



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

(11) PI 0705331-2 B1

(22) Data do Depósito: 20/07/2007

(45) Data de Concessão: 26/12/2017



(54) Título: FERRAMENTA DE CORTE E PROCESSO DE FORMAÇÃO DE FERRAMENTA DE CORTE

(51) Int.Cl.: B28D 1/22; E21B 10/46

(52) CPC: B28D 1/22,E21B 10/46

(73) Titular(es): INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. CLOROVALE DIAMANTES S.A.

(72) Inventor(es): VLADIMIR JESUS TRAVA AIROLDI; EVALDO JOSÉ CORAT; LEÔNIDAS LOPES DE MELO; EDSON DEL BOSCO; RAUL DE CASTRO MURETE

"FERRAMENTA DE CORTE E PROCESSO DE FORMAÇÃO DE FERRAMENTA DE CORTE"

Campo da Invenção

A invenção se refere a uma ferramenta de corte tal como
5 brocas de perfuração, cordas e discos de corte, etc, do
tipo geralmente utilizada em atividades de perfuração e
corte de rochas, pedras, cerâmicas, vidros ou qualquer
outro material duro, natural ou sintético, que possam ser
utilizadas em atividades tais como: perfuração de poços
10 de petróleo, perfuração de poços de água, perfuração de
poços de gás, corte de montanhas rochosas, e quaisquer
atividades industriais de manufatura e/ou de acabamento
de materiais duros que usam a perfuração, o corte e o
acabamento em superfície. A presente invenção se refere
15 também a um processo de formação de ditas ferramentas de
corte.

Histórico da Invenção

O uso de ferramentas cada vez mais duráveis para a
furação e/ou corte de materiais duros de uma maneira
20 geral tem sido muito estudado. Contudo, o conceito de
perfuração e corte esteve sempre fundamentado em
processos de agregar grãos de diamante ou grãos de
qualquer outro material muito duro em matrizes metálicas
obtidas por processos de sinterização, de solda
25 galvânica, diferentes processos de agregação
eletroquímica, etc., onde o grão mais duro que o material
a ser cortado, perfurado e/ou processado ajuda a promover
o corte até a sua expulsão, por esforço físico, do corpo
da matriz metálica, que também se desgasta.
30 Na literatura, bem como na prática, observa-se que tanto
as ferramentas como brocas de perfuração e as ferramentas
de corte como discos e fios ou cordas evoluíram com o uso
de diferentes tecnologias de agregar grão de diamante
tais como solda galvânica e diferentes processos de
35 sinterizações.

Brocas na forma anelar cilíndrica e na forma de tarugo
cilíndrico têm sido desenvolvidas em diferentes desenhos,

dependendo da aplicação. Em particular, brocas para corte de vidro, assim como para perfuração de poços de petróleo, em geral são brocas anelares, sendo que as de corte de vidro, apresentam dimensões pequenas (cerca de 4mm a 5mm), enquanto que as brocas para perfuração de poços de petróleo, ou de natureza similar, apresentam dimensões relativamente grandes, acima de 300mm podendo apresentar formatos diferentes dos anelares. Entretanto, a tecnologia para ambas as aplicações é semelhante, ou seja, sempre com agregação de grãos duros de diferentes tamanhos, por exemplo, de diamante, natural ou sintético, grãos ou peças de carbeto de tungstênio, nitretos, etc. Quando a broca é de dimensões pequenas, a solda galvânica ou a sinterização é feita já na forma final da broca, enquanto que as brocas de grandes dimensões são confeccionadas em pequenas partes pelos processos citados imediatamente acima e em seguida estas partes são integradas via diferentes técnicas de solda, incluindo brasagem, Mig, Tig, etc..

Para obtenção de discos, os processos tecnológicos de agregação dos grãos duros, por exemplo, de diamante, de diferentes tamanhos, são os mesmos usados para a confecção de brocas de pequenas e grandes dimensões. Para estas diferentes formas de ferramentas, o desenvolvimento do molde é uma das partes intermediárias da fabricação destas ferramentas.

Para as cordas e/ou fios de corte, principalmente para cortes em grandes extensões, são utilizados diferentes moldes e, em geral, diferentes tamanhos de grãos duros, por exemplo, de diamante sintético ou natural. Estas cordas são montadas na forma de gomos ou secções carregando estes grãos duros, aglutinados em uma matriz, a qual pode ser metálica, polimérica, cerâmica, etc..

Cada uma das ferramentas citadas acima tem projetos específicos para cada aplicação, com variações de formas, diferentes técnicas de soldas, além dos diferentes tamanhos de grãos. Os processos de soldas galvânicas ou

de sinterizações procuram obedecer às propriedades de maior atrito e menor fluidez possível, alta dureza e alta tenacidade.

Sumário da Invenção

- 5 Assim é um objetivo da presente invenção apresentar ferramentas de corte que apresente uma maior resistência ao desgaste e uma maior homogeneidade de eficiência de corte do que as ferramentas de corte conhecidas, particularmente aquelas utilizadas para o corte ou
10 furação em material duro, natural ou sintético.
- Um outro objetivo da presente invenção é prover uma ferramenta tal como acima citado e que os elementos abrasivos que propiciam o corte não sejam expulsos da ferramenta, durante a operação desta, sendo desgastados
15 durante toda a vida útil da ferramenta.
- Um objetivo adicional é prover um processo de obtenção de uma ferramenta de corte do tipo acima citado.
- Estes e outros objetivos da presente invenção são alcançados através de uma ferramenta de corte
20 compreendendo um corpo básico; uma matriz de suporte apresentando uma determinada espessura entre uma superfície de retenção, solidamente fixada ao corpo básico e uma superfície de corte, e carregando, dispersos em toda sua espessura, elementos abrasivos definidos por
25 insertos ancorados no interior da matriz de suporte e tendo um primeiro extremo aflorando na superfície de corte e um segundo extremo, oposto, projetando-se para além de uma porção de espessura da matriz de suporte representativa da vida útil da ferramenta de corte.
- 30 A ferramenta de corte acima é obtida a partir de um processo que incluir as etapas de: prover um molde com formato correspondente ao de uma respectiva porção da matriz de suporte a ser obtida; posicionar, no interior do molde e de acordo com um posicionamento pré-
35 determinado, elementos abrasivos na forma de insertos a serem ancorados no interior da matriz de suporte; e moldar, no interior do molde, a matriz de suporte com uma

superfície de retenção a ser fixada no corpo básico e de modo a ancorar, em seu interior, os elementos abrasivos tendo um primeiro extremo a aflorar na superfície de corte da matriz de suporte e um segundo extremo
5 projetando-se para além de uma porção de espessura (Ev) da matriz de suporte, representativa da vida útil da ferramenta de corte.

De acordo com um aspecto particular da presente invenção, o processo de obtenção de ferramenta de corte acima
10 apresentado compreende também uma etapa adicional de fixar a superfície de retenção da matriz de suporte no corpo básico.

A solução da presente invenção modifica o conceito de corte de ferramentas de corte para uso em material duro
15 sintético ou natural, onde não mais se usa como elemento de corte, uma matriz carregando pó de diamante (ou de outro material duro), e sim se usa um conjunto de peças definindo os elementos abrasivos da ferramenta (de formas arredondadas, cilíndricas etc.), em diamante depositado
20 por uma técnica conhecida, tal como CVD etc., cujas dimensões destas peças, bem como sua distribuição na matriz de suporte (que pode ser uma liga metálica, resinosa, polimérica ou cerâmica, por exemplo), estabelecem a formação de uma ferramenta, de perfuração
25 ou corte onde se obriga, com a ação de corte ou perfuração, que o diamante seja desgastado e não expulso da matriz de suporte onde este está preso.

