



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

(11) PI 0710530-4 B1

(22) Data do Depósito: 20/04/2007

(45) Data de Concessão: 30/01/2018



(54) Título: BROCAS DE PERFURAÇÃO DE SOLO CORTADORAS FIXAS MODULARES, CORPOS DE BROCA DE PERFURAÇÃO DE SOLO CORTADORA FIXA MODULAR E MÉTODOS RELACIONADOS

(51) Int.Cl.: E21B 10/00; E21B 10/42; E21B 10/62

(30) Prioridade Unionista: 27/04/2006 US 60/795,290

(73) Titular(es): KENNAMETAL INC.

(72) Inventor(es): PRAKASH K. MIRCHANDANI; MICHALE E. WALLER; JEFFREY L. WEIGOLD; ALFRED J. MOSCO

“BROCAS DE PERFURAÇÃO DE SOLO CORTADORAS FIXAS MODULARES, CORPOS DE BROCA DE PERFURAÇÃO DE SOLO CORTADORA FIXA MODULAR E MÉTODOS RELACIONADOS”

REFERÊNCIA CRUZADA A MÉTODOS RELACIONADOS

5 A presente aplicação reivindica prioridade sob 35 U.S.C. § 119(e) ao pedido de patente provisório U.S. de Série No. 60/795.290, depositado em 27 de abril de 2006.

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção se refere, em parte, a aperfeiçoamentos em brocas de perfuração de solo e métodos de produção de brocas de furação de solo. A presente invenção se refere adicionalmente a corpos de broca modular de perfuração de solo e métodos de formação de corpos de broca de perfuração modular.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

15 As brocas de perfuração de solo podem ser dotadas de elementos de corte fixos ou giratórios. As brocas de perfuração de solo com elementos de corte fixos incluem tipicamente um corpo de broca usinado de aço ou fabricado pela infiltração de uma base de partículas sólidas, como, por exemplo, de carboneto fundido ($WC+W_2C$), carboneto tungstênio padrão (WC) ou macrocristalino, e/ou carboneto cementado sinterizado com um aglomerante de liga com base de cobre. As brocas de perfuração de solo de elemento de corte fixo convencional compreendem um corpo de broca de uma peça com vários insertos

20 de corte em bolsos de inserção situados no corpo de broca de uma maneira projetada para aperfeiçoar o corte. É importante manter os insertos em locais precisos para aperfeiçoar a eficiência da perfuração, evitar vibrações e minimizar as tensões no corpo de broca a fim de maximizar a vida da broca de perfuração de solo. Os insertos de corte são frequentemente baseados em materiais altamente resistentes ao desgaste como, por exemplo, diamante.

25 Por exemplo, os insertos de corte podem consistir de uma camada de diamante sintético colocado em um substrato de carboneto cementado, e tais insertos são frequentemente referidos como diamante policristalino compacto (PDC). O corpo de broca pode ser preso em uma haste de aço que tipicamente inclui uma conexão de pino rosqueado pelo qual a broca é presa a um eixo de acionamento de um motor de furo para baixo ou um colar de sondagem na extremidade distal de um cabo de tubo. Além disso, um fluido ou lama de perfuração pode ser bombeado para baixo do cabo de tubo oco e embocaduras externos formados no corpo de broca. O fluido ou lama de perfuração esfria e lubrifica a broca à medida que a mesma gira e também transporta material cortado pela broca para a superfície.

35 Os corpos de broca de perfuração de solo convencional foram tipicamente feitos em uma das seguintes maneiras, por exemplo, usinados a partir de aço em bruto ou fabricados pela infiltração de uma base de partículas de carboneto sólidas colocadas dentro de um

molda com uma liga aglomerante com case de cobre. As brocas de corpo de aço são tipicamente usinadas de material roliço para um formato desejado, com características topográficas e internas. Após a usinagem do corpo de broca, a superfície pode ser fortemente revestida para aplicar materiais resistentes a desgaste ao revestimento do corpo de broca e outras áreas críticas da superfície do corpo de broca.

No método convencional para fabricar um corpo de broca a partir de partículas rijas e de um aglomerante, um molde é laminado ou usinado para definir as características da superfície externa do corpo de broca. Pode também ser requerida laminagem manual ou trabalho de barro adicional para criar ou refinar as características topográficas do corpo de broca.

Uma vez que o molde tenha sido concluído, pode ser disposta na cavidade do molde uma broca em bruto pré-formada de aço para reforçar internamente a matriz do corpo de broca na fabricação. Outros insertos baseados em metal de transição ou refratário, como, por exemplo, aqueles que definem os cursos de fluido, bolsos para elementos de corte, ressaltos, estrias, deslocamento de bocal, fendas de sucata, ou outras características internas ou topográficas do corpo de broca, podem também ser inseridas na cavidade do molde. Quaisquer insertos usados devem ser colocados em locais precisos para assegurar o posicionamento apropriado dos elementos de cortes, embocaduras, fendas de sucata, etc., na broca final.

As partículas sólidas desejadas podem então ser colocadas no molde e adensadas para a densidade desejada. As partículas sólidas são então infiltradas no aglomerante de molde, que congela para formar um corpo de broca sólido incluindo uma fase descontínua de partículas sólidas em uma fase contínua de aglomerante.

O corpo de broca pode então ser montado com outros componente de broca de perfuração. Por exemplo, uma haste rosqueada pode ser soldada ou presa de outro modo ao corpo de broca, e os elementos de corte ou insertos (tipicamente diamante ou compacto de diamante policristalino sintético ("PDC")) são presos nos bolsos de inserto de corte, como, por exemplo, soldadura, consolidação adesiva, ou afixação mecânica. Alternativamente, os insertos de corte podem ser consolidados no revestimento do corpo de broca durante fumação e infiltração se forem empregados PDCs ("TSP") termicamente estáveis.

O corpo de broca e outros elementos de brocas de furação de solo são sujeitados a muitas formas de desgaste porque os mesmos operam no ambiente do interior do poço rigoroso. Dentre as formas mais comuns de desgaste está o desgaste abrasivo provocado pelo contato com formações rochosas abrasivas. Além disso, a lama de perfuração, carregada com cortes de rocha, causa a erosão ou desgaste da broca.

A vida útil de uma broca de perfuração de solo é uma função não apenas das propriedades de desgaste do PDCs ou dos insertos de carboneto cementados, como também das propriedades de desgaste do corpo de broca (no caso de brocas cortadoras fixas) ou prendedores cônicos (no caso de brocas cônicas de rolo). Uma maneira de
5 aumentar a vida útil da broca de perfuração de solo é empregar corpos de broca feitos de materiais com combinações de força, firmeza e resistência abrasão / erosão aperfeiçoadas.

