétrico 210 e as tensões de separar o lado oposto do transdutor piezelétrico 210. Configurações da invenção não estão limitadas à utilização de um mancal linear para restrição/permissão de tais movimentos da massa de reforço 208, uma configuração alternativa para restrição/permissão de tais movimentos da massa de reforço 208 está mostrada nas Figuras 7A-7B, que estão descritas em mais detalhe abaixo.

[0036] O transdutor piezelétrico 210 pode ser alojado na luva 216. A luva 216 pode então ser rosqueada nas roscas internas 220 da seção cônica afilada 218. A massa de reforço 208 pode então ser rosqueada nas roscas 213 da luva 216, como descrito acima. A quantidade de torque aplicada devido ao rosqueamento da massa de reforço 208 na luva 216 pode ser monitorada pelo medidor de tensão 217. Depois que a massa de reforço 208 é rosqueada no lugar, os parafusos são colocados na luva 216 para travar a massa de reforço 208 e a luva 216 no lugar. A carcaça 215 pode ser rosqueada nas primeiras roscas externas 225. Em algumas configurações depois de a carcaça 215 ser rosqueada nas primeiras roscas externas 225, os componentes suporte (descritos nas Figuras 7A-7B) para a massa de reforço 208 podem ser posicionados na carcaça 215. O sub superior 203 pode então ser rosqueado no topo da carcaça 215. Este sub superior 203 fecha o topo da carcaça 215 para evitar que o fluido (por exemplo, lama de perfuração) esorra dentro da carcaça 215. Em algumas configurações a pressão dentro da carcaça 215 é aproximadamente atmosférica. Além disto, a seção cônica afilada 218 pode ser acoplada ao mandril 204. O conjunto centralizador 201 pode então ser acoplado ao sub superior 203. Mais detalhes de tais operações estão fornecidos abaixo.

[0037] Em algumas configurações o transdutor piezelétrico 210 pode estar constantemente sob compressão sob uma combinação de cargas de perfuração e cargas de atuação enquanto o transceptor para telemetria acústica

123 está furo descendente. Uma configuração do transdutor piezelétrico 210 que está parcialmente montado, está mostrada na Figura 3, a qual está descrita em mais detalhe abaixo.

[0038] Como mais descrito abaixo, o atuador acústico 206 pode receber uma entrada elétrica a partir de um acionador e converter tal entrada em uma saída acústica. Esta saída acústica a partir do atuador acústico 206 pode ser modulada ao longo do mandril 204 através da seção cônica afilada 218. Conseqüentemente, em algumas configurações, um atuador acústico 206 transmite a saída acústica para o mandril 204 através de um único ponto de contato (a seção cônica afilada 218).

[0039] Em particular, a seção cônica afilada 218 pode acoplar o transdutor piezelétrico 210 ao mandril 204, para permitir a transmissão do sinal acústico (gerado pelo transdutor piezelétrico 210) ao longo do mandril 204 até um receptor acústico (parte de um repetidor ao longo da coluna de perfuração, receptor na superfície, etc.). Quanto mais contato entre o atuador acústico 206 e o mandril 204, melhor a transferência do sinal acústico entre eles. Em algumas configurações uma seção cônica afilada 219 pode ser usinada no mandril 204. Conseqüentemente, a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219, juntas, podem proporcionar um contato rígido entre elas. Em algumas configurações a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219 podem incluir chanfros e roscas correspondentes para permitir que tais seções sejam acopladas juntas. Conseqüentemente, o transceptor para telemetria acústica 123 pode ser rosqueado e receber torque no mandril 204 utilizando a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219. Adicionalmente, as segundas roscas externas 227 da seção cônica afilada 218 pode ser rosqueada e receber torque em uma parte do mandril 204, para permitir contato adicional entre a seção cônica afilada 218 e o mandril 204.

[0040] Adicionalmente, a seção cônica afilada 218 pode incluir sulcos para anel-O 233 e 234. Anéis-O podem ser colocados nos sulcos para anel-O

233 e 234. Em algumas configurações o diâmetro do anel-O colocado no sulco para anel-O 233 é maior do que o diâmetro do anel-O colocado no sulco para anel-O 234. Em operação, pressão que é criada pela lama de perfuração, bem como pressão criada pelo bombeamento da lama de perfuração de furo descendente, é colocada sobre estes dois anéis-O diferentes. A pressão entre os sulcos para anel-O 233 e 234 é atmosférica. Uma vez que a pressão colocada sobre um dos dois diferentes anéis-O é aproximadamente a mesma, o diâmetro maior do anel-O no sulco para anel-O 233 (em relação ao anel-O no sulco para anel-O 234) pode provocar uma força resultante a ser direcionada para baixo do chanfro da seção cônica afilada 218. Em outras palavras, uma trava de pressão é criada entre os dois sulco diferentes para anel-O 233 e 234. Esta trava de pressão pode permitir um contato mais rígido entre a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219.

[0041] Consequentemente, a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219, em conjunto com o escoamento de lama de perfuração entre o mandril 204 e o transceptor para telemetria acústica 123, permitem mais contato entre o atuador acústico 206 e o mandril 204. Em particular, o contato entre a seção cônica afilada 218 e a seção cônica afilada 219 aumenta quando a lama de perfuração escoar. Além disto, durante uma operação de desmontagem esta pressão de escoamento da lama de perfuração não está presente, permitindo com isto uma operação de desmontagem potencialmente mais fácil. Consequentemente, algumas configurações da invenção permitem mais contato entre o atuador acústico 206 e o mandril 204, embora ainda permitindo uma operação de desmontagem potencialmente mais fácil.

[0042] A seção cônica afilada 218 também pode incluir o conector de anteparo 229 na seção cônica afilada 218. O conector de anteparo 229 pode evitar um vazamento de pressão na seção que inclui a fiação 221 quanto a penetrar na área que inclui o transdutor piezométrico 210. Em particular, o conector de anteparo 229 pode incluir uma seção para acoplar a fiação 221 à

fiação no transdutor piezelétrico 210 através de molas dentro da seção cônica afilada 218, que está descrita em mais detalhe abaixo em conjunto com as Figuras 5 e 6. Em algumas configurações esse acoplamento pode ser através de uma operação de soldagem. A fiação 221 pode acoplar eletricamente o transdutor piezelétrico 210 a uma fonte de sinal (não mostrado) para acionar e controlar o transdutor piezelétrico 210. Tal fonte de sinal pode incluir um acionador elétrico, circuitos de controle/eletrônica, etc.

[0043] O conjunto centralizador 201 pode fornecer suporte na extremidade de topo do transceptor para telemetria acústica 123. Em particular, o centralizador 202 pode acoplar o sub superior 203 ao mandril 204. O centralizador 202 pode ser um anel de um número de dedos (por exemplo, quatro) que prendem o transceptor para telemetria acústica 123 ao mandril 204. O lado do anel adjacente ao sub superior 203 pode incluir um sulco. Como mostrado, um chanfro do centralizador 202 pode ser aproximadamente o mesmo que o chanfro do sub superior 203. Depois que o centralizador 202 seja colocado sobre o sub superior 203, o sub centralizador 205 pode ser rosqueado no sub superior 203. Este rosqueamento pode fazer com que o centralizador 202 seja empurrado para cima do chanfro do sub superior 203. Adicionalmente este rosqueamento pode fazer com que o sulco no centralizador 202 se abra fazendo com isto que o centralizador 202 expanda para fora no sentido do mandril 204. Consequentemente, o centralizador 202 encontra o mandril 204 para fornecer suporte na extremidade de topo do transceptor para telemetria acústica 123.