Além deste conceito agrega-se, ao presente invento, o conceito de que os elementos abrasivos na forma de peças
30 de diamante puro, cuja estrutura mecânica é muito resistente, serão exigidos no sentido de serem os mais resistentes possíveis durante o processo de abrasão. Estas peças em diamante-CVD serão distribuídas de forma a garantir a completa ação de corte e/ou abrasão.

35 Breve Descrição dos Desenhos

A seguir a presente invenção está descrita com base nos desenhos em anexo. Aqui os desenhos mostrados generalizam

a forma de um dos dispositivos, a broca anelar, em sua forma mais simples que é a cilíndrica. Como o importante é o princípio de que o diamante está sendo forçado ao desgaste, entende-se que para qualquer outro dispositivo, a representação, aqui mostrada, está bem clara, ampla e representativa.

As figuras 1 e 1a ilustram, esquemática e respectivamente, uma vista em corte lateral e uma vista superior de uma construção de ferramenta de corte, na forma de uma broca cilíndrica anelar, ilustrando, em destaque, na figura 1b, um elemento abrasivo da presente invenção, na forma de uma peça em diamante CVD;

A figura 2 representa, esquematicamente e em vista ampliada, uma porção da broca anelar ilustrada na figura 1, mas para um arranjo de diferentes elementos abrasivos, de acordo com a presente invenção;

As figuras 3 e 3a ilustram, esquematicamente, uma vista frontal e uma vista lateral de uma ferramenta de corte definida por um disco de corte construído de acordo com a presente invenção; e

A figura 4 ilustra, esquematicamente e em vista lateral, uma outra construção de ferramenta de corte, definida por um fio ou corda de corte, construída de acordo com a presente invenção, ilustrando, em destaque, uma peça em diamante CVD.

Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção será descrita para ferramentas de corte e/ou perfuração de materiais duros, naturais (do tipo rochas) ou sintéticos, das mais diferentes formas e dimensões. Entende-se por corte e/ou perfuração, o processo de abrasão para seccionar ou perfurar.

As ferramentas de corte obtidas a partir da presente invenção resultam em um conceito de corte no qual a operação de corte obriga ao desgaste do elemento abrasivo mais duro da ferramenta de corte, por exemplo, na forma de peças em diamante sintético produzido pelo processo de crescimento CVD (chemical vapor deposition) e presentes

na ferramenta de corte, conforme descrito adiante.

Além das aplicações em ferramentas tais como aquelas ilustradas nos desenhos anexos, deve ser entendido que o conceito da presente invenção também abrange qualquer
5 outro tipo de dispositivo empregado em processo de desgaste, perfuração, corte, etc.. Para garantir alta durabilidade, mesmo nas condições mais severas de corte e/ou perfuração, este dispositivo foi projetado para obrigar o desgaste da peça mais dura da ferramenta de
10 corte durante toda a vida útil de dita ferramenta.

Os elementos abrasivos da ferramenta de corte serão obrigatoriamente desgastados devido ao contado com os materiais a serem cortados, uma vez que este material estará sempre exposto ao regime de desgaste, diferente do
15 que ocorre atualmente nas soluções da técnica conhecida, onde a ferramenta de corte apresenta pó de diamante aglomerado, por ligas metálicas, o qual não se desgasta, mas tem o diamante expulso da ferramenta de corte ou perfuração onde estão agregados, devido à não resistência
20 do material de agregação (seja via solda galvânica, via material resinoso, via material cerâmico, via material polimérico, etc.).

De acordo com a presente invenção, para se garantir um corte duradouro e mais eficiente é necessário que o
25 elemento abrasivo não possua a forma de pequenos grãos, mas sim a de peças grandes, se comparadas com as dimensões dos grãos de diamante usados nos dispositivos de tecnologia convencional.

Em uma forma preferida da presente invenção, as dimensões
30 dos elementos abrasivos ou, em uma forma particular, das peças em diamante-CVD, (por exemplo, na forma cilíndrica), devem ser as dimensões do comprimento da região ativa dos dispositivos de corte, de perfuração e/ou desgaste. Estes elementos abrasivos (ou peças em
35 diamante-CVD) devem estar devidamente alojados na região de corte, em posições adequadas, dependendo da sua utilização. Ainda, estes elementos abrasivos, tais como

as peças em diamante-CVD, devem ter superfícies externas o mais rugosa possível, para facilitar o processo de aderência ao material de fixação da matriz de suporte da ferramenta de corte, seja ele, metálico, resinoso, 5 cerâmico ou polimérico.

Nas construções de elemento abrasivo em forma de peça de diamante-CVD, além de tais elementos terem as dimensões da região de corte de qualquer que seja o dispositivo, esta tem forma preferencialmente cilíndrica com 10 crescimento colunar do grão de diamante-CVD no sentido radial, a partir, naturalmente de um substrato, preferencialmente de forma cilíndrica. Este substrato central, (que pode ser de qualquer tipo de material, cerâmico, metálico, etc.) poderá ainda ter outras formas 15 que não a cilíndrica, mas sempre garantindo um crescimento colunar do diamante-CVD para dar consistência estrutural à peça de diamante-CVD sob a ação do desgaste. De acordo com a presente invenção, a ferramenta de corte compreende um corpo básico 1 e uma matriz de suporte 10, 20 esta apresentando uma determinada espessura E entre uma superfície de retenção 11, solidamente fixada a uma superfície de ancoragem 2 do corpo básico 1 e uma superfície de corte 12. A matriz de suporte 10 carrega, dispersos em pelo menos parte de sua espessura E, por 25 exemplo, em sua espessura representativa de vida útil E_v ou ainda em toda a sua espessura E, elementos abrasivos 20 definidos por insertos ancorados no interior da matriz de suporte 10 e tendo um primeiro extremo 21 aflorando na superfície de corte 12 e um segundo extremo 22, oposto, 30 projetando-se para além de uma porção de espessura E_v da matriz de suporte 10, representativa da vida útil da ferramenta de corte. De acordo com as formas construtivas ilustradas, os elementos abrasivos 20 são alongados e obtidos a partir de um material mais duro do que aquele 35 de constituição mais abundante na formação da matriz de suporte 10. Deve ser entendido que a matriz de suporte 10 pode carregar também pó de material particulado mais

duro, tal como pó de diamante, que reforça sua construção, mas que não atua na operação de corte da ferramenta de corte em descrição.

De acordo com a presente invenção, os elementos abrasivos
5 20 podem apresentar um formato cilíndrico, trapezoidal, paralelepipedico, etc. com seção transversal variável ou contínua ao longo de pelo menos uma de suas dimensões de comprimento, largura e espessura.

Nas construções descritas e ilustradas nas figuras 1 a 4,
10 cada matriz de suporte 10 apresenta uma pluralidade de elementos abrasivos 20, iguais entre si, e apresentando uma seção transversal contínua ao longo de seu comprimento estendendo-se pela espessura E da respectiva matriz de suporte 10, dita seção transversal sendo
15 preferivelmente circular. Deve ser entendido que a forma e o comportamento da seção transversal de cada elemento abrasivo 20 é definido em função da atuação de corte de cada dito elemento abrasivo 20 e ainda da ancoragem destes na matriz de suporte 10, ditas características
20 sendo definidas ainda em função da exigência sobre a ferramenta de corte durante sua operação.

