

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

(21) PI0612230-2 A2



\* B R P I 0 6 1 2 2 3 0 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 17/08/2006  
(43) Data da Publicação: 26/10/2010  
(RPI 2077)

(51) Int.Cl.:  
B22F 7/06  
C22C 29/00  
B23P 15/28

(54) Título: SUPLEMENTOS DE CORTE DE COMPÓSITO E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DO MESMO

(30) Prioridade Unionista: 18/08/2005 US 11/206.368

(73) Titular(es): Tdy Industries, INC.

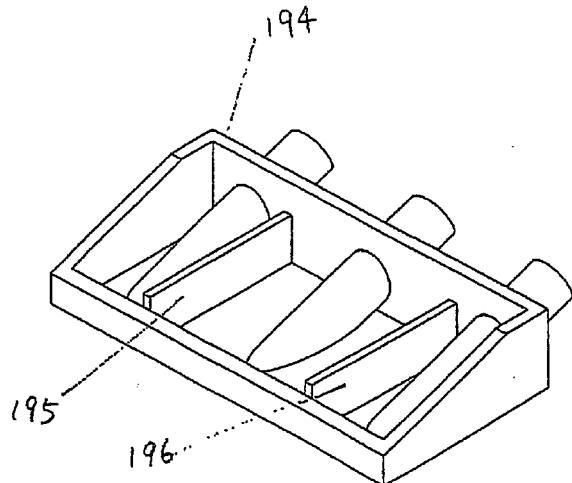
(72) Inventor(es): David J. Wills, Prakash K. Mirchandani, X. Daniel Fang

(74) Procurador(es): ALEXANDRE FERREIRA

(86) Pedido Internacional: PCT US2006032102 de 17/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/022336de 22/02/2007

(57) Resumo: SUPLEMENTOS DE CORTE DE COMPÓSITO E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DO MESMO. As modalidades da presente invenção incluem métodos para produzir um artigo de compósito. Um método compreende introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma sapata de alimentação em uma primeira porção de uma cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó da sapata de alimentação em uma segunda porção da cavidade, onde o primeiro grau de metal em pó difere do segundo grau de metal em pó em composição química ou tamanho de partícula. Outros métodos são também fornecidos. As modalidades da presente invenção também compreendem suplementos de compósitos para operações de remoção de material. Os suplementos de compósitos podem compreender uma primeira região e uma segunda região, onde a primeira região compreende um primeiro material de compósito e a segunda região compreende um segundo material de compósito.



"SUPLEMENTOS DE CORTE DE COMPÓSITO E MÉTODOS DE  
FABRICAÇÃO DO MESMO"

Campo Técnico e Aplicabilidade Industrial da Invenção

5           A presente invenção está geralmente voltada aos métodos de fabricação de artigos de compósito, tal como pedaço de metal laminado de ferramenta, suplementos de corte, suplemento de broca de pá, e fresa de topo boleada, tendo uma construção de compósito incluindo regiões de características ou propriedades diferentes. O método da presente invenção encontra aplicação geral na produção de ferramentas de corte e pode ser aplicado, por exemplo, na produção de ferramentas giratórias de carboneto cimentado empregadas em operações de remoção de material tal como torneamento, fresagem, roscamento, entalhamento, perfuração, alargamento, escareamento, e fresagem de topo. Os suplementos de corte da presente invenção podem ser feitos de dois materiais de carboneto cimentados similares, porém de graus diferentes.

10           

15           

20           

25           

Antecedentes da Invenção

Os suplementos de corte empregado para usinagem de metal são comumente fabricados de materiais de compósito devido às suas combinações atrativas de propriedades mecânicas tal como força, dureza, e resistência ao uso comparado a outros materiais de ferramentas tal como aços e cerâmicas de ferramenta. Os suplementos de cortes convencionais feitos de materiais de compósito, tal como carbonetos cimentados, são com base em uma construção "monolítica", isto é, eles são fabricados de um único grau de carboneto cimentado.