[0044] Adicionalmente, anéis-O são colocados nos sulcos para anel-O 231, 232 e 233. Em algumas configurações o diâmetro dos anéis-O colocados nos sulcos para anel-O 231 e 232 são maiores do que o diâmetro do anel-O colocado no sulco para anel-O 233. Em operação, pressão criada pela lama de perfuração, bem como o bombeamento da lama de perfuração, é colocada sobre dois destes diferentes anéis-O. Em algumas configurações uma trava de

pressão é criada entre o anel-O 231 e o anel-O 233. O anel-O 232 pode fornecer redundância para esta trava de pressão. Em outras palavras, se a trava de pressão entre o anel-O 231 e o anel-O 233 deva falhar, uma trava de pressão é criada entre o anel-O 232 e o anel-O 233.

[0045] Além disto, o parafuso 241 pode ser rosqueado no topo do centralizador sub 205 até que o parafuso encontre o sub superior 203. Conseqüentemente, o centralizador 202 pode permanecer no lugar contra o mandril 204 devido a (1) o torque aplicado pelo rosqueamento do sub centralizador 205 sobre o sub superior 203; (2) a trava de pressão gerada pelos anéis-O; e (3) o parafuso 241 estando rosqueado no topo do sub centralizador 205. Portanto, o conjunto centralizador 201 pode evitar movimento lateral do transceptor para telemetria acústica 123.

[0046] As Figuras 3A-3B ilustram vistas de topo de um mandril que abriga um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 3A ilustra uma vista de topo de uma primeira configuração do transceptor para telemetria acústica 123 dentro do mandril 204. Dentro do mandril 204 o transceptor para telemetria acústica 123 é circundado por aberturas para escoamento de lama 302A-302C. A Figura 3B ilustra uma vista de topo de uma segunda configuração do transceptor para telemetria acústica 123 dentro do mandril 204. Em tal configuração uma abertura de escoamento de lama 304 é adjacente ao transceptor para telemetria acústica 123. As aberturas de escoamento de lama 302A-302C e 304 permitem que a lama de perfuração a partir da superfície escoe para baixo no furo de sondagem até a broca de perfuração 126. As configurações do transceptor para telemetria acústica 123 e as aberturas de escoamento de lama são à guisa de exemplo, e não à guisa de limitação. Em particular, as configurações podem incluir um número menor ou maior de aberturas de lama de perfuração. Adicionalmente, tais aberturas de lama de perfuração podem ser de formas e dimensões

alternativas.

[0047] A Figura 3A ilustra uma configuração na qual uma pressão a partir do escoamento de lama através das aberturas circundantes de escoamento de lama 302A-302C pode auxiliar na prevenção de movimento lateral pelos componentes do transceptor para telemetria acústica 123. A Figura 3B ilustra uma configuração na qual o escoamento de lama é mais contíguo através de uma única abertura. Tal configuração pode reduzir a quantidade de desgaste e dano que a lama pode provocar no transceptor para telemetria acústica 123. Adicionalmente, esta configuração pode permitir a passagem mais fácil de uma linha de cabo que pode precisar ser passada através do mandril 204 durante operação.

[0048] A Figura 4 ilustra uma parte de um transdutor piezelétrico dentro de um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 4 ilustra uma configuração de uma parte do transdutor piezelétrico 210 antes de ele ser completamente montado. O transdutor piezelétrico 210 inclui um eletrodo 402A, um eletrodo 402B e um eletrodo 402C. O transdutor piezelétrico 210 também inclui um elemento piezelétrico 404A, um elemento piezelétrico 404B, um elemento piezelétrico 404C e um elemento piezelétrico 404D. O transdutor piezelétrico 210 pode incluir um número menor ou maior de eletrodos 402 e/ou elementos piezelétricos 404.

[0049] Como mostrado, os eletrodos 402A-402D podem ser uma única folha de material que é independente de juntas não permanentes tais como juntas com solda, juntas de soldagem, etc. Em seguida, os eletrodos 402A-402D podem ser dobrados sobre os elementos piezelétricos 404A-404D como parte da complementação do conjunto do transdutor piezelétrico 210. Em algumas configurações, os componentes eletrodos 402A-402D podem ser compostos de cobre-berílio, cobre, latão, prata, etc. Os elementos piezelétricos 404A-404D podem ser discos que são compostos de material

cerâmico tal como chumbo-zirconato-titanato (PZT), chumbo-titanato (PbTiO₂), chumbo-zirconato (PbZrO₃), bário-titanato (BaTiO₃), etc. Em algumas configurações o transdutor piezelétrico 210 pode ser substituído por transdutores adequados construídos de materiais magnetostritivos. Em uma tal configuração, conexões entre os eletromagnetos e os circuitos de acionamento podem ser projetadas de modo a eliminar juntas não permanentes tais como (com solda).

[0050] Em algumas configurações os eletrodos 402A-402D podem incluir um até um número de furos. Um adesivo tal como um epóxi pode ser inserido entre os elementos piezelétricos 404A-404D. Tal adesivo pode escoar nos furos dos eletrodos 402A-402D, formando com isto uma ligação mais forte entre os elementos piezelétricos 404A-404D. Este adesivo pode evitar que os elementos piezelétricos 404A-404D se movam um em relação ao outro. Conseqüentemente, uma tal configuração pode permitir que a forma de saída do transdutor piezelétrico 210 seja mais consistente.

[0051] As Figuras 5 e 6 ilustram juntas uma configuração para acoplar o transdutor piezelétrico 210 a uma fonte de sinal sem utilizar juntas não permanentes. A Figura 5 ilustra uma vista inferior de um transdutor piezelétrico em um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 5 ilustra uma configuração de uma vista inferior do transdutor piezelétrico 210. Como mostrado, o fundo do transdutor piezelétrico 210 inclui contatos elétricos 502A-502N.

[0052] A Figura 6 ilustra um diagrama mais detalhado de uma seção cônica afilada em um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 6 ilustra uma configuração da seção cônica afilada 218 que pode ser utilizada em conjunto com o transdutor piezelétrico 210 mostrado na Figura 5. Como mostrado na Figura 2, o transdutor piezelétrico 210 pode ser posicionado em relação à

superfície no topo da seção cônica afilada 218. A seção cônica afilada 218 inclui conectores de anteparo 229A-229N, molas 602A-602N e fiação 221A-221N. Em particular, a seção cônica afilada 218 pode incluir um até um número de conectores de anteparo 229, molas 602 e fiação 221. Os topos das molas 602A-602N podem ser alinhados com os contatos elétricos 502A-502N (mostrado na Figura 5). Em algumas configurações existe uma relação de um para um entre os contatos elétricos 502A-502N e as molas 602A-602N. Conseqüentemente, a mola 602A pode ser alinhada com o contato elétrico 502A. A mola 602B pode ser alinhada com o contato elétrico 502B. A mola 602C pode ser alinhada com o contato elétrico 502C. A mola 602N pode ser alinhada com o contato elétrico 502N. Os topos das molas 602A-602N podem se salientar para fora do topo da seção cônica afilada 218. Os conectores de anteparo 229 acoplam as molas 602 à fiação 221 que pode ser acoplada a uma fonte de sinal tal como um acionador, processador de sinal digital, etc.

[0053] Conseqüentemente, o acoplamento do transdutor piezelétrico 210 à fiação 221 através da seção cônica afilada 218 não inclui juntas não permanentes. Ao invés disto, o transdutor piezelétrico 210 é posicionado no topo da seção cônica afilada 218. O peso fornecido pela massa de reforço 208, o transdutor piezelétrico 210 e a carga de pré-tensão compressiva aplicada no transdutor piezelétrico 210, permite que os contatos elétricos 502 permaneçam em contato com as molas 602. Uma vez que este acoplamento não inclui juntas não permanentes, tal acoplamento não está sujeito a ser rompido devido às tensões de vibrações induzidas por atuador, bem como as vibrações do ambiente circundante que são inerentes durante operações de perfuração.