Na construção ilustrada na figura 4, a matriz de suporte 10 carrega uma pluralidade de elementos abrasivos 20, sendo pelo menos alguns destes diferentes entre si, por
25 exemplo, tendo alguns de ditos elementos abrasivos 20 apresentando uma seção transversal trapezoidal variável ao longo do comprimento que se estende pela espessura da matriz de suporte 10.

De acordo com a presente invenção, uma matriz de suporte
30 10 pode ser formada ancorando diferentes construções de elementos abrasivos 20, não só quanto à forma, mas também quanto à constituição, tendo alguns destes elementos abrasivos 20 em diamante, os quais são distribuídos nos setores de corte 13 da matriz de suporte 10, de forma
35 previamente definida em função da operação da ferramenta de corte para a qual dita matriz de suporte 10 é formada. Os elementos abrasivos 20 podem ser obtidos, por exemplo,

em diamante crescido por uma das técnicas conhecidas, por exemplo, por deposição de diamante por processo CVD.

A ferramenta de corte acima descrita é obtida a partir de um processo de formação de dita ferramenta compreendendo, genericamente, as etapas de:- prover um molde com formato correspondente ao de uma respectiva porção da matriz de suporte 10 a ser obtida;- posicionar, no interior do molde e de acordo com um posicionamento pré-determinado, os elementos abrasivos 20 a serem ancorados no interior da matriz de suporte 10; e - moldar, no interior do molde, a matriz de suporte 10 com uma superfície de retenção 11 a ser fixada no corpo básico 1 e de modo a ancorar, em seu interior, os elementos abrasivos 20 do tipo acima descritos.

Em uma forma de realização da presente invenção, as etapas processuais acima são realizadas na sequência apresentada e sendo que, na segunda das referidas etapas, pelo menos alguns dos elementos abrasivos 20 podem ser providos com um respectivo segundo extremo 22 projetante para além da superfície de retenção 11 da matriz de suporte 10, para permitir a fixação deste extremo ao corpo básico 1, quando da retenção da matriz de suporte 10 ao referido corpo básico 1.

Em uma etapa subsequente, o processo em questão compreende a fixação do segundo extremo 22 de cada elemento abrasivo 20 em uma superfície de ancoragem 2 do corpo básico 1, dita fixação ocorrendo após uma etapa de prover uma liga de fixação entre o corpo básico 1 e cada elemento abrasivo 20, dita liga de fixação podendo incluir uma camada de pó de diamante com pelo menos uma das dimensões micrométricas e nanométricas.

Deve ser entendido que a etapa de fixar cada elemento abrasivo 20 ao corpo básico 1 pode ser obtida também por uma das técnicas de cola e soldagem.

Em uma forma de realização da presente invenção, a matriz de suporte 10 é moldada já sobre o corpo básico 1, o qual opera como parte do molde de dita matriz de suporte 10,

definindo pelo menos a superfície de retenção 11 desta última. Este processo ocorre, por exemplo, na obtenção de ferramenta de corte do tipo corda ou fio, ilustrado na figura 4.

5 Em uma outra forma de realização da presente invenção, o processo de formação da matriz de suporte 10 compreende, após a etapa de moldagem da matriz de suporte 10, uma etapa adicional de conduzir dita matriz de suporte 10 ao corpo básico 1 e fixar a superfície de retenção 11 da
10 matriz de suporte 10 no corpo básico 1.

Este processo ocorre, por exemplo, na obtenção de ferramenta de corte do tipo anelar e de disco, ilustrados nas figuras 1 e 3.

No caso de elementos abrasivos 20 em diamante, antes da
15 disposição destes no corpo básico 1, cada elemento abrasivo 20 é obtido por um processo compreendendo, genericamente, as etapas de: prover, para formação de cada elemento abrasivo 20, um substrato central 23, em material compatível com crescimento de diamante por
20 quaisquer das técnicas conhecidas, por exemplo, por CVD, em um reator; e envolver cada substrato central 23 com uma camada de diamante 24 apresentando uma determinada espessura, comprimento, rugosidade superficial e dureza.

Para os elementos abrasivos 20 com diamante crescido por
25 técnica de crescimento CVD, esta etapa de provisão da camada de diamante é obtida submetendo-se cada substrato central 23 a uma determinada condição de vapor químico, definida de modo a possibilitar o crescimento de uma camada em diamante 24, com uma determinada espessura,
30 comprimento, rugosidade superficial e dureza. Em uma construção particular, cada elemento abrasivo 20 obtido em diamante CVD apresenta um comprimento entre cerca de 1,0mm 5,0mm.

De acordo com o processo de obtenção da ferramenta de
35 corte da presente invenção, após a colocação da matriz de suporte 10, já ancorando os elementos abrasivos 20, no corpo básico 1, este retém dita matriz de suporte 10

através de uma liga de fixação, previamente disposta na superfície de ancoragem 2 do corpo básico 1, dita liga de fixação podendo ser uma liga metálica, de resina, cerâmica ou polimérica. Por um processo de sinterização, aquecimento, prensagem, eletroquímico, galvânico etc., esta liga de fixação adquire uma forma sólida, de propriedades mecânicas de escoamento, dureza, aderência ao corpo básico 1, que satisfazem as necessidades de aprisionamento dos elementos abrasivos 20 ao corpo básico 1, no caso em que ditos elementos abrasivos 20 apresentam cada respectivo primeiro extremo projetante para além da superfície de retenção 11 da matriz de suporte 10, ou ainda aprisionam a matriz de suporte 10 ao dito corpo básico 1, quando os referidos elementos abrasivos 20 apresentam cada respectivo primeiro extremo no máximo concordante com a superfície de retenção 11 de dita matriz de suporte 10. Este aprisionamento garante não haver deslocamentos dos elementos abrasivos 20 e/ou da matriz de suporte 10 relativamente ao corpo básico 1 nem desprendimentos com relação a este, forçando o desgaste de ditos elementos abrasivos 20 durante a operação da ferramenta de corte.

A liga, independentemente de suas composições, pode ainda conter pó de diamante ou outro material de boa dureza, para garantir uma melhora na aderência e, também, de desempenho quando usado no processo de perfuração, de corte e/ou desgaste. Deve ser entendido que, além do pó de diamante, pode ser também utilizado outro material duro, em função do desempenho a ser obtido, dito material duro sendo constituído, por exemplo, por micro e/ou nano partículas, resultando em uma melhora de desempenho, tanto em aderência como em corte e/ou desgaste.

Para a fixação dos elementos abrasivos 20 na matriz de suporte 10 e/ou no corpo básico 1 da ferramenta de corte em descrição, cada elemento abrasivo 20, independentemente de seu posicionamento relativo à superfície de corte 12 da matriz de suporte 10, apresenta

uma determinada rugosidade superficial definida de modo a garantir sua ancoragem à parte que o carrega, particularmente na matriz de suporte 10.

De acordo com a presente invenção, cada elemento abrasivo 5 20 apresenta uma dimensão, definida entre os respectivos primeiro e segundos extremos 21, 22, no mínimo igual à espessura E da matriz de suporte 10, sendo que pelo menos parte dos elementos abrasivos 20 apresenta seu segundo extremo 22 projetante para além da superfície de retenção 10 11 da matriz de suporte 10.

Na construção de ferramenta pelo processo aqui descrito, cada elemento abrasivo 20 é inicialmente ancorado, por seu segundo extremo 22, ao corpo básico 1, antes de receber a matriz de suporte 10 sobre dito corpo básico 1, 15 a qual irá envolver e reter cada elemento abrasivo 20 em sua posição previamente definida na ferramenta. Em uma forma de realização da presente invenção, com o processo aqui descrito, o segundo extremo 22 de cada elemento abrasivo 20 é inicialmente fixado ao corpo básico 1, por 20 exemplo, por uma liga de fixação tal como já descrito anteriormente.