Desta maneira, as ferramentas de cortes monolíticas convencionais têm as mesmas propriedades mecânicas e químicas em todos os locais em toda ferramenta.

Os materiais de carboneto cimentados compreendem pelo menos duas fases: pelo menos um componente duro de cerâmica e uma matriz mais macia de aglutinante metálico. O componente duro de cerâmica pode ser, por exemplo, carboneto de qualquer elemento de formação de carboneto, tal como titânio, cromo, vanádio, zircônio, háfnio, molibdênio, tântalo, tungstênio, e nióbio. Um exemplo comum é carboneto de tungstênio. O aglutinante pode ser uma liga de metal ou metal, tipicamente cobalto, níquel, ferro ou ligas destes metais. O aglutinante "cimenta" o componente de cerâmica em uma matriz interconectada em três dimensões. Os carbonetos cimentados podem ser fabricados consolidando-se um metal em pó de pelo menos um componente de cerâmica em pó e pelo menos um aglutinante em pó.

As propriedades físicas e químicas de materiais de carbonetos cimentados dependem em parte dos componentes individuais dos pós metalúrgicos empregados para produzir o material. As propriedades dos materiais de carboneto cimentados são determinadas, por exemplo, pela composição química do componente de cerâmica, pelo tamanho da partícula do componente de cerâmica, pela composição química do aglutinante, e pela relação de aglutinante para componente de cerâmica. Variando-se os componentes do pó metalúrgico, as ferramentas, tal como suplementos, incluindo suplementos indexáveis, brocas e fresagem de topo podem ser produzidos com proprie-

dades únicas comparadas com as aplicações específicas.

Em aplicações de usinagem de materiais de metal modernos de hoje, os graus enriquecidos de materiais de carboneto é desejado freqüentemente obter as exigências de qualidade e produtividade desejadas. Entretanto, os suplementos de corte fabricados de uma construção de carboneto monolítico empregando os graus mais elevados de carboneto cimentados são caros para fabricar, principalmente devido aos custos de materiais elevados. Além disso, é difícil otimizar a composição dos suplementos de corte indexáveis monolíticos convencionais compreendendo um único grau de material de carboneto para atender as diferentes demandas de cada local no suplemento.

As ferramentas giratórias de compósito feitas de dois ou mais materiais de carboneto diferentes ou graus são descritos na Patente dos Estados Unidos 6.511.265. Neste momento, os suplementos de corte de carboneto de compósito são mais difíceis de fabricar do que as ferramentas de corte giratórias. Primeiro, o tamanho dos suplementos de corte são, tipicamente, muitos menores do que das ferramentas de corte giratórias; segundo, a geometria, nas bordas de corte particular e configurações de quebrador de aparas de suplementos de corte atuais são complexas in natura; e terceiro, uma precisão dimensional mais elevada e melhor qualidade de superfície são requeridas. Com suplementos de corte, o produto final é produzido prensando-se e sinterizando-se o produto e não inclui operações de fresagem subseqüentes.

A Patente dos Estados Unidos 4.389.952 emitida em

1983 apresenta uma idéia inovadora para fabrica ferramenta de carboneto cimentado de compósito primeiro fabricando-se uma lama contendo uma mistura de pó de carboneto e um veículo líquido, em seguida criando uma camada da mistura para o 5 compacto verde de outro carboneto diferente através ou de pintura ou pulverização. Tal ferramenta de carboneto de compósito tem propriedades mecânicas distintas entre a região núcleo e a camada de superfície. As aplicações reivindicadas deste método incluem ferramentas perfurantes de pedras, ferramentas de mineração e suplementos de corte indexáveis para usinagem de metal. Entretanto, o método com base em lama pode somente ser aplicável aos suplementos de corte indexáveis sem geometria do quebrador de aparas ou o 10 quebrador de aparas com geometria muito simples. Isto é porque uma camada grossa de lama obviamente alterará a geometria do quebrador de aparas, em suplementos de corte indexáveis amplamente empregados particulares tem geometria de quebrador de aparas complexa requerida para atender as demandas sempre crescentes para usinagem de uma variedade de 15 materiais de trabalho. Além disso, o método com base em lama envolve um aumento considerável nas operações industriais 20 e equipamento de produção.