Foi descoberto recentemente que os corpos de broca cortadoras fixas podem ser fabricados a partir de carbonetos cementados empregando práticas de metalurgia de energia padrão (consolidação de energia, seguida pela formatação ou usinagem da energia
10 compacta verde ou pré-aglomerada e aglomeração em alta temperatura). Tal carboneto sólido, de peça única, cementado baseados nos corpos de broca estão descritos na Publicação de Patente No. U.S. 2005/0247491.

Em geral, o carboneto cementado com base em corpos de broca proporciona vantagens adicionais sobre os corpos de broca do estado da técnica (usinados de aço ou de
15 carbonetos infiltrados) uma vez que os carbonetos cementados oferecem combinações de força, firmeza, bem como resistência a abrasão e a erosão amplamente superior, comparado aos aços ou carbonetos infiltrados com aglomerantes com base de cobre. A Figura 1 ilustra um corpo de broca de carboneto cementado, sólido, de peça única 10 que pode ser empregado para fabricar uma broca de perfuração de solo com base em PDC.
20 Conforme pode ser observado, o corpo de broca 10 consiste essencialmente de uma parte central 11 sendo dotada de furos 12 através dos quais a lama pode ser bombeada, bem como os braços ou lâminas 13 sendo dotadas de bolsos 14 nos quais são fixados os cortadores PCD. O corpo de broca 10 da Figura 1 foi preparado pelas tecnologias de energia de metal. Tipicamente, para preparar tal corpo de broca, um molde é cheio com
25 metais em pó compreendendo tanto o metal aglomerante quanto o carboneto. O molde é então compactado para condensar o metal em pó e formar um compacto verde. Devido à força e a dureza dos carbonetos cementados aglomerados, o corpo de broca é usualmente usinado na forma compacta verde. O compacto verde pode ser usado para incluir quaisquer características desejadas no corpo de broca final.

30 A durabilidade e o desempenho finais das brocas cortadoras fixas dependem não apenas da durabilidade e o desempenho dos elementos de corte, mas também da durabilidade e do desempenho dos corpos de broca. Portanto, pode ser esperado que as brocas de perfuração de solo com base no carboneto cementado exibam durabilidade e desempenho significativamente aumentados comparadas com as brocas fabricadas usando
35 aço ou corpos de broca infiltrados. Contudo, as brocas de perfuração de solo incluindo corpos de broca de carboneto cementado na verdade sofrem limitações, como as que se seguem:

1. É sempre difícil controlar as posições dos cortadores PDC individuais exata e precisamente. Após a usinagem nos bolsos de inserto, o compacto verde é aglomerado para condensar adicionalmente o corpo de broca. Os corpos de carboneto cementados irão sofrer algum desmoronamento ou distorção durante os processos de aglomeração em alta temperatura, resultando na distorção no local dos bolsos de insertos. Os bolsos de inserto que não estão situados precisamente nas posições designadas no corpo de broca podem não desempenhar satisfatoriamente devido ao rompimento prematuro dos cortadores e/ ou lâminas, furos de perfuração out-of round, vibração excessiva, perfuração ineficiente, bem como outros problemas.

2. Uma vez que as formas dos corpos de carboneto cementados são sólidas, de peça única são muito complexas (ver, por exemplo, a Figura 1), os corpos de carboneto cementados são usinados e moldados dos compactos de energia verde utilizando ferramentas de usinagem sofisticadas. Por exemplo, máquinas de laminação controladas por computador de cinco eixos geométricos. Contudo, mesmo quando são empregadas as ferramentas de usinagem mais sofisticadas, a variação das formas e dos projetos que podem ser fabricados são limitados devido às limitações do processo e usinagem. Por exemplo, o número de lâminas de corte e as posições relativas dos cortadores PDC podem ser limitados porque as diferentes características do corpo de broca poderiam interferir com a trajetória da ferramenta de corte durante o processo de modelagem.

3. O custo dos corpos de broca carboneto cementados de peça única pode ser relativamente alto uma vez que é perdida uma grande quantidade de material de carboneto cementado muito caro durante o processo de moldagem ou de usinagem.

4. É muito dispendioso produzir um corpo de broca carboneto cementado de peça única com diferentes propriedades em locais diferentes. As propriedades de corpos de broca de carboneto cementado, sólido, de peça única são, portanto, tipicamente homogêneas, isto é, são dotadas de propriedades similares em todos os locais no corpo de broca. A partir de um projeto do ponto de vista de durabilidade, pode ser vantajoso em muitos exemplos ter propriedades diferentes em locais diferentes.

5. Todo o corpo de broca de um corpo de broca de peça única deve ser descartado se o corpo de broca rachar durante o serviço (por exemplo, o rompimento de um braço ou de uma lâmina de corte).

6. Portanto, é necessário o aperfeiçoamento dos corpos de broca para brocas de perfuração de solo sendo dotadas de resistência a desgaste, força e firmeza aumentadas que não sofram as limitações observadas acima.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

As características e vantagens da presente invenção podem ser mais bem compreendidas com relação às figuras que a acompanham, nas quais:

A Figura 1 é uma fotografia de um corpo de broca de carboneto cementado, sólido, de peça única para brocas de perfuração de solo;

A Figura 2 é uma fotografia de uma modalidade de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular montada compreendendo seis peças de lâminas de carboneto cementado presas em uma peça de suporte de lâmina de carboneto cementado, onde cada peça de lâmina é dotada de nove bolsos de inserto de corte;

A Figura 3 é uma fotografia de uma vista superior do corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular montada da Figura 2;

A Figura 4 é uma fotografia da peça de suporte de lâmina da modalidade do corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular montada da Figura 2 ilustrando as fendas de lâmina e os furos de lama da peça de suporte de lâmina;

A Figura 5 é uma fotografia de uma peça de lâmina individual da modalidade do corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular montada da Figura 2 ilustrando os bolsos cortadores dos insertos cortadores; e

A Figura 6 é uma fotografia de outra modalidade da peça de lâmina compreendendo múltiplas peças de lâmina que podem ser presas em uma única fenda de lâmina na peça de suporte de lâmina da Figura 4.

BREVE SUMÁRIO

Determinadas modalidades não limitativas da presente invenção estão direcionadas a um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular compreendendo uma peça de suporte de lâmina e pelo menos uma peça e lâmina de suporte presa à peça de suporte de lâmina. O corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular pode compreender adicionalmente pelo menos um bolso de inserto na pelo menos uma peça de lâmina. A peça de suporte de lâmina, a pelo menos uma peça de lâmina, e qualquer outra peça ou parte do corpo de broca modular pode independentemente compreender pelo menos um material selecionado de partículas sólidas, carbonetos cementados, cerâmica, ligas metálicas e plásticos.