Na construção de ferramenta de corte da presente invenção, cada elemento abrasivo 20 é disposto na espessura E da matriz de suporte 10, estendendo-se ao 25 longo da referida espessura E, em uma das direções inclinada e ortogonal à superfície de corte 12 de dita matriz de suporte 10.

Em algumas construções de ferramenta de corte, a matriz de suporte 10 inclui também elementos abrasivos 20 30 adicionais, também na forma de insertos ancorados no interior da matriz de suporte 10, estendendo-se ao longo da espessura dessa última, em uma direção paralela à sua superfície de corte 12. As figuras 2 e 3 apresentam uma forma construtiva possível para esta ferramenta de corte 35 incluindo elementos abrasivos ortogonais e paralelos à superfície de corte 12 da matriz de suporte 10.

Para qualquer uma das construções de ferramenta de corte

acima, ou seja, contendo ou não elementos abrasivos 20 adicionais, paralelos à superfície de corte da matriz de suporte 10, os elementos abrasivos 20 existentes na referida matriz de suporte 10 são dispostos distanciados
5 entre si por uma distância suficiente para que entre eles subsista uma quantidade de matriz de suporte 10 que garanta a ancoragem de ditos elementos abrasivos 20.

De acordo com uma forma construtiva da presente invenção, a matriz de suporte 10 é formada de uma pluralidade de
10 setores de corte 13 definidos a partir do corpo básico 1, cada setor de corte 13 compreendendo um conjunto de elementos abrasivos 20, sendo os setores de corte 13 (ou gomos) distanciados entre si, definindo canais de escoamento 14, pelos quais o material desgastado durante
15 a operação de corte pela ferramenta de corte em descrição é retirado da região sendo cortada.

Cada setor de corte 13 apresenta a espessura E da matriz de suporte 10 e uma respectiva porção de superfície de retenção 11 e uma porção de superfície de corte 12 de
20 dita matriz de suporte 10.

Na construção ilustrada nas figuras 1 e 1a os canais de escoamento 14 são radiais e apresentam uma profundidade superior à espessura E da matriz de suporte 10, dita profundidade sendo calculada para cada tipo de ferramenta
25 de corte, de acordo com sua utilização.

Para efeito de descrição da presente invenção, considera-se como uma forma construtiva de ferramenta de corte aquela ilustrada nas figuras 1 e 1a e na qual o corpo básico 1 é uma peça tubular, por exemplo, espessa e em
30 aço ou outro material qualquer, metálico ou não. Sobre este corpo básico 1 são fixados os elementos abrasivos 20, distribuídos em setores de corte 13 na matriz de suporte 10, ditos setores de corte 13 sendo circunferencialmente distanciados entre si por canais de
35 escoamento 14, radiais, e que se estendem por uma certa profundidade do corpo básico 1, a partir de sua superfície de ancoragem 2, garantindo a ditos canais de

escoamento 14, uma profundidade superior à espessura E da matriz de suporte 10. Na construção ilustrada, o corpo básico 1 carrega uma cabeça ou coroa de corte 3, na qual é provida a matriz de suporte 10 e onde é definido pelo menos parte dos canais de escoamento 14.

Nesta construção, os elementos abrasivos 20 são, por exemplo, na forma de tarugos particularmente de diamante-CVD, distribuídos de forma a garantir completo contato do diamante com a superfície a ser cortada, perfurada e/ou abrasionada. Estas peças de diamante-CVD são fixadas ao corpo básico 1 através de uma liga de fixação, tal como já descrito. A fixação dos elementos abrasivos 20 assim como a formação da matriz de suporte 10 em torno destes pode ocorrer com o auxílio de um molde cuja forma dependerá do tipo de ferramenta a ser obtida.

Os elementos abrasivos 20 devem ter diâmetros externos e internos adequados para o esforço requerido pela ferramenta, o que depende da aplicação e do tipo de material a ser cortado e/ou perfurado, abrasionado ou desgastado.

Nesta construção, cada setor de corte 13 apresenta uma pluralidade de elementos abrasivos 20, cada um tendo um respectivo formato e dimensionamento, ditos elementos abrasivos 20 sendo dispostos na matriz de suporte 10 de modo que o respectivo setor de corte 13 apresente uma pluralidade de elementos abrasivos 20, dispostos de modo a terem seu primeiro extremo 21 cobrindo, em conjunto e quando do giro da matriz de suporte 10 anelar, na operação da ferramenta de corte, toda a largura radial do respectivo setor de corte 13.

No caso de elementos abrasivos 20 em diamante, o diâmetro interno da peça de diamante-CVD será o diâmetro do substrato de crescimento do diamante, e poderá variar desde 0,01 a 5 mm, enquanto que o externo poderá variar desde 0,02 a 15 mm.

A fixação dos elementos abrasivos 20 em peças de diamante-CVD na respectiva matriz de suporte 10 dependerá

da forma da ferramenta para a qual esta matriz de suporte 10 será aplicada. Sua posição em relação à superfície de retenção 11 poderá variar, por exemplo, de uma posição inclinada a uma posição ortogonal à dita superfície de retenção 11, tal como já descrito para a superfície de corte 12. Estes elementos abrasivos 20 obtidos em diamante-CVD podem ser posicionados longitudinalmente e/ou transversalmente em relação ao sentido de corte, de perfuração, de abrasão, etc. Ou seja, as peças de diamante-CVD, poderão estar alojadas na região de contato, por exemplo, da broca, axialmente, ou radialmente ao cilindro que forma o corpo da broca. O mesmo equivale para quaisquer dispositivos que use o conceito de desgaste do diamante-CVD em elementos abrasivos 20 tal como aqui descritos.

Os elementos abrasivos 20 em diamante-CVD são caracterizados como se definindo uma pedra única em diamante, por serem peças em diamante puro ou mesmo com impurezas de qualquer natureza crescidas a partir de uma mistura gasosa de um ou mais hidrocarbonetos com hidrogênio. Esta mistura pode ainda ser aumentada com outros diferentes gases contendo o átomo de carbono individualmente ou na forma de moléculas com apenas átomos de carbono ou outros átomos quaisquer.

Os elementos abrasivos 20 de qualquer composição incluindo aqueles em diamante-CVD podem ser obtidos com superfície relativamente rugosa de diferentes valores, independentemente dos diâmetros internos e externos e, também, de variados comprimentos. A rugosidade superficial é definida durante a formação de cada elemento abrasivo 20, ou ainda provida posteriormente a dita obtenção, de modo a garantir uma melhor ancoragem destes na matriz de suporte 10. A rugosidade superficial pode ainda ser definida para melhorar o grau de retenção de cada elemento abrasivo 20 ao corpo básico 1, nos casos em que ditos elementos abrasivos 20 são projetantes para além da superfície de retenção 11 da matriz de suporte

10, sendo fixados em dito corpo básico 1. A boa fixação obtida dos elementos abrasivos 20 à matriz de suporte 10 permite que a ferramenta de corte opere, de forma eficiente, em cortes diagonais, transversais ou
5 longitudinais, dependendo da sua aplicação.

Para os elementos abrasivos 20 em diamante, a rugosidade superficial é definida pelas condições de crescimento da camada de diamante 24 em torno do núcleo central 23 de cada elemento abrasivo 20.

10 A posição de cada elemento abrasivo 20 é definida de acordo com a aplicação da ferramenta de corte e pode formar um ângulo com a normal do corpo básico 1, sendo a distribuição dos elementos abrasivos 20 podendo ser radial ou axial em relação ao eixo da ferramenta de
15 corte.