[0054] As Figuras 7A-7B ilustram uma configuração para uma massa de reforço e seus componentes suporte para um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 7A ilustra uma massa de reforço 700 e a Figura 7B ilustra um número

de componentes suporte da massa de reforço 700. Fazendo referência à Figura 2, a massa de reforço 700 e seus componentes suporte podem ser substitutos no lugar da massa de reforço 208 e o mancal linear 214.

[0055] O topo da massa de reforço 700 inclui um furo rosqueado 704. Existe um número de fendas 702A-702E ao longo das laterais da massa de reforço 700. O fundo da massa de reforço 700 inclui uma conexão rosqueada 706. A conexão rosqueada 706 pode ser utilizada para acoplar a massa de reforço 700 ao transdutor piezelétrico 210.

[0056] A Figura 7B inclui um componente de empurrar para baixo 708 que inclui uma conexão rosqueada 710. A Figura 7B também ilustra um conjunto de componentes que devem ser inseridos em uma das fendas 702. Consequentemente, embora não mostrado, cada uma das fendas 702A-702E pode incluir tais componentes. Os componentes a serem inseridos em uma das fendas 702 incluem um número de insertos 712A-712N e um número de objetos de suporte 714A-714N. As Figuras 7A-7B ilustram um número estabelecido de fendas 702, bem como um número estabelecido de insertos 712 e objetos de suporte 714 a serem inseridos em uma dada fenda 702. Configurações da invenção podem incluir um número menor ou maior das fendas 702, dos insertos 712 e/ou dos objetos de suporte 714. Em algumas configurações a composição dos objetos de suporte 714 inclui cobre-berílio, aço, latão, aço inoxidável, etc. Os objetos de suporte 714 podem ser de formas diferentes. Por exemplo, os objetos de suporte 714 podem ser aproximadamente redondos. Os objetos de suporte 714 podem ser aproximadamente redondos do lado que deve facear a carcaça, enquanto são em forma de cunha, quadrados e etc. no lado oposto. Um dado conjunto de objetos 714 para uma dada massa de reforço 700 e/ou uma dada fenda 702, pode ser de formas e dimensões diferentes. Uma configuração de uma operação de montagem da massa de reforço 700 e seus componentes suporte mostrados nas Figuras 7A-7B é descrita agora.

[0057] Em particular, a Figura 8 ilustra um fluxograma para montar um transceptor para telemetria acústica que inclui objetos de suporte mostrados nas Figuras 7A-7B para uma massa de reforço de acordo com algumas configurações da invenção.

[0058] No bloco 802 de um fluxograma 800 o transdutor piezelétrico é posicionado na seção cônica afilada. Com referência à configuração da Figura 2, o transdutor piezelétrico 210 é posicionado na seção cônica afilada 218. Controle continua no bloco 804.

[0059] No bloco 804 a luva é rosqueada (sobre o transdutor piezelétrico) na seção cônica afilada. Com referência à configuração da Figura 2, a luva 216 é rosqueada sobre o transdutor piezelétrico 210 nas roscas internas 220 da seção cônica afilada 218. Controle continua no bloco 806.

[0060] No bloco 806 a massa de reforço é rosqueada na luva até uma dada compressão para o transdutor piezelétrico. Com referência à configuração da Figura 2, a massa de reforço 208 é rosqueada nas roscas 213 da luva 216. Em algumas configurações este rosqueamento sofre torque tal, que uma dada compressão é aplicada ao transdutor piezelétrico 210. O medidor de tensão 217 pode medir esta compressão. Controle continua no bloco 808.

[0061] No bloco 808 as roscas da luva (para acoplar à massa de reforço) são travadas com parafusos. Com referência à configuração da Figura 2, as roscas 213 são travadas com parafusos (não mostrado) depois que a massa de reforço 208 está rosqueada nela. Controle continua no bloco 810.

[0062] No bloco 810 a carcaça é rosqueada (sobre a massa de reforço, a luva e o transdutor piezelétrico) na seção cônica afilada. Com referência à configuração da Figura 2, a carcaça 215 é rosqueada sobre a massa de reforço 208, a luva 216, e o transdutor piezelétrico 210 nas roscas 225 da seção cônica afilada 218. Em algumas configurações a dimensão da massa de

reforço 208 é tal que a massa de reforço 208 não está em contato com a carcaça 215. Controle continua no bloco 812.

[0063] No bloco 812 objeto(s) de suporte e inserto(s) são derrubados em cada uma das fendas ao longo da lateral da massa suporte traseira em ordem alternada até que as fendas estejam enchidas. Com referência às configurações das Figuras 7A-7B, o(s) objeto(s) de suporte 714 e inserto(s) 712 são derrubados em cada uma das fendas 702 em ordem alternada até que as fendas estejam enchidas. Em algumas configurações as dimensões dos objetos de suporte 714 e carcaça 215 são tais que os objetos de suporte 714 não estão em contato com a carcaça 215 quando tais objetos são inicialmente derrubados nas fendas 702. Controle continua no bloco 814.

[0064] No bloco 814 um componente de empurrar para baixo é inserido no topo da massa de reforço. Com referência às configurações das Figuras 7A-7B, a conexão rosqueada 710 do componente de empurrar para baixo 708 é inserida no furo rosqueado 704. O controle continua no bloco 816.

[0065] No bloco 816 o componente de empurrar para baixo é girado até que o(s) objeto(s) suporte tem(nham) um contato suficiente com a carcaça. Com referência às configurações das Figuras 2 e 7A-7B, o componente de empurrar para baixo 708 é girado fazendo com isto que o(s) inserto(s) 712 sejam empurrados um no sentido do outro. Empurrar juntos os insertos 712 faz com que os objetos de suporte 714 empurrem para fora. Conseqüentemente, o componente de empurrar para baixo 708 pode continuar a ser girado até que os objetos de suporte 714 tenham um contato suficiente com a carcaça 215. Em algumas configurações se os objetos de suporte 714 são rodas, existe contato suficiente com a carcaça 215 e os objetos de suporte 714 evitam essencialmente movimento lateral da massa de reforço 700, ao mesmo tempo que permite movimento axial da massa de reforço 700 em relação ao eixo do mandril 204. Como descrito, os objetos de suporte 714

estão em contato com a carcaça 215 em um número limitado de lugares. Tal contato é suporte suficiente para evitar movimento lateral. Adicionalmente, o contato limitado ainda permite movimento axial ao longo do eixo do mandril 204.

[0066] Embora o fluxograma 800 esteja descrito tal que a massa de reforço 208 é suportada pelos componentes suporte mostrados nas Figuras 7A-7B, operações similares podem ser realizadas de tal modo que a massa de reforço 208 é suportada pelo mancal linear 214.

[0067] A Figura 9 ilustra um sistema para gerar formas de onda acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, a Figura 9 ilustra um sistema 900 que faz parte de uma ferramenta de furo descendente em uma coluna de perfuração. Voltando para a Figura 1 para ajudar a ilustrar, o sistema 900 pode ser parte da ferramenta de furo descendente 124. O sistema 900 inclui um sistema microprocessador 902, um conversor digital para analógico (D/A) 904, um acionador 906 e o transdutor piezelétrico 210. Uma saída do sistema microprocessador 902 é acoplada a uma entrada do conversor D/A 904. Uma saída do conversor D/A 904 é acoplada a uma entrada do acionador 906. Uma saída do acionador 906 é acoplado a uma entrada do transdutor piezelétrico 210. Com referência à Figura 2, o sistema microprocessador 902, o conversor D/A 904 e o acionador 906 podem ser acoplados à fiação 221.