Para suplementos de corte em aplicações de ferramenta giratória, uma função primária da região central é inicialmente penetrar à parte de trabalho e remover a maioria 25 do material enquanto o buraco está sendo formado, ao mesmo tempo em que o propósito primário da região de periferia do suplemento de corte é aumentar e terminar o buraco. Durante

o processo de corte, a velocidade de corte varia significativamente de uma região de centro do suplemento para região de periferia externa do suplemento. As velocidades de cortes de uma região interna, uma região intermediária, e uma 5 região de periferia de um suplemento são todas diferentes e, portanto experimentam tensões e formas diferentes de uso. Obviamente, as velocidades de corte aumentam quando a distância do eixo de rotação da ferramenta aumenta. Como tal, os suplementos nas ferramentas de corte giratórias compreendendo 10 uma construção monolítica são inherentemente limitados em seu desempenho e faixa de aplicações.

Os suplementos de perfuração e outras ferramentas giratórias tendo uma construção monolítica, entretanto, não experimentarão uso uniforme e/ou raspagem e craqueamento em 15 diferentes pontos variando do centro para a borda externa da superfície de corte da ferramenta. Além disso, na perfuração de materiais cementados, a borda de cinzel é tipicamente empregada para penetrar a caixa, ao mesmo tempo em que o restante do corpo de broca remove o material do núcleo mais 20 macio do material cementado. Portanto, a borda de cinzel dos suplementos convencionais de perfuração de construção monolítica empregada naquela aplicação usará a uma taxa muito mais rápida do que o restante da borda de corte, resultando em uma vida útil relativamente curta. Em ambos os casos, 25 por causa da construção monolítica de suplementos de perfuração de carboneto cimentado convencionais, freqüentes alterações de ferramenta resultam em tempo de manutenção excessivo para a ferramenta de máquina que está sendo emprega-

da.

Há uma necessidade de desenvolver suplementos de corte, opcionalmente compreendendo geometria de quebrador de apara moderna, para aplicações de usinagem de metal e os 5 métodos de formação de tais suplementos.

#### Sumário da Invenção

As modalidades da presente invenção incluem um método para produzir um artigo de compósito, compreendendo introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma sapata de alimentação em uma primeira porção de uma cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó da sapata de alimentação em uma segunda porção da cavidade, onde o primeiro grau de metal em pó difere do segundo grau de metal em pó na composição química ou tamanho de partícula. O primeiro metal em pó e o segundo metal em pó podem ser consolidados para formar um compacto. Em várias modalidades, os pós de metal são alimentados diretamente na cavidade matriz. Além disso, em muitas modalidades, o método da presente invenção permitir introdução substancialmente simultânea dos dois ou 10 mais pó de metal na cavidade matriz ou outra cavidade do molde. 15

20

Uma outra modalidade do método de produção de um artigo de compósito compreende introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma primeira sapata de alimentação em uma 25 primeira porção de uma cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó de uma segunda sapata de alimentação em uma segunda porção da cavidade, onde o primeiro grau de metal em pó difere do segundo grau de metal em pó em pelo me-

nos uma característica.

Outras modalidades da presente invenção compreendem suplementos de compósito para operações de remoção de materiais. Os suplementos de compósito podem compreender 5 uma primeira região e uma segunda região, onde a primeira região compreende um primeiro material de compósito e a segunda região compreende um segundo material de compósito e o primeiro material de compósito difere do segundo material de compósito em pelo menos uma característica. Mais especificamente, os suplementos de compósito para ferramentas giratórias modulares são fornecidos compreendendo uma região central e uma região de periferia, onde a região central compreende um primeiro material de compósito e a região de periferia compreende um segundo material de compósito e o 10 primeiro material de compósito difere do segundo material de compósito em pelo menos uma característica. Uma região central pode ser interpretada amplamente para significar uma região geralmente incluindo o centro do suplemento ou para uma ferramenta giratória de compósito, a região central compreende a borda de corte com as mais baixas velocidades de cortes, tipicamente a borda de corte que está mais próxima ao eixo de rotação. Uma região de periferia compreende pelo menos uma porção da periferia do suplemento, ou para uma ferramenta giratória de compósito, a região de periferia 15 compreende a borda de corte com as velocidades de cortes mais elevadas, tipicamente incluindo uma borda de corte que é também do eixo de rotação. Deve ser notado que a região central pode também compreender uma porção da periferia do 20

25

suplemento.