As modalidades não limitativas adicionais são direcionadas a um método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular compreendendo prender pelo menos uma peça de lâmina em uma peça de suporte de lâmina de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular. O método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular pode incluir qualquer técnica de fixação mecânica que inclua a inserção da peça de lâmina em uma fenda na peça de suporte de lâmina, soldagem, soldadura ou soldagem da peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, encaixando com força a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, encaixando por contração a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, consolidação adesiva da a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, fixação da a peça

de lâmina na peça de suporte de lâmina com um prendedor mecânico rosqueado, ou afixando mecanicamente a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina.

DESCRIÇÃO DE DETERMINADAS MODALIDADES NÃO LIMITATIVAS DA INVENÇÃO

5 Um aspecto da presente invenção está relacionado a um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular. As brocas de perfuração de solo convencionais incluem um corpo de broca de peça única com insertos soldados nos bolsos de inserto. Os corpos de broca convencionais para brocas de perfuração de solo são produzidos em um projeto de peça única para maximizar a força do corpo de broca. É requerida força
10 suficiente em um corpo de broca para suportar tensões extremas envolvidas na perfuração de poços de petróleo e de gás natural. As modalidades dos corpos de brocas de perfuração de solo cortadoras fixas modulares da presente invenção podem compreender uma peça de suporte de lâmina e pelo menos uma peça de lâmina presa na peça de suporte de lâmina. A uma ou mais peças de lâmina pode também incluir bolsos para prender insertos de corte,
15 como, por exemplo, os insertos de corte PDC ou insetos de corte de carboneto cementado. Os corpos de brocas de perfuração de solo modulares podem compreender qualquer número de peças que possam ser fisicamente projetadas na broca de perfuração de solo cortadora fixa. O número máximo de peças de lâmina em uma broca ou corpo de broca específico irá depender do tamanho do corpo de broca de perfuração de solo, do tamanho e
20 da largura da peça de lâmina individual, e da aplicação da broca de perfuração de solo, bem como de outros fatores conhecidos daqueles versados na técnica. As modalidades dos corpos de broca de perfuração de solo modular podem compreender de 1 a 12 peças de lâmina, por exemplo, ou para determinadas aplicações podem ser desejadas de 4 a 8 peças de lâmina.

25 As modalidades dos corpos de broca de perfuração de solo modulares são baseados em um projeto de peça modular ou múltipla, ao contrário de uma construção sólida, de peça única. O uso do projeto modular supera várias das limitações dos corpos de broca sólidos de peça única.

30 Os corpos de broca da presente invenção incluem dois ou mais componentes individuais que são montados e presos juntos para formar um corpo de broca adequado para brocas de perfuração de solo. Por exemplo, os componentes individuais podem incluir uma peça de suporte de lâmina, peças de lâmina, embocaduras, aros padrões, partes de fixação, hastes, bem como outros componente de corpos de broca de perfuração de solo.

35 As modalidades da peça de suporte de lâmina pode incluir, por exemplo, furos e/ou aro padrão. Os furos podem ser usados para permitir o fluxo de água, lama, lubrificantes, ou outros líquidos. Os líquidos ou massas semifluidas esfriam a broca de perfuração de solo e auxiliam na remoção de detrito, rocha e resíduos dos furos de sonda.

As modalidades das peças de lâmina podem compreender, por exemplo, bolsos cortadores para os cortadores PDC, e/ou as peças individuais das peças de lâmina compreendendo os bolsos de inserto.

Uma modalidade do corpo de broca de perfuração de solo modular 20 de uma broca de perfuração de solo cortadora está ilustrada na Figura 2. O corpo de broca de perfuração de solo modular 20 compreende um dispositivo de fixação 21 em uma haste 22 da pela de suporte de lâmina 23. As peças de lâmina 24 são presas nas peças de suporte de lâmina 23. Deve ser observado que apesar da modalidade do corpo de broca de perfuração de solo modular da Figura 2 incluir a parte de fixação 21 e a haste 22 conforme formadas na peça de suporte de lâmina, a parte de fixação 21 e a haste 22 podem também ser feitas como peças individuais a serem presas juntas para formar a parte do corpo de broca de perfuração de solo modular 20. Ademais, a modalidade do corpo de broca de perfuração de solo modular 20 compreende peças de lâmina idênticas 24. As modalidades adicionais dos corpos de broca de perfuração de solo modulares podem compreender peças de lâmina que não sejam idênticas. Por exemplo, as peças de lâmina podem independentemente compreender materiais de construção incluindo, mas não se limitando a, partículas sólidas cementadas, ligas metálicas (incluindo, mas não se limitando a, ligas com base de ferro, ligas com base de níquel, cobre, alumínio, e/ou ligas com base de titânio), cerâmica, plásticos, ou combinações dos mesmos. As peças de lâmina podem também incluir projetos diferentes incluindo locais diferentes dos bolsos de inserto de corte e furos de lama ou outras características conforme desejado. Além disso, o corpo de broca de perfuração de solo inclui peças de lâmina que são paralelas ao eixo geométrico de rotação do corpo de broca. Outras modalidades podem incluir peças de lâmina inclinadas em um ângulo, como, por exemplo, de 5° a 45° a partir do eixo geométrico de rotação.

Ademais, a parte de fixação 21, a haste 22, a peça de suporte de lâmina 23, e as peças de lâmina 24 podem ser independentemente feitas de qualquer material de construção desejado que possa ser preso junto. As peças individuais de uma modalidade do corpo de broca de furação de solo cortadora fixa modular podem ser fixadas juntas por qualquer método como, por exemplo, mas não limitado a, soldadura, conexões rosqueadas, pinos, ranhuras de chaveta, encaixes por contração, adesivos, consolidação de difusão, encaixes de interferência, ou qualquer outra conexão mecânica. Como tal, o corpo de broca 20 pode ser construído sendo dotado de várias regiões ou peças, e cada região ou peça pode compreender uma concentração, composição e tamanho de cristal diferentes das partículas sólidas ou aglomerados, por exemplo. Isso permite o talhe das propriedades nas regiões e peças específicas do corpo de broca, conforme desejado para uma aplicação específica. Como tal, o corpo de broca pode ser projetado de maneira que as propriedades ou composições das peças ou regiões em uma peça se alteram repentinamente ou mais