Os elementos abrasivos 20 em diamante podem ser obtidos por qualquer uma das técnicas conhecidas de crescimento de diamante, particularmente do tipo CVD, seja por filamento quente, por descarga em plasma de microondas,
20 por jato de plasma em arco, ou por outra técnica qualquer. A forma final de qualquer uma das ferramentas de corte, perfuração ou abrasão poderá ser obtida via molde, cujas formas dependerão da aplicação.

Um protótipo de uma broca de perfuração, com 50 mm de
25 diâmetro externo, seis setores de corte 13 iguais entre si e com 5 mm de altura e 4 mm de espessura foi montado conforme esclarecido acima, e testado em campo. Os elementos abrasivos 20 em diamante-CVD utilizados apresentam formato cilíndrico, com núcleo de tungstênio
30 (substrato) de 0,3 mm de diâmetro. O diâmetro externo deste primeiro protótipo foi de 1,6 mm. A aglomeração destes elementos abrasivos 20 na forma de tarugos de diamante-CVD foi feita com uma liga metálica convencionalmente usada na confecção de brocas que usam
35 apenas o pó de diamante. Os dados comparativos com uma construção convencional de broca, apresentando uma mesma dimensão, mostrou uma significativa superioridade da

solução utilizando a construção da presente invenção. Observa-se, para perfuração de cerca de 15 metros em rochas do tipo granito, que não houve desgaste mensurável para uma ferramenta de corte na forma de uma broca de perfuração construída com o conceito do presente invento, enquanto para a broca convencional, testada nas mesmas condições, observa-se um evidente desgaste. Além disso, foi também observado um desgaste menos acelerado quando é usado um protótipo com a construção da presente invenção.

Na construção ilustrada na figura 1, a ferramenta de corte é na forma de uma broca cilíndrica anelar (que pode ser de pequena ou grande dimensão) apresentando: um corpo básico 1, o qual pode ser de aço ferramenta, aço carbono, ou uma liga qualquer, metálica ou não; uma matriz de suporte 10, também em aço ferramenta, ou aço carbono ou uma liga, metálica ou não, a qual podendo ser incorporada, por exemplo, em peça única ao corpo básico 1 ou ser a este fixada por meio adequado, tal como solda. Na construção ilustrada nas figuras 1 e 1a, a matriz de suporte 10 compreende setores de corte 13 na forma de segmentos anelares separados por canais de escoamento 14, radiais, distanciados entre si, conforme já descrito, cada setor de corte 13 ancorando elementos abrasivos 20, por exemplo em diamante CVD.

Estes setores de corte 13 determinam a forma e as dimensões da ferramenta de corte. O número e forma dos setores de corte 13 dependem das aplicações desejadas. Sobre os setores de corte 13 são colocados, em posições adequadas, os elementos abrasivos 20 por exemplo, em diamante CVD apresentando, cada um, um núcleo, metálico, definido pelo substrato 23, sobre o qual foi feito crescer diamante CVD.

Os canais de escoamento 14 providos entre os setores de corte 13 em cada construção de ferramenta de corte permite, além do escoamento do material retirado pela ferramenta de corte, uma melhor refrigeração local desta última. As dimensões e formas de cada canal de escoamento

14 dependem da aplicação do dispositivo. Além da configuração de setores de corte 13 do tipo ilustrado, deve ser entendido que outras construções são também possíveis (triangulares, dentados, etc.) dentro do
5 conceito aqui apresentado.

De acordo com uma outra forma construtiva de ferramenta de corte da presente invenção, ilustrada nas figuras 2 e 3, a ferramenta de corte é na forma de um disco no qual um corpo básico 1 carrega setores de corte 13,
10 circunferencialmente espaçados entre si ao longo da borda do disco, definindo canais de escoamento 14 circunferenciais e apresentando uma largura axial correspondente àquela da borda do disco.

Deve ser entendido que a presente construção pode ser aplicada para ferramentas de corte na forma de rebolos,
15 os quais podem também ter diferentes formas e dimensões.

Nesta construção, os setores de corte 13 apresentam elementos abrasivos 20 axialmente dispostos ao longo da largura axial do respectivo setor de corte 13, em uma
20 porção de matriz de suporte 10 e elementos abrasivos 20 transversalmente dispostos àqueles radialmente dispostos ao longo da extensão radial do respectivo setor de corte 13. Entretanto deve ser entendido que os setores de corte 13 ou pelo menos parte destes pode apresentar somente um
25 tipo de distribuição de elementos abrasivos 20, radiais ou transversais à extensão radial do respectivo setor de corte 13.

Na construção ilustrada, o corpo básico 1 apresenta recortes 4 em sua superfície de ancoragem 2, nos quais
30 são providos os setores de corte 13.

As figuras 2 e 3 mostram, esquemática e respectivamente, vistas lateral e frontal de uma construção de ferramenta de corte na forma de um disco de corte com os elementos abrasivos 20 por exemplo, em diamante-CVD,
35 particularmente na forma cilíndrica. O corpo básico 1 na forma de disco, pode ser de qualquer tipo de metal ou liga metálica, cerâmica ou polimérica.

Os elementos abrasivos 20 dos setores de corte 13 podem ser dispostos em diferentes posições além daquelas ilustradas e que compreendam disposições em ângulos diferentes em relação ao eixo do disco, ditas disposições sendo definidas em função da aplicação da ferramenta. Além disso, a forma do disco, em termos de dimensões, diâmetros internos e externos, larguras, etc., também poderão ser variados de acordo com a aplicação proposta. Em todos os casos, os elementos abrasivos 20, na forma de peças de diamante ou não, serão fixados na superfície de ancoragem 2 do corpo básico 1, através de ligas, metálicas, cerâmicas, ou poliméricas, etc. com ou sem pó de diamante agregado, tal como anteriormente descrito para as brocas anelares. O pó de diamante poderá ter dimensões micrométricas ou nanométricas, como dito para as brocas. O material de aglomeração dos elementos abrasivos 20 e estes formam os setores de corte 13.

De acordo com o ilustrado na figura 4, uma outra construção de ferramenta de corte utilizando a presente invenção apresenta a forma de uma corda ou fio de corte, utilizadas para corte de rochas que podem ter dimensões desde alguns centímetros até alguns quilômetros de comprimento de rochas.

Nesta construção, o corpo básico 1 é definido por um cabo, uma corda ou um fio, geralmente de aço, e por uma pluralidade de setores de corte 13, linearmente espaçados entre si, ao longo do comprimento da corda de corte e que são dispostos no corpo básico 1, definindo neste anéis de corte carregando os elementos abrasivos 20, por exemplo, em diamante-CVD alojados, por uma liga de fixação, do tipo já descrito, ao respectivo setor de corte 13.

Nesta construção de ferramenta de corte, cada setor de corte 13 compreende um conjunto de elementos abrasivos 20 radialmente dispostos a partir da superfície da corda de corte. Em uma forma particular da presente invenção, os setores de corte 13 apresentam os respectivos elementos abrasivos 20 em uma mesma disposição, definindo, ao longo

da extensão da corda de corte, um alinhamento destes elementos abrasivos 20, definindo uma linha de corte.

Como já descrito, a disposição e características construtivas dos elementos abrasivos 20 deve seguir os
5 requisitos de melhor desempenho para a aplicação desejada. Cada um dos setores de corte 13 é fixado mecanicamente ao cabo, de modo a não permitir deslocamentos e/ou perdas de material. Também nesta construção, as formas e dimensões destes setores de corte
10 13 dependerão das aplicações propostas.