[0068] O sistema 900 pode gerar qualquer de um número de diferentes formas de onda acústica que incluem Frequency Shift Key (FSK) (chave de deslocamento de frequência), Phase Shift Key (PSK) (chave de deslocamento de fase), Discrete Multi-Tone (DMT) (multi-tom discreto), etc. Adicionalmente, o sistema 900 pode gerar tais formas de onda acústica em um número de diferentes tipos de janelas, inclusive Hamming, Hanning, etc.

[0069] O sistema microprocessador 902 pode incluir diferentes tipos de processadores que geram diferentes formas de onda acústica. Por exemplo,

o sistema microprocessador 902 pode incluir um microprocessador de finalidade genérica, tipos diferentes de processadores de sinal digital (DSPs) (tais como DSPs de ponto flutuante), etc. O sistema microprocessador 902 também pode incluir tipos diferentes de memórias, que incluem tipos diferentes de memória volátil e não volátil. Por exemplo, o sistema microprocessador 902 pode incluir memória flash, memória de acesso randômico (RAM) (por exemplo, RAM dinâmica síncrona (SDRAM), DRAM, DDR-SDRAM, etc.), etc.

[0070] O sistema microprocessador 902 também pode incluir tipos diferentes de lógica de entrada saída (I/O). Tal lógica I/O pode compreender quaisquer controladores adequados de interface para fornecer um enlace de comunicação adequado. A lógica I/O para uma configuração fornece arbitragem e acumulação adequadas para uma de um número de interfaces. Por exemplo, o sistema microprocessador 902 pode ter uma ou mais portas seriais adequadas, paralela, USB (condutor serial universal) etc. Em algumas configurações o sistema microprocessador 902 pode gerar diferentes formas de onda, representativas de comunicações de dados, que devem ser transmitidas para a superfície. O sistema microprocessador 902 pode gerar representações digitais de tais formas de onda, que são saídas para o conversor D/A 904.

[0071] O conversor D/A 904 pode ser parte de um Codificador/Decodificador (CODEC) que codifica e decodifica sinais analógicos. O conversor D/A 904 pode receber as formas de onda digitais e converter tais formas de onda digitais em um sinal analógico. O conversor D/A 904 pode sair este sinal analógico para o acionador 906.

[0072] Este sinal analógico pode ser um sinal de voltagem baixa (por exemplo, aproximadamente um volt). Com base neste sinal analógico o acionador 906 pode gerar um sinal de alta voltagem (por exemplo, aproximadamente + 300 volts até - 300 volts; + 150 volts até - 150 volts etc.).

O acionador 906 pode ser um amplificador de modo ponte que pode gerar voltagem dupla de pico para pico da diferença nos suprimentos de energia. Esta voltagem gerada pelo acionador 906 pode ser utilizada para acionar o transdutor piezelétrico 210.

[0073] Em algumas configurações o sistema 900 é modular. Em particular, o sistema 900 é tal que um dos diferentes componentes dele pode ser intercambiado sem ter que intercambiar outro dos diferentes componentes. Por exemplo, qualquer ou todos do sistema de microprocessador 902, conversor D/A 904 e acionador 906, podem estar sobre uma única placa de circuito impresso. Conseqüentemente, se um acionador diferente 906 é necessário, por exemplo, para suprir um nível diferente de energia, pode ser trocada apenas a placa de circuito impresso para o acionador 906.

[0074] A Figura 10 ilustra um fluxograma para gerar um sinal acústico de acordo com algumas configurações da invenção. Em particular, um fluxograma 1000 ilustra uma configuração de uma operação de sinalização acústica por meio do transceptor para telemetria acústica 123 que está dentro da ferramenta de furo descendente 124.

[0075] No bloco 1002 uma forma de onda digital é gerada. Com referência à configuração da Figura 9, o sistema microprocessador 902 gera esta forma de onda digital. Controle continua no bloco 1004.

[0076] No bloco 1004 a forma de onda digital é convertida em uma forma de onda analógica. Com referência à configuração da Figura 9, o conversor D/A 904 realiza esta conversão. Controle continua no bloco 1006.

[0077] No bloco 1006 um atuador acústico é acionado para gerar um sinal acústico, que deve ser modulado ao longo de um mandril de uma coluna de perfuração. Com referência às configurações das Figuras 1, 2 e 9, o acionador 906 aciona o transdutor piezelétrico 210 no atuador acústico 206 para gerar um sinal acústico que deve modular ao longo do mandril 204 da coluna de perfuração 108.

[0078] Na descrição inúmeros detalhes específicos, tais como implementações lógicas, pedaços de instruções em linguagem de máquina, dispositivos para especificar operandos, implementações de divisão de recursos/ compartilhamento/duplicação, tipos e inter-relações de componentes de sistema, e escolhas de lógica de divisão/integração são descritos para fornecer um entendimento mais abrangente da presente invenção. Será apreciado, contudo, por alguém de talento na técnica, que configurações da invenção podem ser tornadas práticas sem tais detalhes específicos. Em outros casos, estruturas de controle, circuitos de nível de portão e sequências de instrução de software completas não foram mostradas em detalhe para não obscurecer as configurações da invenção. Aqueles de talento ordinário na técnica, com as descrições incluídas, serão capazes de implementar a funcionalidade apropriada sem experimentação indevida.

[0079] Referências na especificação a “uma configuração”, “configuração”, “uma configuração exemplo”, etc., indicam que a configuração descrita pode incluir um aspecto particular, estrutura, ou característica, porém cada configuração pode não necessariamente incluir o aspecto particular, estrutura ou característica. Além disto, tais frases não estão necessariamente fazendo referência à mesma configuração. Além disto, quando um aspecto, estrutura ou característica particular está descrita em conexão com uma configuração, ele está sugerido que está dentro do conhecimento de alguém versado na técnica para afetar tal aspecto, estrutura ou característica, em conexão com outras configurações se ou não descrito de maneira explícita.

[0080] Configurações da invenção incluem aspectos, métodos ou processos que podem ser configurados dentro de instruções executáveis por máquina fornecidas por um meio legível por máquina. Um meio legível por máquina inclui qualquer mecanismo que fornece (isto é, armazena e/ou transmite) informação em uma forma acessível por meio de uma máquina

(por exemplo, um computador, um dispositivo de rede, um assistente digital pessoal, ferramenta de fabricação, qualquer dispositivo com um conjunto de um ou mais processadores, etc.). Em uma configuração tomada como exemplo, um meio legível por máquina inclui meio volátil e/ou não volátil (por exemplo, memória somente de leitura (ROM), memória de acesso randômico (RAM), meio de armazenagem em disco magnético, meio de armazenagem ótico, dispositivos de memória flash etc.), bem como forma elétrica, ótica, acústica, ou outra forma de sinais propagados (por exemplo, ondas portadoras, sinais infravermelhos, sinais digitais, etc.).

[0081] Tais instruções são utilizadas para fazer com que um processador genérico, ou de finalidade especial, programado com as instruções, realize métodos ou processos das configurações da invenção. Alternativamente, os aspectos, operações de configurações da invenção são realizados por componentes de hardware específicos que contém lógica com fio para realizar as operações, ou por meio de qualquer combinação de componentes de processamento de dados programados e componentes de hardware específicos. Configurações da invenção incluem software, hardware de processamento de dados, métodos implementados por sistema de processamento de dados e diversas operações de processamento, ainda mais descritas nela.

[0082] Um número de Figuras mostra diagramas de blocos de sistemas e aparelhos para um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. Um número de Figuras mostra um fluxograma que ilustram operações para um transceptor para telemetria acústica de acordo com algumas configurações da invenção. As operações dos fluxogramas estão descritas com referências aos sistemas/aparelhos mostrados nos diagramas de bloco. Contudo, deveria ser entendido que as operações dos fluxogramas poderiam realizadas ser por configurações de sistemas e aparelhos diferentes daqueles discutidos com referência aos diagramas de

blocos e configurações discutidas com referências aos sistemas/aparelhos poderiam realizar operações diferentes daquelas discutidas com referência aos fluxogramas.