gradualmente entre regiões diferentes do artigo. Por exemplo, o corpo de broca modular 20 da Figura 2, compreende duas zonas distintas definidas por seis peças de lâmina 23. Em uma modalidade, a peça de suporte de lâmina 23 pode compreender uma fase sólida descontínua de tungstênio e/ou carboneto de tungstênio e as peças de lâmina 24 podem compreender uma fase sólida descontínua de carboneto fundido fino, carboneto tungstênio, e/ou partículas de carboneto cementado aglomerado. As peças de lâmina 24 também incluem bolsos cortadores 25 ao longo da borda das peças de lâmina 24 nas quais os insertos de corte podem ser dispostos. Há nove bolsos cortadores 25 na modalidade da Figura 2. Os bolsos cortadores 25 podem, por exemplo, ser incorporados diretamente no corpo de broca pelo molde, como, por exemplo, pela usinagem do lingote verde ou marrom, ou como peças presas em uma peça de lâmina por soldadura ou outro método de fixação. Conforme visto na Figura 3, as modalidades do corpo de broca molecular 34 podem também incluir cursos de fluido interno 31, ressaltos, solos, embocaduras, fendas de sucata 32, e quaisquer outras características topográficas de um corpo de broca de perfuração de solo. Opcionalmente, essas características topográficas podem ser definidas por peças adicionais que sejam presas em posições adequadas no corpo de broca modular.

A Figura 4 é uma fotografia da modalidade da peça de suporte de lâmina 23 das Figuras 2 e 3. A peça de suporte de lâmina 23 nessa modalidade é feita de carbonetos cementados e compreende cursos de fluido interno 31 e as fendas de lâmina 41. A Figura 5 é uma fotografia de uma modalidade de uma peça de lâmina 24 que pode ser inserida na fenda de lâmina 41 ou na peça de suporte de lâmina 23 da Figura 4. A peça de lâmina 24 inclui nove bolsos cortadores 51. Conforme ilustrado na Figura 6, uma modalidade adicional de uma peça de lâmina inclui uma peça de lâmina 61 compreendendo várias peças individuais 62, 63, 64 e 65. Essa modalidade de múltiplas peças da peça de lâmina ilustra customização adicional da lâmina para cada fenda de lâmina e permite substituição de peças individuais da peça de lâmina 62 se, por exemplo, um corpo de broca deva ser renovado ou modificado.

O uso da construção modular para cada corpo de broca de perfuração de solo supera várias das limitações dos corpos de broca de peça única, por exemplo: 1) Os componentes individuais de um corpo de broca modular são menores e menos complexos na forma se comparados a um corpo de broca de carboneto cementado, sólido, de peça única. Portanto, os componentes estarão sujeitos a menos distorção durante o processo de aglomeração e os corpos de broca modular e as peças individuais podem ser feitas com tolerâncias mais próximas. Adicionalmente, as superfícies de união chaves e outras características, podem ser esmerilhadas e usinas facilmente e forma barata após a aglomeração para assegurar um encaixe cuidadoso e preciso entre os componentes, assegurando, portanto, que os bolsos cortadores e os insertos de corte podem ser

precisamente situados nas posições predeterminadas. Sucessivamente, isso iria assegurar operação ótima da broca de perfuração de solo durante o serviço. 2) as formas menos complexas dos componentes individuais de um corpo de broca modular permitem o uso de ferramentas de usinagem e operações de usinagem mais simples (menos sofisticadas) para a fabricação dos componentes. Ainda, uma vez que o corpo de broca modular é feito de componentes individuais, há muito menos preocupação com relação à interferência de qualquer característica de corpo de broca com a trajetória da ferramenta de corte ou outra parte da máquina durante o processo de modelagem. Isso permite a fabricação de peças de forma muito mais complexas para montagem nos corpos, comparado com os corpos de broca, sólidos, de peça única. A fabricação de peças similares pode ser produzida de formas mais complexas permitindo que o projetista aproveite as propriedades superiores dos carbonetos cementados e de outros materiais. Por exemplo, pode ser incorporado um número maior de lâminas em um corpo de broca modular do que em um corpo de broca de peça única. 3) O projeto modular consiste de uma montagem de componentes individuais e, portanto, haveria pouca perda de material de carboneto cementado durante o processo de modelagem. 4) Um corpo de broca modular permite o uso de uma ampla variedade de materiais (carbonetos cementados, aços e outras ligas metálicas, cerâmicas, plásticos, etc.) que podem ser montados juntos para proporcionar um corpo de broca sendo dotado de propriedades ótimas em qualquer local do corpo de broca. 5) Finalmente, as peças de lâmina individuais podem ser substituídas, se necessário ou desejado, e a broca de perfuração de solo poderia voltar ao serviço. No caso de uma peça de lâmina compreendendo múltiplas peças, as peças individuais podem ser substituídas. Portanto, não é necessário descartar todo o corpo de broca devido à falha de apenas uma parte do corpo de broca, resultando em uma diminuição significativa dos custos operacionais.

Os materiais de carboneto cementado que podem ser usados nas peças de lâmina e na peça de suporte de lâmina podem incluir carbonetos de um ou mais elementos pertencentes aos grupos IBV até VIB da tabela periódica. Preferivelmente, os carbonetos cementados compreendem pelo menos um carboneto de metal de transição selecionado de carboneto titânio, carboneto crômio, carboneto de vanádio, carboneto de zircônio, carboneto de rânio, carboneto de tântalo, carboneto de molibdênio, carboneto de nióbio, e carboneto de tungstênio. As partículas de carboneto compreendem preferivelmente em torno de 60 a em torno de 98 por cento de peso do peso total do material de carboneto cementado em cada região. As partículas de carboneto são embutidas em uma matriz de um aglomerante que constitui preferivelmente em torno de 2 a em torno de 40 por cento de peso do peso total do carboneto cementado.