Com a solução da presente invenção, o conceito de corte com as ferramentas aqui indicadas é modificado, sendo agora obtido pela ação direta de elementos abrasivos 20, por exemplo, em diamante CVD (na forma tubular,
15 cilíndrica, etc.). Com este conceito, não ocorrem descolamento e/ou desprendimento dos materiais duros da ferramenta de corte, tal como ocorria com os grãos de materiais duros (por exemplo de diamante), na técnica anterior. Com a presente solução, a ferramenta de corte
20 obriga o desgaste dos elementos abrasivos 20 em material duro, tal como diamante CVD (aglutinado a uma matriz metálica, cerâmica, polimérica, etc.), de forma ordenada, de maneira a garantir a completa ação de corte sobre a superfície.

25 Nas construções de elementos abrasivos em diamante CVD, as dimensões dos corpos em diamante CVD, assim como a ordenação destes dependerá do tamanho e da forma da ferramenta de corte, de acordo com o destino da aplicação específica. A matriz de suporte 10, independentemente do
30 material de sua constituição, poderá ter qualquer forma, desde que devidamente projetada para suportar a ação de corte e/ou desbaste do material sob ação deste, durante o ciclo de seu desgaste.

A mudança de conceito de corte obtido a partir da
35 presente invenção (ou seja, transformando o desgaste da ferramenta não mais devido ao desprendimento dos grãos duros da matriz e sim pelo desgaste direto dos elementos

abrasivos tal como corpos de diamante CVD devidamente aglutinados na referida matriz) exige que a posição relativa de cada elemento abrasivo 20 na matriz dependa, também, da aplicação ao qual a ferramenta de corte e/ou

5 perfuração se destina.

Os elementos abrasivos 20 em diamante CVD podem ser obtidos por qualquer uma das técnicas de crescimento conhecida, a partir da fase vapor. As diferentes técnicas de crescimento de diamante-CVD têm sido vastamente

10 divulgadas na literatura. Estas peças ou corpos em diamante-CVD podem ser obtidos a partir de "chapas" ou "placas" de diamante-CVD, efetuando corte a laser produzindo peças nas dimensões requeridas, ou já na forma desejada para ser aglutinada na matriz de suporte 10 da

15 ferramenta de corte. Uma outra maneira de se obter estas peças ou corpos de diamante-CVD é na forma de cilindros, onde se pode crescer diamante em fios de diâmetros extremamente pequenos, caracterizando-se como pequenos tarugos em diamante-CVD que, alojados em uma matriz de

20 suporte 10, em posições adequadas, podem contribuir para um aumento significativo de vida média da ferramenta, independentemente da aplicação. A colocação destes corpos em diamante-CVD obedecerá, sempre, uma disposição que garanta o desgaste uniforme da superfície de contato.

25 Os parâmetros de crescimento de diamante nos elementos abrasivos 20 dispostos em um reator apropriado serão definidos de modo a manter o melhor desempenho possível, isto é, o de obter a melhor qualidade possível, com a melhor taxa de crescimento possível, e ainda garantindo a

30 maior quantidade de diamante por reator. Diferentes disposições do substrato 23 de formação do elemento abrasivo 20 (o qual pode ser, por exemplo, em qualquer material), sobre o qual será crescido o diamante, serão obtidas no sentido de otimizar a quantidade de diamante-

35 CVD por reator em operação. Uma possibilidade é crescer estes elementos abrasivos na forma de pequenos tarugos de diamante-CVD já nas dimensões, em termos de diâmetro e em

termos de comprimento, adequadas para uso na confecção da ferramenta de corte, ou crescer em diâmetro adequado com comprimentos maiores e em seguida cortar estes tarugos com o uso de laser ou outra técnica qualquer, no
5 comprimento desejado. Acrescenta-se ainda, que os referidos substratos 23, a princípio de qualquer tipo de metal, de cerâmica, de carbono, etc., serão sempre devidamente preparados para se obter a melhor densidade de nucleação.

REIVINDICAÇÕES

- 1- Ferramenta de corte compreendendo um corpo básico (1); uma matriz de suporte (10) apresentando uma determinada espessura (E) entre uma superfície de retenção (11),
5 solidamente fixada ao corpo básico (1) e uma superfície de corte (12), e carregando, dispersos em toda sua espessura (E), elementos abrasivos, caracterizada pelo fato de os elementos abrasivos (20) serem definidos por insertos ancorados no interior da matriz de suporte (10)
10 e tendo um primeiro extremo (21) aflorando na superfície de corte (12) e um segundo extremo (22), oposto, projetando-se para além de uma porção de espessura (Ev) da matriz de suporte (10) representativa da vida útil da ferramenta de corte.
- 15 2- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de cada elemento abrasivo (20) apresentar uma dimensão definida entre ditos primeiro e segundos extremos (21, 22) no mínimo igual à espessura (E) da matriz de suporte (10).
- 20 3- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de pelo menos parte dos elementos abrasivos (20) apresentar seu segundo extremo (22) projetante para além da superfície de retenção (11).
- 4- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 3,
25 caracterizada pelo fato de cada elemento abrasivo (20) ser disposto na espessura (E) da matriz de suporte (10), estendendo-se ao longo de dita espessura (E), em uma das direções inclinada e ortogonal à superfície de corte (12) de dita matriz de suporte (10).
- 30 5- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de incluir elementos abrasivos (20) adicionais, na forma de insertos ancorados no interior da matriz de suporte (10) e estendendo-se em uma direção paralela à superfície de corte (12) de dita
35 matriz de suporte (10).
- 6- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5, caracterizada pelo fato de os

elementos abrasivos (20) serem dispostos distanciados entre si por uma distância suficiente para que entre eles subsista uma quantidade de matriz de suporte (10) que garanta a ancoragem de ditos elementos abrasivos (20).

- 5 7- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 6, caracterizada pelo fato de cada elemento abrasivo (20) apresentar uma determinada rugosidade superficial definida de modo a garantir sua ancoragem à matriz de suporte (10).
- 10 8- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 7, caracterizada pelo fato de a matriz de suporte (10) ser formada de uma pluralidade de setores de corte (13), cada um apresentando respectivas porções de superfície de retenção (11) e de corte (12) da matriz
- 15 de suporte (10), cada setor de corte (13) ancorando, na espessura (E) da matriz de suporte (10) um conjunto de elementos abrasivos (20).
- 9- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) serem
- 20 distanciados entre si, definindo canais de escoamento (14), de saída de material desgastado.
- 10- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 1, onde os elementos abrasivos (20) são formados em diamante-CVD caracterizada pelo fato de serem alongados.
- 25 11- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de apresentar uma seção transversal contínua ao longo de sua extensão.
- 12- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de apresentar uma seção
- 30 transversal circular.
- 13- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 12, onde os elementos abrasivos (20) são formados em diamante-CVD, caracterizada pelo fato de apresentar um substrato central (23).
- 35 14- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 9, e sendo a matriz de suporte (10) anelar, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) serem circunferencialmente

distanciados entre si por canais de escoamento (14) radiais, de profundidade superior à espessura (E) da matriz de suporte (10).

15- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 14,
5 caracterizada pelo fato de cada setor de corte (13) apresentar uma pluralidade de elementos abrasivos (20), dispostos de modo a terem seu primeiro extremo cobrindo, em conjunto e quando do giro da matriz de suporte (10) anelar, na operação da ferramenta de corte, toda a
10 largura radial do respectivo setor de corte (13).

16- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 9, e sendo o corpo básico (1) definido por um disco, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) da matriz de suporte (10) serem circunferencialmente espaçados entre
15 si ao longo da borda do disco e apresentando uma largura axial correspondente àquela da borda do disco.

17- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) apresentarem elementos abrasivos (20) radialmente
20 dispostos ao longo da extensão radial do respectivo setor de corte (13).

18- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) apresentarem elementos abrasivos (20) axialmente
25 dispostos ao longo da largura axial do respectivo setor de corte (13).

19- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 9, e sendo o corpo básico (1) definido por uma corda de corte, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) serem
30 linearmente espaçados entre si, ao longo do comprimento da corda de corte.

20- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de os setores de corte (13) apresentarem os respectivos elementos abrasivos (20) em
35 uma mesma disposição, definindo, ao longo da extensão da corda de corte, alinhamentos destes.

21- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizada pelo fato de a matriz de suporte (10) ser definida por uma liga formada a partir de pelo menos um dos materiais metálico, resinoso, polimérico e cerâmico.

22- Processo de formação de ferramenta de corte compreendendo um corpo básico (1); uma matriz de suporte (10) apresentando uma determinada espessura (E) entre uma superfície de retenção (11), a ser solidamente fixada ao corpo básico (1) e uma superfície de corte (12), e carregando, dispersos em toda sua espessura (E), elementos abrasivos (20), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

a- prover um molde com formato correspondente ao de uma respectiva porção da matriz de suporte (10) a ser obtida;
b- posicionar, no interior do molde e de acordo com um posicionamento pré-determinado, elementos abrasivos (20) na forma de insertos a serem ancorados no interior da matriz de suporte (10); e
c- moldar, no interior do molde, a matriz de suporte (10) com uma superfície de retenção (11) a ser fixada no corpo básico (1) e de modo a ancorar, em seu interior, os elementos abrasivos (20) tendo um primeiro extremo (21) a aflorar na superfície de corte (12) da matriz de suporte (10) e um segundo extremo (22) projetando-se para além de uma porção de espessura (Ev) da matriz de suporte (10), representativa da vida útil da ferramenta de corte.

23- Processo, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de, na etapa "b", pelo menos alguns dos elementos abrasivos (20) serem providos com um respectivo segundo extremo (22) projetante para além da superfície de retenção (11) da matriz de suporte (10).

24- Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 e 23, caracterizado pelo fato de compreender uma etapa adicional de fixar a superfície de retenção (11) da matriz de suporte (10) no corpo básico (1).

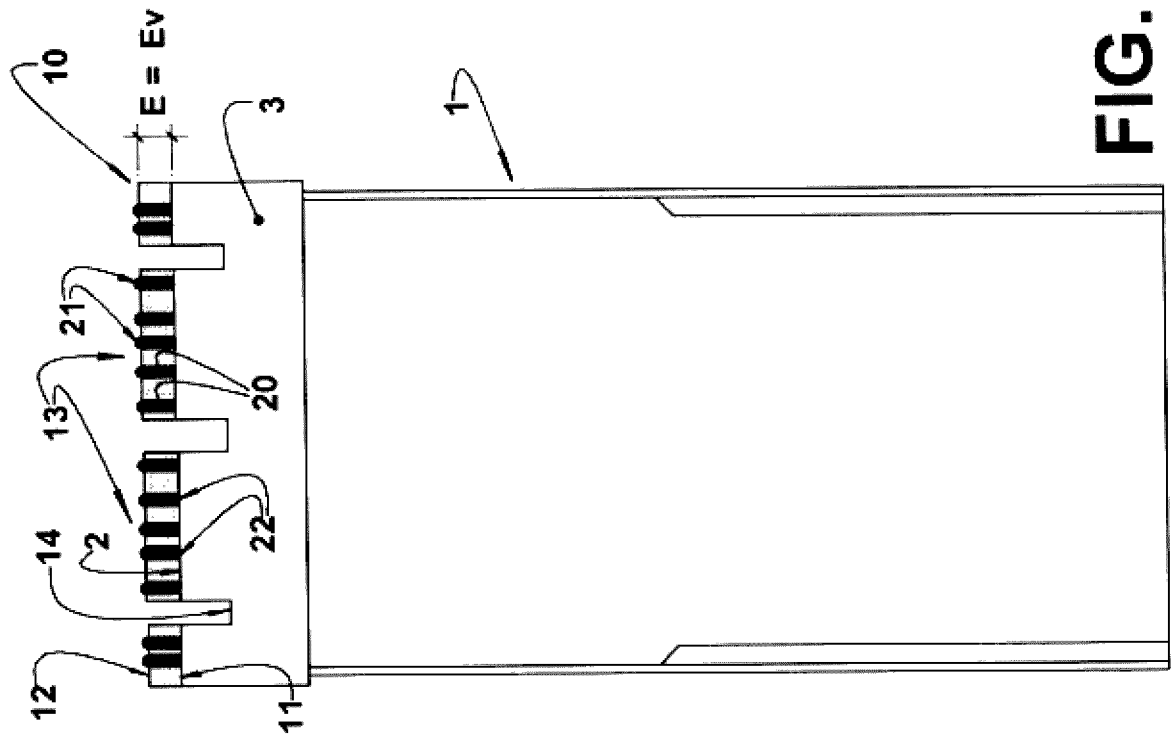
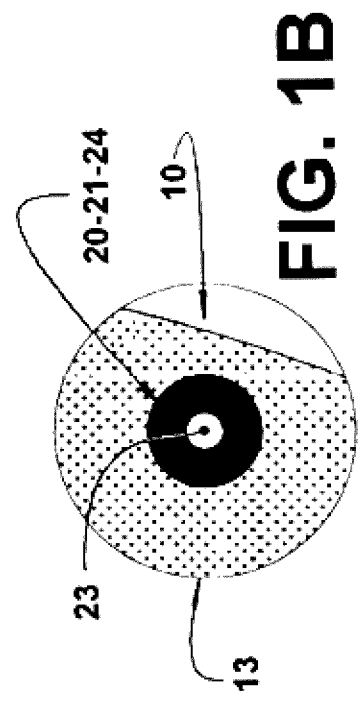
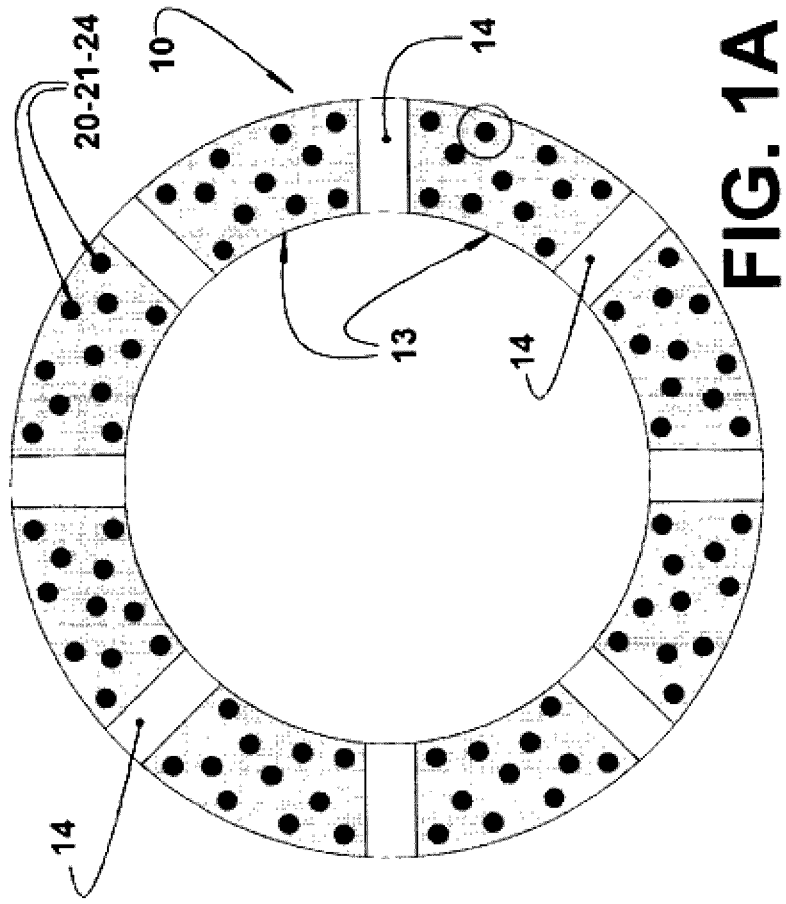
25- Processo, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de alguns dos elementos abrasivos

(20) terem o respectivo segundo extremo (22) fixado em uma superfície de ancoragem (2) do corpo básico (1).