Exceto de outra maneira indicado, todos os números expressando quantidades de ingredientes, tempo, temperaturas, e assim sucessivamente empregados nas presentes especificações e reivindicações devem ser entendidos como sendo modificado em todos os casos pelo termo "cerca de". Consequentemente, exceto indicado ao contrário, os parâmetros numéricos apresentados na seguinte especificação e reivindicações são aproximações que podem variar dependendo das propriedades desejadas procuradas serem obtida pela presente invenção. No mínimo, e não como uma tentativa para limitar o pedido da doutrina de equivalentes ao escopo das reivindicações, cada parâmetro numérico pelo menos deveria ser interpretado levando em consideração o número de dígitos significantes relatados e aplicando-se técnicas de arredondamento ordinárias.

Não obstante que as faixas numéricas e parâmetros apresentando o amplo escopo da invenção são aproximações, os valores numéricos apresentados nos exemplos específicos são relatados tão precisamente quanto possível. Qualquer valor numérico, entretanto, pode inherentemente conter certos erros necessariamente resultantes do desvio padrão encontrado nas suas medições de testes respectivas.

O leitor apreciará os detalhes precedentes e vantagens da presente invenção, bem como outros, em consideração da seguinte descrição detalhada das modalidades da invenção. O leitor também pode compreender tais detalhes e vantagens adicionais da presente invenção nas modalidades de

fabricação e/ou uso dentro da presente invenção.

Breve Descrição das Figuras

Figuras 1a até 1d descreve uma modalidade de um suplemento de corte indexável quadrado da presente invenção 5 compreendendo três regiões de materiais compósito;

Figuras 2a até 2d descrevem uma modalidade de um suplemento de corte indexável quadrado da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais compósito;

Figuras 3a até 3d descrevem uma modalidade de um 10 suplemento de corte indexável em forma de diamante da presente invenção compreendendo três regiões de materiais de compósito;

Figuras 4a até 4d descrevem uma modalidade de um 15 suplemento de corte indexável quadrado da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

Figuras 5a até 5d descrevem uma modalidade de um suplemento de corte indexável em forma de diamante da presente invenção compreendendo quatro regiões de materiais de compósito;

20 Figura 6 descreve uma modalidade de um suplemento de corte indexável da presente invenção compreendendo três regiões de materiais de compósito;

Figura 7 descreve uma modalidade de um suplemento 25 de corte indexável em forma redonda da presente invenção compreendendo três regiões de materiais de compósito;

Figura 8 descreve uma modalidade de um suplemento de corte indexável em forma redonda da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

Figura 9 descreve uma modalidade de uma ferramenta de corte integral da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

Figuras 10a e 10b descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 11a e 11b descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 12a e 12b descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 13a e 13b descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 14a até 14d descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 15 até 15d descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 16a até 16d descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 17a até 17d descrevem uma modalidade de uma sapata de alimentação para uso em modalidades do método da presente invenção;

Figuras 18a até 18d descrevem uma modalidade de uma sapata de alimentação equipada com uma prateleira e pinhão para uso em uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 19a até 19d descrevem uma modalidade de um suplemento de corte indexável em forma de diamante da presente invenção compreendendo três regiões de materiais de compósito;

Figura 20 descreve uma modalidade do método da presente invenção onde a sapata de alimentação das Figuras 18a até 18d é empregada para produzir o suplemento de corte indexável em forma de diamante das Figuras 19a até 19d;