Em uma modalidade não limitativa, um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular de acordo com a presente descrição inclui uma peça de suporte de

lâmina compreendendo um primeiro material de carboneto cementado e pelo menos uma peça de lâmina compreendida de um segundo material de carboneto cementado, onde pelo menos uma peça de lâmina é presa à peça de suporte de lâmina, e onde pelo menos um do primeiro e segundo materiais de carboneto cementado inclui partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de um tamanho e grão médio de 0,3 a 10 μm . De acordo com uma modalidade alternativa, não limitativa, um do primeiro e segundo materiais de carboneto cementado inclui partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de um tamanho e grão médio de 0,5 a 10 μm , e o outro do primeiro e segundo materiais de carboneto cementado inclui partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de um tamanho e grão médio de 0,3 a 1,5 μm . Em ainda outra modalidade alternativa, não limitativa, um do primeiro e segundo materiais de carboneto cementado inclui de 1 a 10 por cento de peso mais de aglomerante (com base no peso total do material carboneto cementado) do que o outro do primeiro e segundo materiais de carboneto cementado. Em ainda outra modalidade alternativa, não limitativa, a dureza do primeiro material de carboneto cementado é de 85 a 90 HRA e uma dureza do segundo material de carboneto cementado é de 90 a 94 HRA. Em ainda outra modalidade alternativa, não limitativa, o primeiro material de carboneto cementado compreende de 10 a 15 por cento de liga de cobalto e o segundo material de carboneto cementado compreende de 6 a 15 por cento de peso de liga de cobalto. Ainda de acordo com outra modalidade alternativa, não limitativa, o aglomerado do primeiro material de carboneto cementado e o aglomerado do segundo carboneto cementado diferem na composição química. Ainda, em uma modalidade adicional alternativa, não limitativa,, um percentual de peso de aglomerado do primeiro carboneto cementado difere de um segundo percentual de peso de aglomerado no segundo carboneto cementado. Em outra modalidade alternativa, não limitativa, um carboneto de metal d transição do primeiro carboneto cementado defere de um carboneto de metal d transição do segundo carboneto cementado em pelo menos uma composição química e media de tamanho de grão. De acordo com uma modalidade alternativa, não limitativa, os materiais do primeiro e do segundo carboneto cementado diferem em pelo menos uma propriedade. A pelo menos uma propriedade pode ser selecionada de, por exemplo, módulo de elasticidade, dureza, resistência a desgaste, firmeza de fratura, força de tensão, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.

O aglomerado de partículas sólidas cementadas ou carbonetos cementados podem compreender, por exemplo, pelo menos um de cobalto, níquel, ferro, ou ligas desses elementos. O aglomerado pode também compreender, por exemplo, elementos como, por exemplo, tungstênio, crômio, titânio, tântalo, vanádio, molibdênio, nióbio, zircônio, háfnio, e carbono até os limites de solubilidade desses elementos no aglomerado. Ademais, o

aglomerado pode incluir um ou mais de boro, silicone e rênio. Adicionalmente, o aglomerado pode conter até e por cento de peso dos elementos como, por exemplo, cobre, manganês, prata, alumínio, e rutênio. Aquele versado na técnica irá reconhecer que qualquer um dos, ou todos os constituintes do material de partícula sólida cementada na forma elementar, como compostos, e/ou como ligas mestre. A peça de suporte de lâmina e as peças de lâmina, ou outras peças, se desejado, independentemente pode compreender diferentes carbonetos cementados compreendendo carboneto de tungstênio e um aglomerado de cobalto. Em um amo, a peça de suporte de lâmina e a peça de lâmina incluem pelo menos duas partículas sólidas cementadas diferentes que diferem com relação a, pelo menos, uma propriedade.

As modalidades das peças da broca de perfuração de solo modular podem também incluir carbonetos cementados híbridos, como, por exemplo, mas não limitado a, quaisquer dos carbonetos cementados híbridos descritos no Pedido de Patente co-pendente de Série No. 10/735.379, cuja descrição encontra-se inteiramente incorporada ao presente à guisa de referência.

Um método de produção de uma broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a presente invenção, compreende prender pelo menos uma peça de lâmina em uma peça de suporte de lâmina. O método pode incluir prender peças adicionais juntas para produzir o corpo de broca de furação de solo modular incluindo cursos de fluido internos, ressaltos, estrias, bocais, fendas de sucata e quaisquer outras características topográficas convencionais do corpo de broca de perfuração de solo. A fixação de uma peça de lâmina individual pode ser realizada por quaisquer meios incluindo, por exemplo, a inserção da peça de lâmina em uma fenda na peça de suporte de lâmina, soldadura, solda, ou soldando a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, encaixando com força a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, encaixando por contração a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina, consolidação adesiva da peça de lâmina na peça de suporte de lâmina (como, por exemplo, com epóxi ou outro adesivo), ou afixando mecanicamente a peça de lâmina na peça de suporte de lâmina. Em determinadas modalidades, ou a peça de suporte de lâmina ou as peças de lâmina são dotadas de uma estrutura de malhete ou outra característica para fortalecer a conexão.

O processo de fabricação para peças de partículas sólidas cementadas tipicamente envolve energia metalúrgica de consolidação (tipicamente cerâmica particulada e metal aglomerado energizado) para formar um lingote verde. Podem ser usados os processos de consolidação de energia usando as técnicas convencionais, como, por exemplo, pressão mecânica ou hidráulica nos moldes rígidos, e prensagem isostática "wet-bag" ou "dry-bag". O lingote verde pode então ser pré-aglomerado ou inteiramente aglomerado para consolidação adicional e densidade de energia. Os resultados da pré-aglomeração e

apenas uma consolidação e adensamento parcial de da parte. Um lingote verde pode ser pré-aglomerado em uma temperatura mais baixa do que a temperatura a ser alcançada na operação de aglomeração final para produzir um lingote pré-aglomerado ("lingote marrom"). Um lingote marrom por exemplo, dotado de dureza e força relativamente baixas se comparado ao artigo final inteiramente aglomerado, mas significativamente mais alto do que o lingote verde. Durante a fabricação, o artigo pode ser usinado como um lingote verde, lingote marrom, ou um artigo inteiramente aglomerado. Tipicamente, a usinabilidade de um lingote verde ou marrom é substancialmente maior do que a usinabilidade do artigo inteiramente aglomerado. A usinagem de um lingote verde ou de um lingote marrom pode ser vantajosa se a parte inteiramente aglomerada for de usinagem difícil ou requeira esmerilhamento ao contrário de usinagem para atender as tolerâncias dimensionais finais requeridas. Podem também ser empregados outros meios para aperfeiçoar a usinabilidade da parte como, por exemplo, a adição de agentes de usinagem para fechar a porosidade do lingote. Um agente de usinagem típico é um polímero. Finalmente, pode ser realizado o aglomerado na temperatura da fase líquida em um forno a vácuo convencional ou em pressões altas em um forno "SinterHip". O lingote pode estar acima da pressão aglomerada em uma pressão de 300 a 2000 psi e em uma temperatura de 1350 a 1500°C. A pré-aglomeração e aglomeração do lingote causam a remoção dos lubrificantes, redução de oxido, densificação, e desenvolvimento de microestrutura. Conforme relatado acima, subseqüente à aglomeração, as peças do corpo de broca modular podem ser adicionalmente usinadas apropriadamente ou esmerilhadas para formar a configuração final.