26- Processo, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de compreender, anteriormente à
5 etapa de fixação da matriz de suporte (10) no corpo básico (1), uma etapa de prover uma liga de fixação entre o corpo básico (1) e cada elemento abrasivo (20).

27- Processo, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de compreender, anteriormente à
10 etapa "a", as etapas de:

- prover, para formação de cada elemento abrasivo (20), um substrato central (23), em material compatível com crescimento de diamante CVD, em um reator; e
- submeter cada substrato central (23) a uma determinada
15 condição de vapor químico, definida de modo a possibilitar o crescimento de uma camada em diamante (24) em torno do substrato central (23), com uma determinada espessura, comprimento e rugosidade superficial.



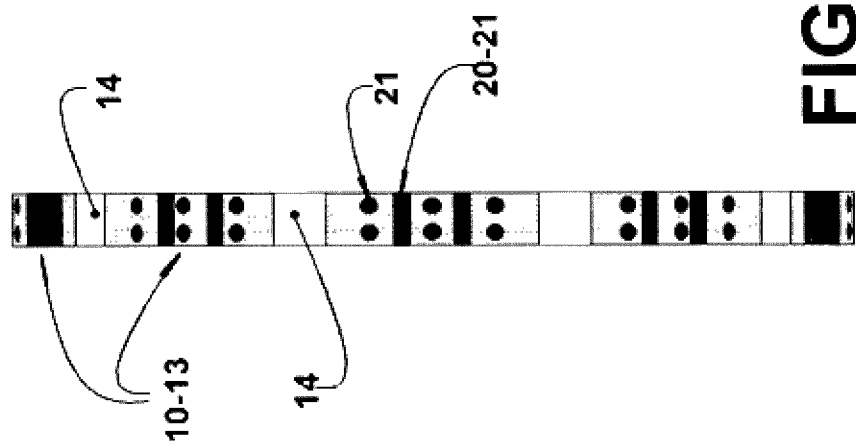


FIG. 3A

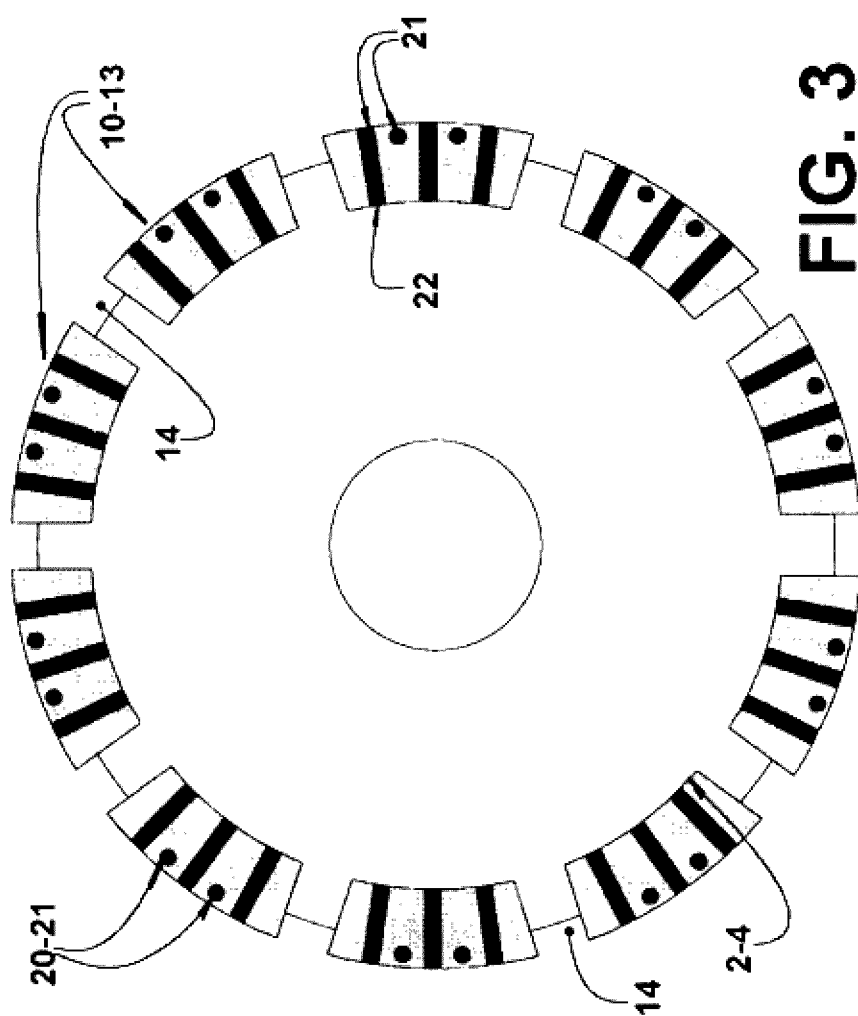


FIG. 3

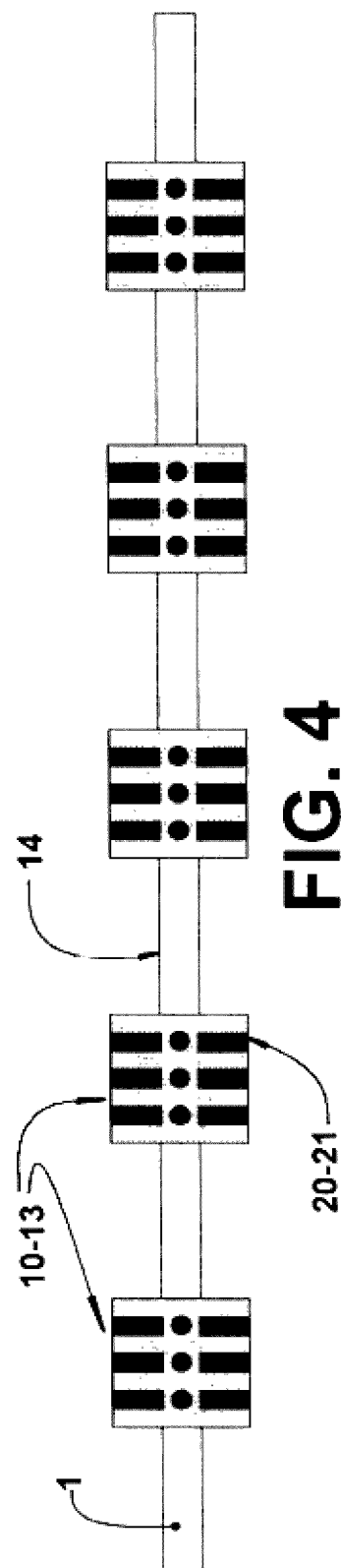


FIG. 4