[0083] À vista da ampla variedade de permutações das configurações aqui descritas, esta descrição detalhada é projetada para ser apenas ilustrativa, e não deveria ser tomada como limitativa do escopo da invenção. Por exemplo, configurações da invenção estão descritas com referência ao transceptor para telemetria acústica sendo interno a um mandril interno onde escoam a lama de perfuração. Contudo, configurações da invenção não estão assim limitadas. Em algumas configurações o transceptor para telemetria acústica pode ser posicionado fora de um mandril interno, porém dentro de um mandril externo. O que é reivindicado como a invenção, portanto, são todas tais modificações que venham dentro do escopo e espírito das reivindicações a seguir, e equivalentes a elas. Portanto, a especificação e desenhos devem ser observados em um sentido ilustrativo, ao invés de um sentido restritivo.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para um transceptor de telemetria acústica (123) compreendendo:

um atuador vibratório para gerar um sinal acústico que deve ser modulado ao longo de um mandril (204) de uma coluna de perfuração (108); em que o atuador vibratório pode ser um transdutor piezométrico (210); e,

uma massa de reforço (208, 700) posicionada adjacente ao atuador vibratório e restringida de todo o movimento lateral em relação a um eixo da coluna de perfuração (108);

caracterizado pelo fato de que:

a massa de reforço (208, 700) fica alojada em um mancal linear (214);

a massa de reforço (208, 700) fica no topo do atuador vibratório em relação a uma superfície de um furo de sondagem (112) durante operação; e,

a massa de reforço (208, 700) fica posicionada adjacente ao transdutor piezométrico (210) e dentro de uma carcaça (215), no qual a massa de reforço (208, 700) inclui uma ou mais fendas (702A-702E) ao longo de uma face externa da massa de reforço; no mínimo um inserto (712A-712N) posicionado na uma ou mais fendas (702A-702E); e um objeto de suporte (714A-714N) posicionado adjacente ao no mínimo um inserto (712A-712N) na uma ou mais fendas (702A-702E).

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o atuador vibratório inclui no mínimo um eletrodo (402A-402C) que é sem uma junta não permanente.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda um conjunto centralizador (201) acoplado ao mandril (204).

4. Aparelho de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o conjunto centralizador (201) é acoplado ao mandril (204) em uma

extremidade da massa de reforço (208, 700) que é oposta a uma extremidade que é adjacente ao atuador vibratório.

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma luva (216), no qual o atuador vibratório é alojado na luva (216).

6. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma seção cônica afilada (218) que é acoplada a uma extremidade de uma carcaça (215) que é oposta a uma extremidade que é adjacente à massa de reforço (208, 700).

7. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o mandril (204) tem uma seção cônica (219) para acoplar à seção cônica afilada (218).

8. Aparelho de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a seção cônica afilada (218) inclui um primeiro sulco para anel-O (233) para alojar um primeiro anel-O e um segundo sulco para anel-O (234) para alojar um segundo anel-O.

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o primeiro sulco para anel-O (233) fica no topo do segundo sulco para anel-O (234) em relação a uma superfície de um furo de sondagem (112) durante operação, no qual um diâmetro do primeiro anel-O é maior do que um diâmetro do segundo anel-O.

10. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que uma posição da seção cônica afilada (218) em relação a uma posição da seção cônica do mandril (219) aumenta o contato entre a seção cônica afilada (218) e a seção cônica do mandril (219) com base em uma pressão a partir de uma operação de bombeamento de um fluido entre o atuador vibratório e o mandril (204).

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma fonte de sinal para gerar um sinal para acionar o

atuador vibratório para gerar o sinal acústico.

12. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a fonte de sinal compreende um acionador (906), um sistema microprocessador (902) e um conversor digital para analógico (904).

13. Aparelho de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o acionador (906) fica localizado em uma placa de circuito que é separada de uma placa de circuito que inclui o sistema microprocessador (902) e o conversor digital para analógico (904).

14. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a fonte de sinal é um gerador de forma de onda que deve gerar um sinal acústico Frequency Shift Key (FSK) (chave de deslocamento de frequência), um sinal acústico Phase Shift Key (PSK) (chave de deslocamento de fase), ou um sinal acústico Discrete Multi-Tone (DMT) (multi-tom discreto).

15. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma forma do objeto de suporte (714A-714N) é redonda.

16. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma composição do objeto de suporte (714A-714N) é cobre-berílio.

17. Aparelho de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de compreender ainda um medidor de tensão (217) posicionado em uma parte externa da luva (216) sendo o medidor de tensão (217) para medir uma força de compressão aplicada ao transdutor piezelétrico (210).

18. Sistema para um transceptor de telemetria acústica (123), caracterizado pelo fato de compreender:

uma coluna de perfuração (108) que tem um mandril (204), no qual a coluna de perfuração (108) inclui:

um sensor (151) para monitorar um parâmetro de perfuração de furo descendente; e

um conjunto de furo de fundo (120) que tem uma ferramenta de furo descendente (124) que inclui:

um transdutor piezelétrico (210) para gerar um sinal acústico que é para modular ao longo do mandril (204), o sinal acústico relacionado ao parâmetro de perfuração de furo descendente; e

uma massa de reforço (208, 700) posicionada adjacente ao transdutor piezelétrico (210) e alojada em um mancal linear (214), em que o mancal linear (214) pode estar dentro de uma carcaça (215), no qual a massa de reforço (208, 700) inclui a uma ou mais fendas (702A-702E) ao longo de uma face externa da massa de reforço; e

no mínimo um inserto (712A-712N) posicionado na uma ou mais fendas (702A-702E); e

um objeto de suporte (714A-714N) posicionado adjacente ao no mínimo um inserto (712A-712N) na uma ou mais fendas (702A-702E).

19. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o transdutor piezelétrico (210) inclui no mínimo um eletrodo (402A-402C) que é sem uma junta não permanente.

20. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de compreender ainda um conjunto centralizador (201) acoplado ao mandril (204) em uma extremidade da massa de reforço (208, 700) que é oposta a uma extremidade que é adjacente ao transdutor piezelétrico (210).

21. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de furo descendente (124) compreende ainda uma seção cônica afilada (218) que é acoplada a uma extremidade que é oposta à extremidade que fica adjacente à massa de reforço (208, 700), no qual o mandril (204) tem uma seção cônica (219) para corresponder com a seção cônica afilada (218).

22. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma forma do objeto de suporte (714A-714N) é redonda.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma composição do objeto de suporte (714A-714N) é cobre-berílio.

24. Sistema de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que uma posição da seção cônica afilada (218) em relação a uma posição da seção cônica do mandril (219) aumenta o contato entre a seção cônica afilada (218) e a seção cônica do mandril (219) com base em uma pressão de um escoamento de um fluido entre o transdutor piezelétrico (210) e o mandril (204).