Aquele versado na técnica irá compreender os parâmetros do processo requeridos para a consolidação e a aglomeração para formar os artigos de partícula sólida cementada, como, por exemplo, insertos de corte de carboneto cementado. Tais parâmetros podem ser usados nos métodos da presente invenção.

Adicionalmente, para o propósito desta invenção, as ligas metálicas incluem de todos os metais estruturais como, por exemplo, ferro, níquel, titânio, cobre, alumínio, cobalto, etc. As cerâmicas incluem carbonetos, bóricos, nitridos, etc., de todos os elementos comuns.

Deve ser compreendido que a presente descrição ilustra aqueles aspectos da invenção relevantes para um claro entendimento da invenção. Determinados aspectos da invenção serão claros para aqueles versados na técnica comum e que, portanto, não facilitaria um melhor entendimento da invenção se não tivesse sido apresentada a fim de simplificar a presente descrição. Apesar de terem sido descritas modalidades da presente invenção, é reconhecido que podem ser empregadas muitas modificações e variações da invenção. Todas essas variações e modificações da invenção são intencionadas a estarem cobertas pela descrição precedente e pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular (20), compreendendo:

uma peça de suporte de lâmina (23); e

5 pelo menos uma peça de lâmina (61) presa na peça de suporte de lâmina (23), **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de lâmina (61) compreende pelo menos dois componentes individuais e pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende um carboneto cementado.

10 2. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o componente individual inclui pelo menos um bolso de inserto.

15 3. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) compreende pelo menos um material selecionado do grupo consistindo de partículas sólidas cementadas, carbonetos cementados, cerâmicas e ligas metálicas.

4. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pelo menos uma peça de lâmina (61) consiste essencialmente de carboneto cementado.

20 5. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) consiste essencialmente de carboneto cementado.

25 6. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) compreende pelo menos uma fenda de lâmina e cada peça de lâmina (61) é presa em uma fenda de lâmina.

30 7. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) compreende um primeiro carboneto cementado e a pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende um segundo carboneto cementado, e onde o primeiro carboneto cementado e o segundo carboneto cementado diferem em pelo menos uma propriedade.

8. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro carboneto cementado e o segundo carboneto cementado compreendem individualmente partículas de pelo menos um carboneto de metal de transição em um aglomerante.

35 9. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro carboneto cementado e o segundo carboneto cementado, o pelo menos um carboneto é independentemente

selecionado de um carboneto de um metal de transição selecionado de titânio, crômio, vanádio, zircônio, hafnio, tântalo, molibdênio, nióbio, e tungstênio, e o aglomerante compreende independentemente pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro, liga de cobalto, liga de níquel e liga de ferro.

- 5 10. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglomerante compreende adicionalmente pelo menos um agente de liga selecionado de tungstênio, titânio, tântalo, nióbio, crômio, molibdênio, boro, carbono, silicone, rutênio, rênio, manganês, alumínio e cobre.
- 10 11. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto do primeiro carboneto cementado e o carboneto do segundo carboneto cementado compreendem carboneto de tungstênio.
- 15 12. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglomerante do primeiro carboneto cementado e o aglomerante do segundo carboneto cementado compreendem cobalto.
- 20 13. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pelo menos uma propriedade é selecionada do grupo consistindo de um módulo de elasticidade, dureza, resistência ao desgaste, firmeza de fratura, força de tensão, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.
- 25 14. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglomerante do primeiro carboneto cementado e o aglomerante do segundo carboneto cementado diferem na composição química.
- 30 15. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um percentual de peso do aglomerante do primeiro carboneto cementado difere do percentual de peso do aglomerante do segundo carboneto cementado.
- 35 16. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal de transição do primeiro carboneto cementado difere do carboneto metal de transição do segundo carboneto cementado em pelo menos uma composição química e variação do tamanho de grão.
17. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada um do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado compreendem de 2 a 40 por cento de peso de aglomerante e de 60 a 80 por cento de peso de carboneto de metal de transição.

18. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado compreende partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de uma variação de tamanho de grão de 0,3 a 10 µm.

5 19. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado compreende partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de uma variação de tamanho de grão de 5 a 10 µm, e o outro do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado compreende partículas de carboneto de tungstênio sendo dotadas de uma variação de tamanho de grão de 0,3 a 1,5 µm.

20. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado inclui de 1 a 9 por cento de peso a mais de aglomerante do que o outro do primeiro carboneto cementado e do segundo carboneto cementado.

15 21. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dureza do segundo carboneto cementado é de 90 a 94 HRA e a dureza do primeiro carboneto cementado é de 85 a 90 HRA.

20 22. Corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segundo carboneto cementado compreende de 6 a 15 por cento de peso de liga de cobalto e o segundo carboneto cementado compreende de 10 a 15 por cento de peso de liga de cobalto.

25 23. Broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, conforme relacionado na reivindicação 1.

24. Broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, compreendendo:

uma peça de suporte de lâmina (23);

pelo menos uma peça de lâmina (61) presa à peça de suporte de lâmina (23),

30 **CARACTERIZADA** pelo fato de que a peça de lâmina (61) compreende pelo menos dois componentes individuais e pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende carboneto cementado; e

pelo menos um inserto de corte fixado a pelo menos um dos componentes individuais da peça de lâmina (61).

35 25. Broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o pelo menos um inserto de corte é selecionado do grupo consistindo de um inserto de carboneto cementado e um diamante policristalino compacto.

26. Broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende pelo menos um bolso de inserto e o pelo menos um inserto de corte é fixado no pelo menos um bolso de inserto.

5 27. Broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o pelo menos um inserto de corte é selecionado do grupo consistindo de um inserto de carboneto cementado e um diamante policristalino compacto.

10 28. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, compreendendo:

proporcionar uma peça de suporte de lâmina (23);

proporcionar pelo menos uma peça de lâmina (61), **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de lâmina (61) compreende pelo menos dois componentes individuais; e

15 prender a pelo menos dois componentes individuais a peça de lâmina (61) na peça de suporte de lâmina (23).

29. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fixação da pelo menos dois componentes individuais compreende pelo menos uma da inserção de pelo menos dois componentes individuais em uma fenda na peça de suporte de lâmina (23), soldar pelo menos dois componentes individuais à peça de suporte de lâmina (23), soldadura de pelo menos dois componentes individuais à peça de suporte de lâmina (23), soldagem de pelo menos dois componentes individuais na peça de suporte de lâmina (23), encaixe por força de pelo menos dois componentes individuais na peça de suporte de lâmina (23), encaixe por contração de pelo menos dois componentes individuais na peça de
20 suporte de lâmina (23), consolidação adesiva de pelo menos dois componentes individuais na peça de suporte de lâmina (23), fixar pelo menos dois componentes individuais na peça de suporte de lâmina (23) com um prendedor mecânico rosqueado, e afixar mecanicamente pelo menos dois componentes individuais na peça de suporte de lâmina (23).

30 30. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as partículas sólidas cementadas são carbonetos cementados.

35 31. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) compreende pelo menos uma das partículas sólidas cementadas e uma liga de aço.

32. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) compreende carboneto cementado.

5 33. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) consiste essencialmente de carboneto cementado.

10 34. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a peça de suporte de lâmina (23) e a pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende independentemente cada uma um carboneto cementado incluindo partículas de pelo menos um carboneto em um aglomerante, onde o pelo menos um carboneto é um carboneto de um metal de transição selecionado de titânio, cromo, vanádio, zircônio, hafnio, tântalo, molibdênio, nióbio, e tungstênio, e onde o aglomerante compreende pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro, liga de cobalto, liga de níquel, e liga de ferro.

15 35. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 34, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglomerante do carboneto cementado da peça de suporte de lâmina (23) e o aglomerante do carboneto cementado da pelo menos uma peça de lâmina (61) compreendem independentemente adicionalmente um agente de liga selecionado de tungstênio, titânio, tântalo, nióbio, cromo, molibdênio, boro, carbono, silicone, rutênio, rênio, manganês, alumínio, cobre, vanádio, zircônio e hafnio.

20 36. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 34, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto é um carboneto de tungstênio e o aglomerante compreende cobalto.

25 37. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 34, **CARACTERIZADO** pelo fato de que proporcionar a pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende compactar um metal energizado em um compacto verde, usar o compacto verde, e aglomerar o compacto verde usinado.

30 38. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que proporcionar a peça de suporte de lâmina (23) compreende compactar um metal energizado em um compacto verde, usar o compacto verde, e aglomerar o compacto verde usinado.

35 39. Método de produção de uma de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com qualquer uma das reivindicações 37 e 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o metal energizado compreende uma energia de carboneto de metal e uma energia de aglomerante.

40. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 28, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a pelo menos uma peça de lâmina (61) compreende múltiplas peças, e onde o método compreende prender as múltiplas peças na peça de suporte de lâmina (23).

5 41. Método de produção de um corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, de acordo com a reivindicação 28, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente usinar pelo menos um bolso de inserto em pelo menos uma peça de lâmina (61).

10 42. Método de produção de uma broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

proporcionar o corpo de broca de perfuração de solo cortadora fixa modular, relacionado na reivindicação 1; e

prender pelo menos um inserto de corte na pelo menos uma peça de lâmina (61).