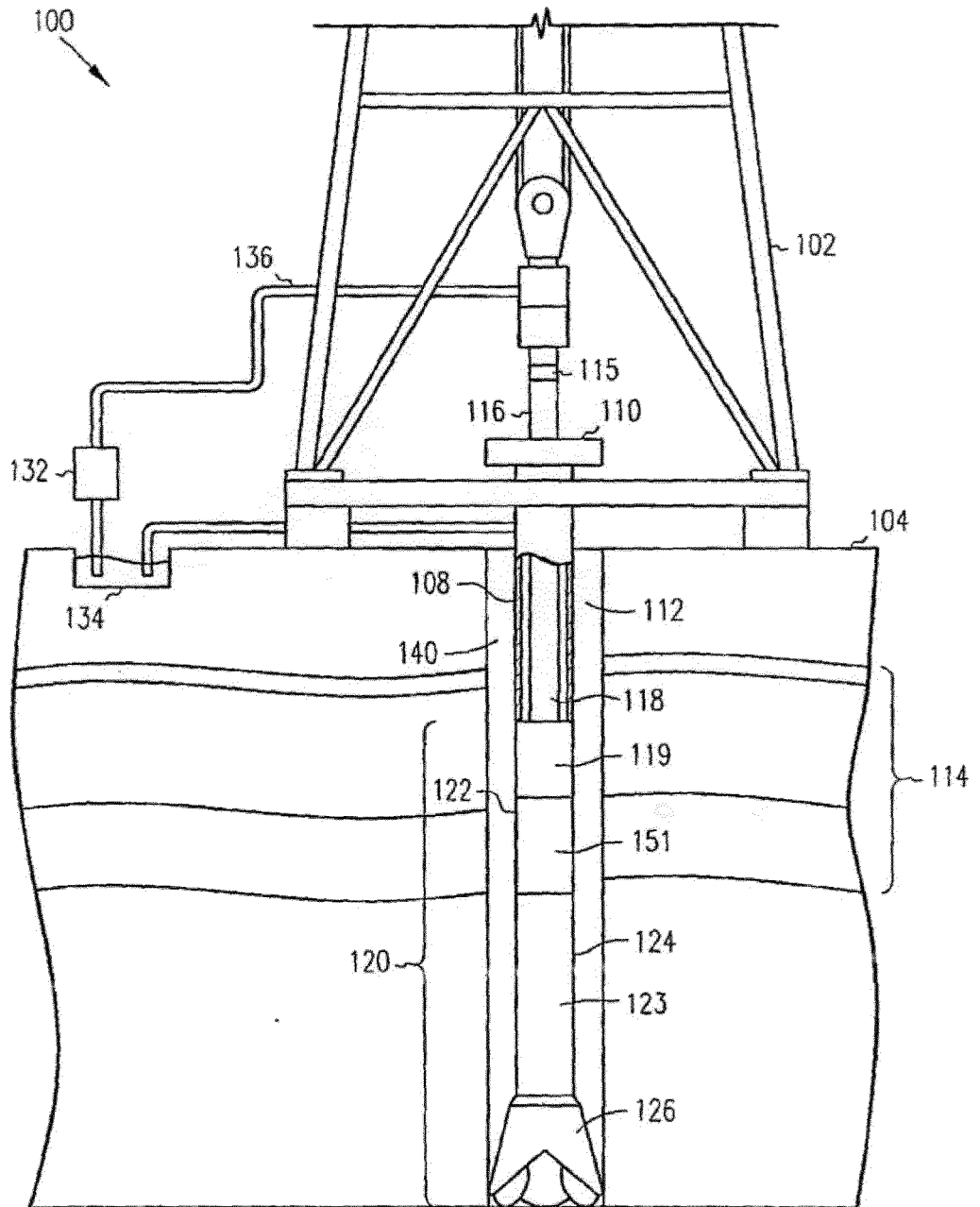


FIG. 1

123

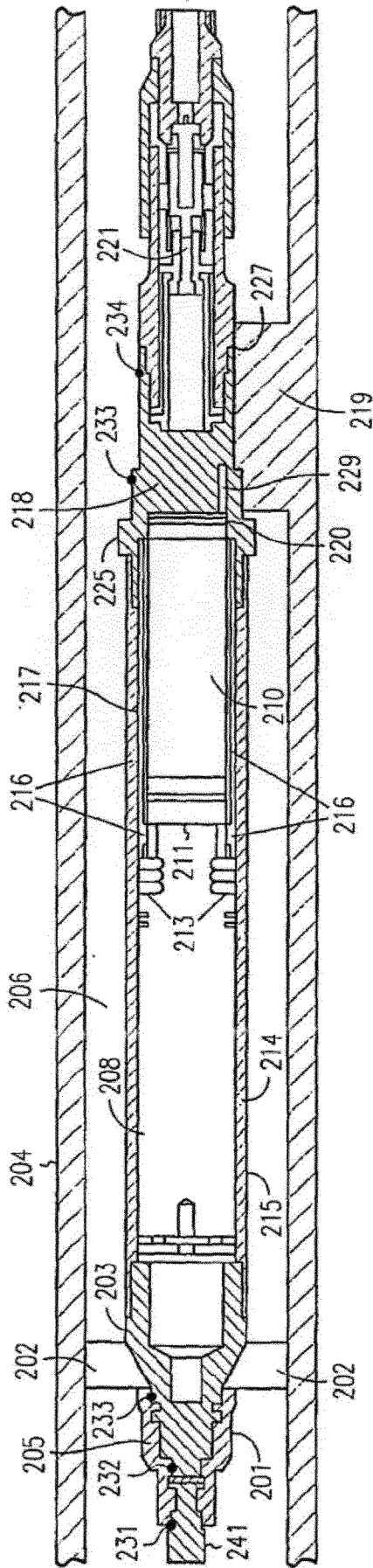


FIG. 2

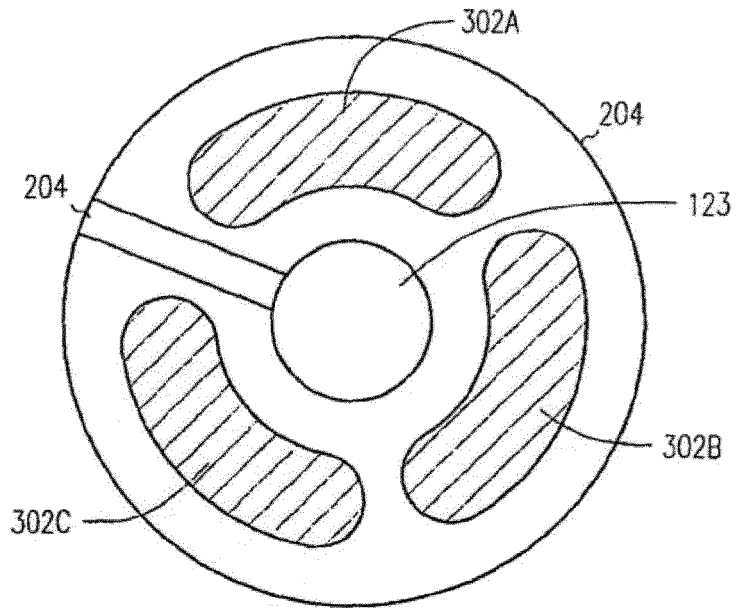


FIG. 3A

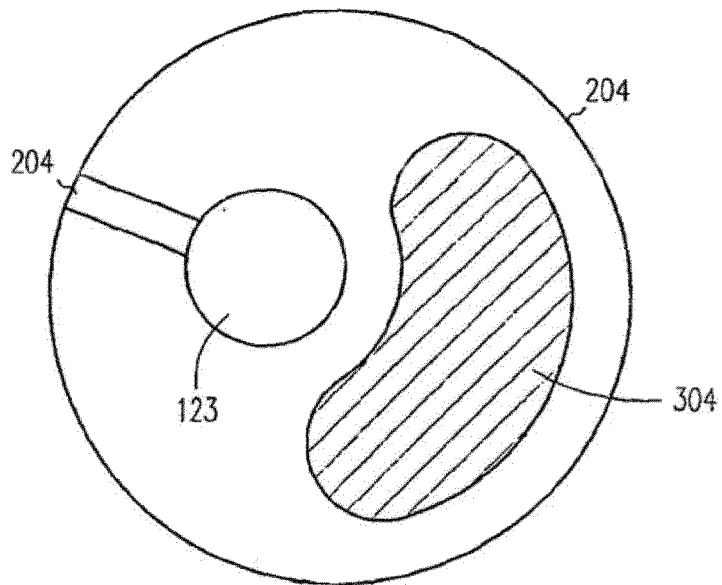


FIG. 3B

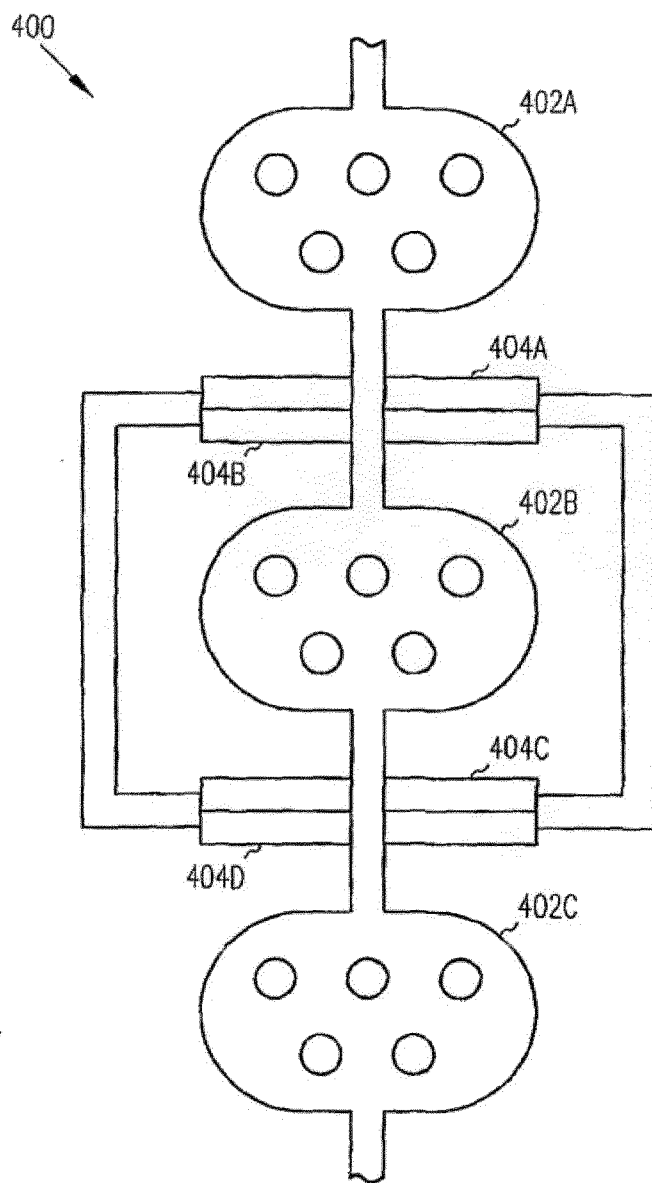


FIG. 4

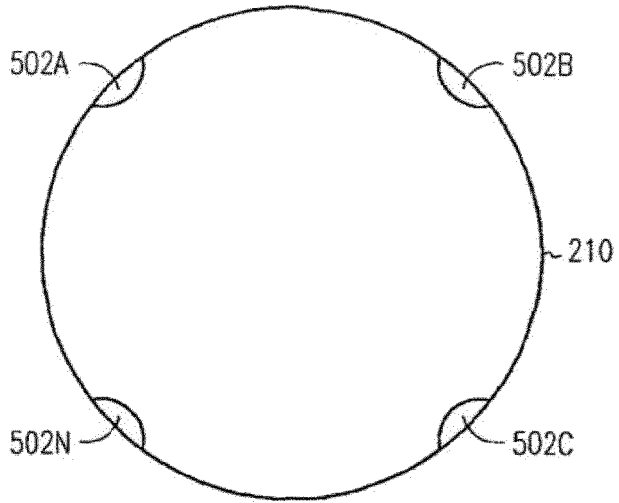


FIG. 5

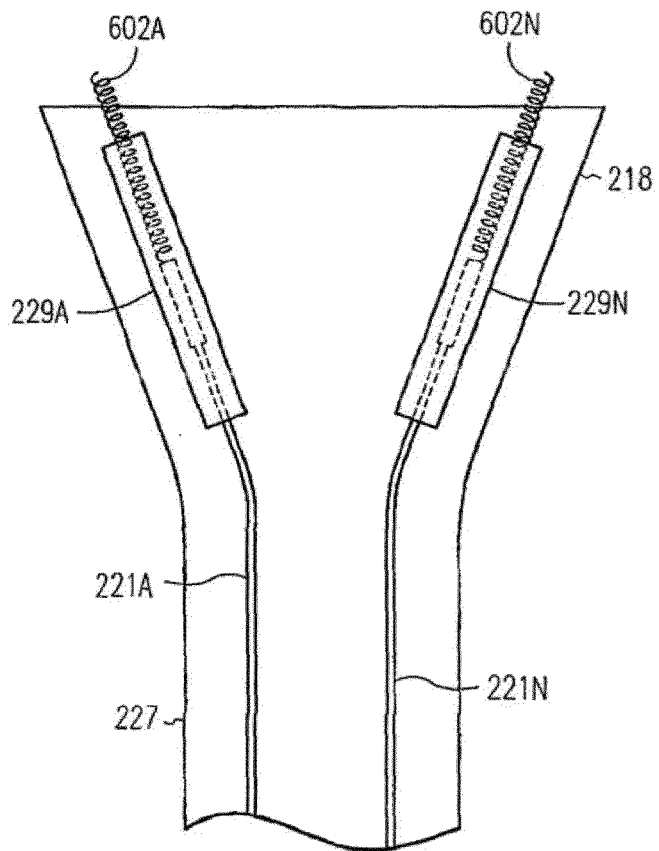


FIG. 6

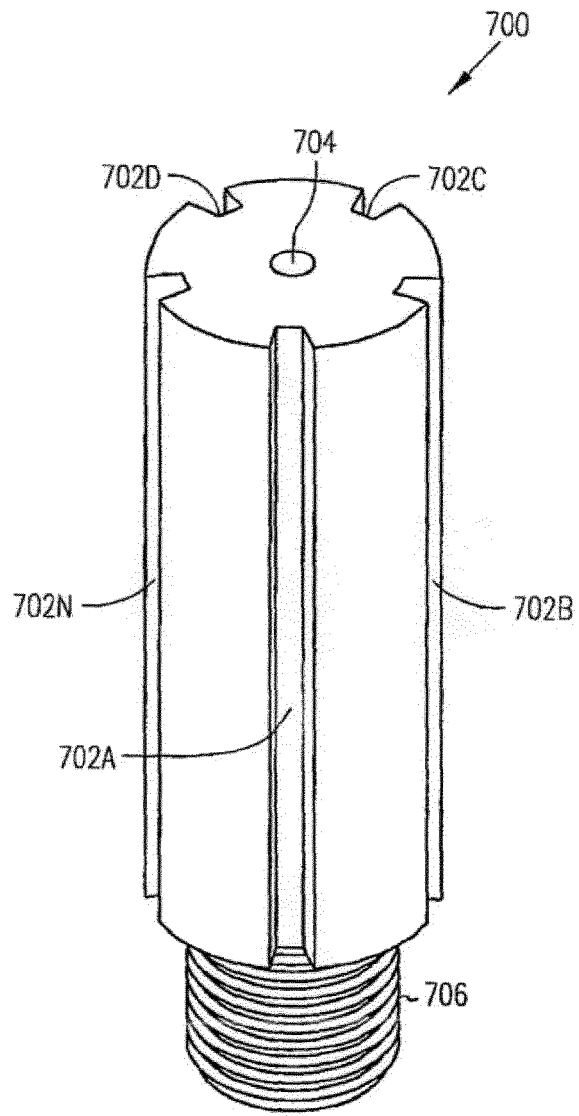


FIG. 7A