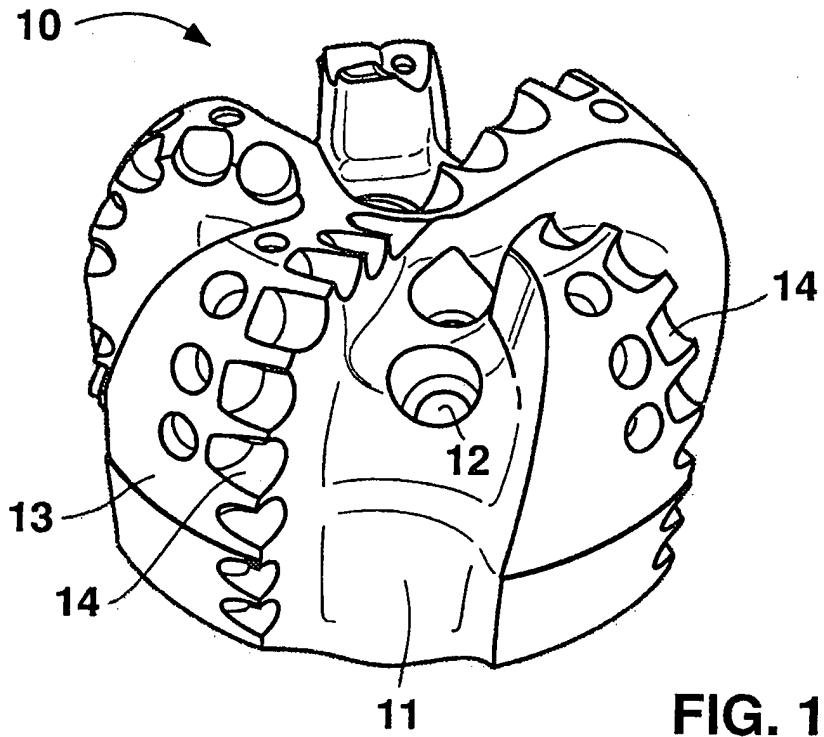


FIG. 1

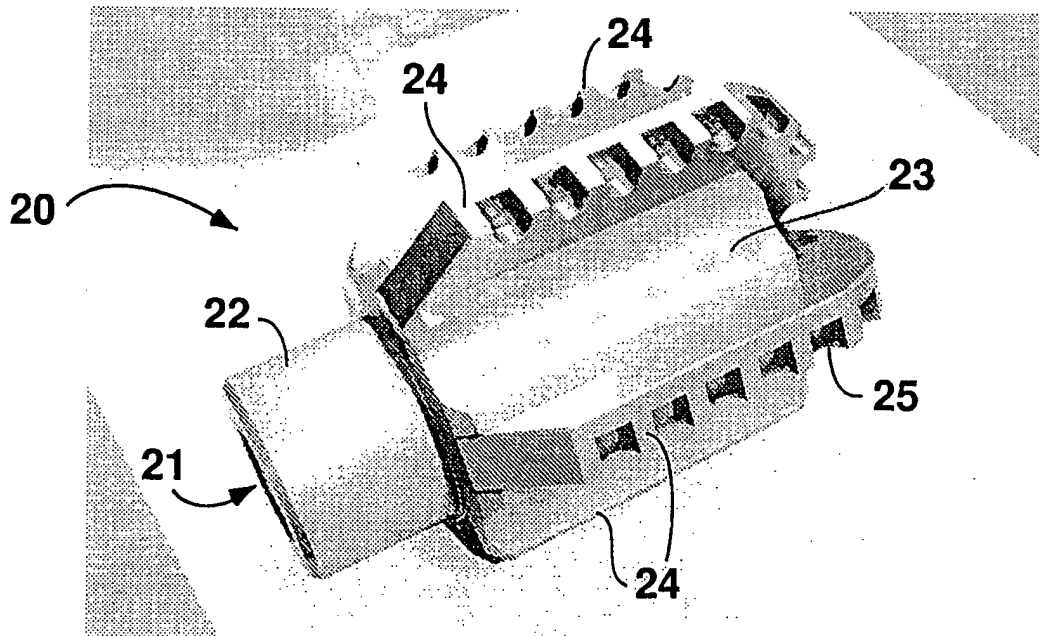


FIG. 2

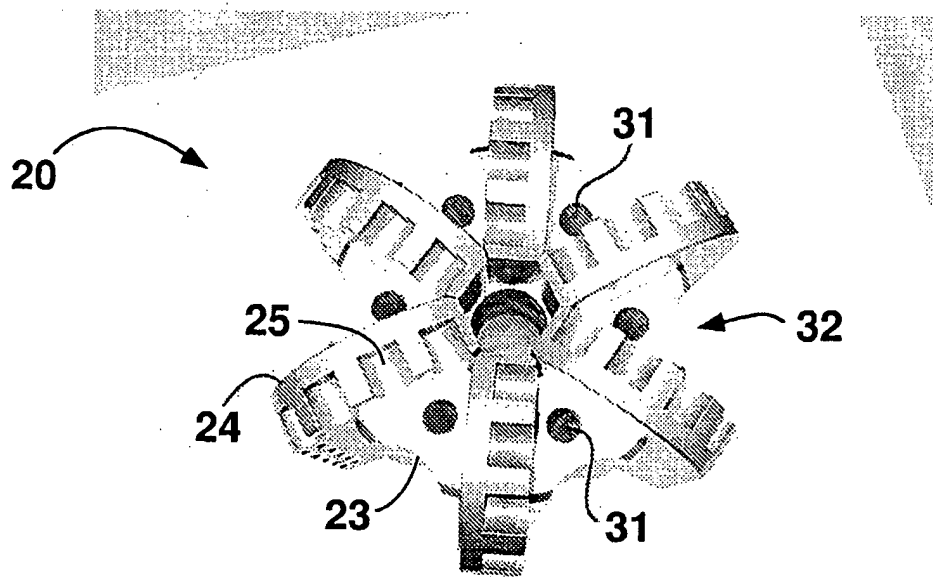


FIG. 3

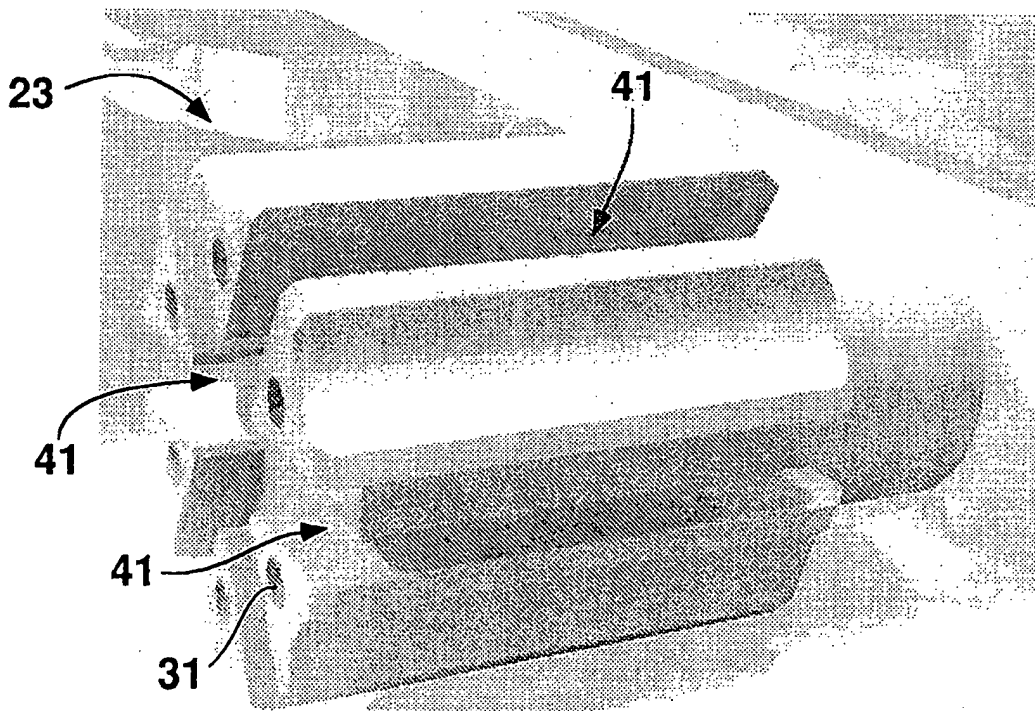


FIG. 4

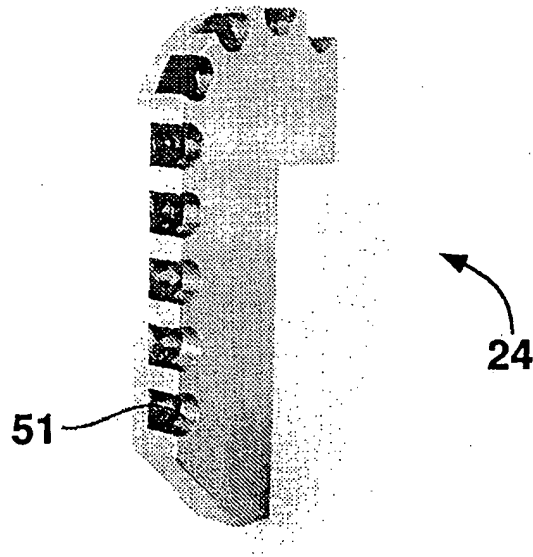


FIG. 5

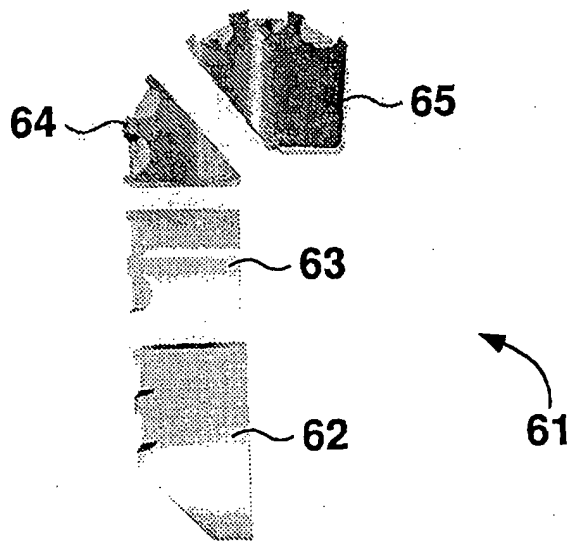


FIG. 6