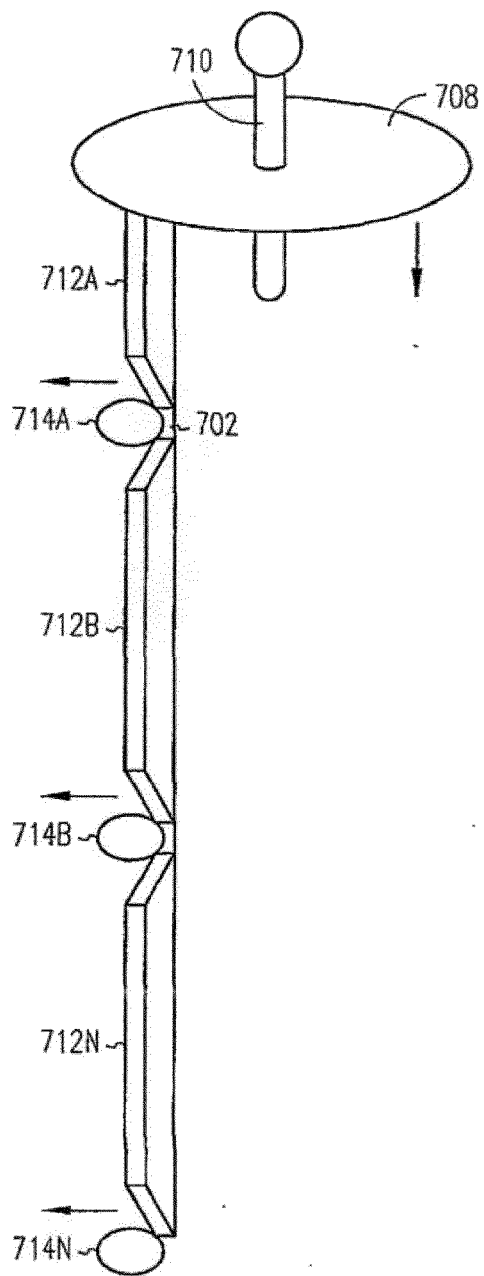


FIG. 7B

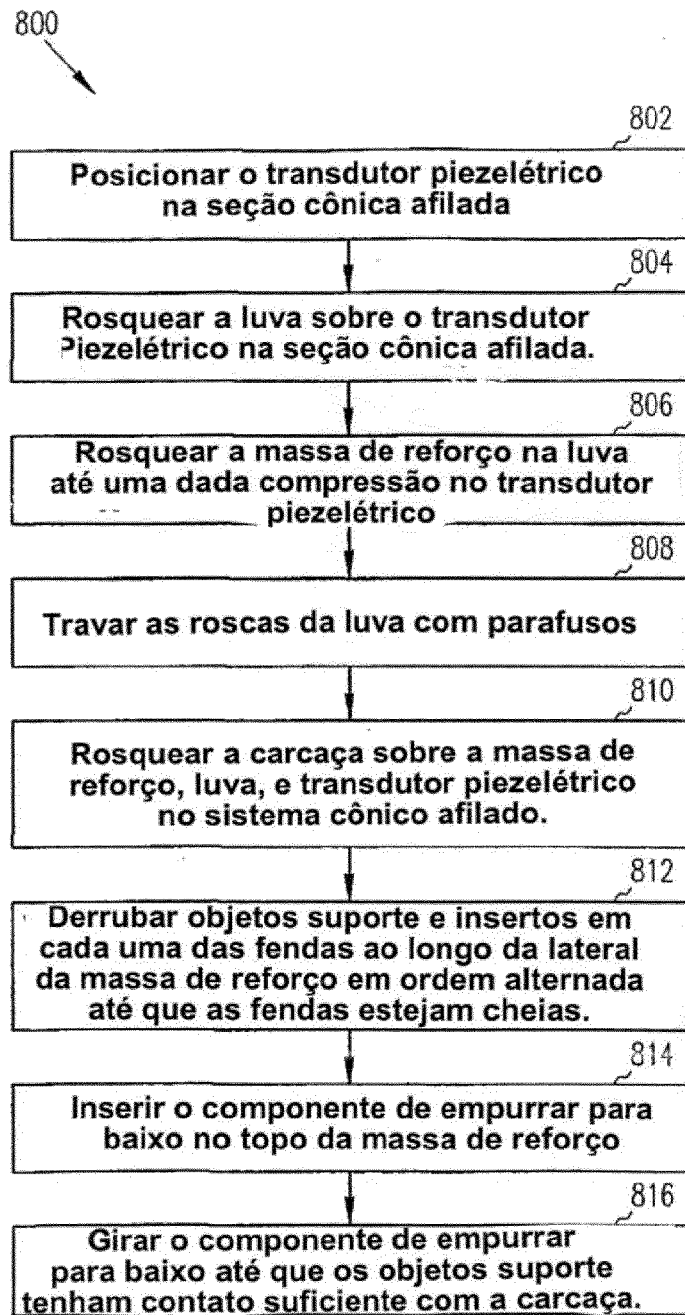


FIG. 8

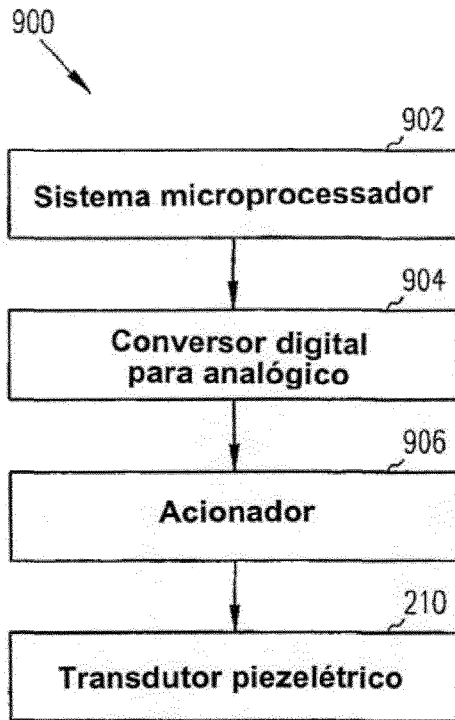


FIG. 9

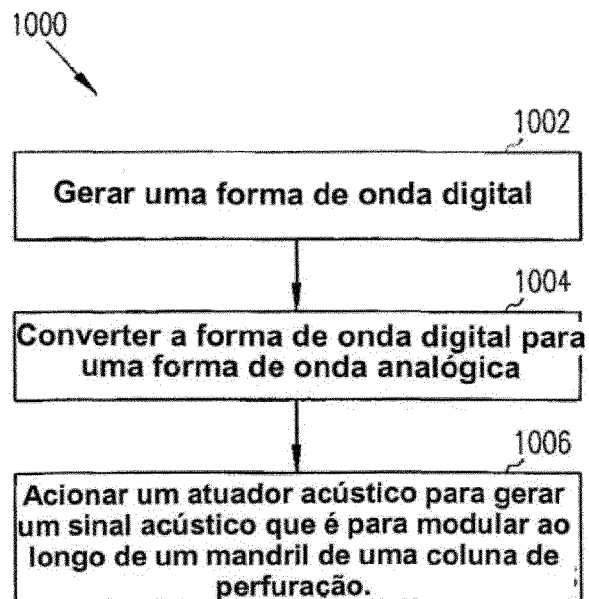


FIG. 10