5           Figura 21 descreve a modalidade do método da presente invenção da Figura 20 onde o metal em pó foi introduzido na matriz;

Figuras 22a até 22d descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

10          Figuras 23a até 23d descrevem uma modalidade do método da presente invenção;

Figuras 24a até 24c descrevem uma modalidade de suplemento de ponta redonda da presente invenção e uma modalidade de suplemento de ponta redonda da presente invenção  
15          em um suporte da ferramenta;

Figuras 25a e 25b descrevem uma modalidade de suplemento de broca de pá da presente invenção e uma modalidade de suplemento de broca de pá da presente invenção em um suporte da ferramenta;

20          Figuras 26a e 26b descrevem uma modalidade de suplemento de ponta redonda da presente invenção;

Figuras 27a e 27b descrevem uma modalidade de suplemento de broca de pá da presente invenção;

Figuras 28a e 28b descrevem uma modalidade de suplemento de corte da presente invenção;  
25

Figuras 29a e 29b descrevem uma modalidade de suplemento de broca de pá da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

Figuras 30a até 30c descrevem uma modalidade de suplemento de corte em forma redonda da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

5 Figuras 31a e 31b descrevem uma modalidade de suplemento de corte em forma redonda da presente invenção compreendendo duas regiões de materiais de compósito;

Figura 32a e 32b descrevem uma modalidade do método da presente invenção que pode ser empregada para produzir o suplemento de corte indexável em forma redonda das Figuras 10 30a até 30c ou Figuras 31a e 31b;

Figuras 33a e 33b descrevem uma modalidade de um equipamento que pode ser empregado no método das Figuras 32a e 32b; e

Figuras 34a e 34b descrevem uma modalidade de um 15 método da presente invenção onde o equipamento das Figuras 33a e 33b é empregado no método das Figuras 31a e 31b.

#### Descrição da Invenção

A presente invenção fornece artigos de compósito, tal como suplementos de corte, suplementos de cortes giratórios, suplementos de perfuração, suplementos de fresagem, suplementos de pá, suplementos de broca de pá, suplemento boleado e método de fabricação de tais artigos de compósito. Os artigos de compósito, especificamente suplementos de compósito, podem também compreender geometrias em forma de aparas ou sobre as superfícies ou de topo ou de base, ou em ambas as superfícies de topo ou de base. A geometria em forma de aparas do artigo de compósito pode ser uma geometria em forma de aparas complexa. A geometria de formação de aparas

complexa pode ser qualquer geometria que tenha várias configurações no lado de saída da ferramenta, tal como blocos, protuberâncias, cumes, ranhuras, face da parte alta entre duas raias, *backwalls*, ou combinações de tais características.

5 cas.

Como empregado aqui, "artigo de compósito" ou "suplemento de compósito" refere-se a um artigo ou suplemento tendo regiões discretas diferindo em propriedades físicas, propriedades químicas, microestrutura e/ou composição química. Estas regiões não incluem meros revestimentos aplicados a um artigo ou suplemento. Estas diferenças resultam nas regiões diferindo com respeito à pelo menos uma característica. A característica das regiões pode ser pelo menos umas, por exemplo, dureza, resistência à tração, resistência ao uso, resistência à fratura, módulos de elasticidade, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica. Como empregado aqui, um "material de compósito" é um material que é um compósito de duas ou mais fases, por exemplo, um componente de cerâmica em um aglutinante, tal como um carboneto cimentado. Os suplementos de compósitos que podem ser considerados como fornecido na presente invenção incluem suplementos para torneamento, corte, entalhadura, fresagem, perfuração, alargamento, escareamento, fresagem de topo, e rosqueamento de materiais, por exemplo.

A presente invenção mais especificamente fornece artigos de compósito e suplementos de compósito tendo pelo menos uma borda de corte e pelo menos duas regiões de mate-

riais de compósito que diferir com respeito à pelo menos uma característica. Os suplementos de compósito podem também ser indexáveis e/ou compreendem geometrias de formação de aparas. As características diferentes podem ser fornecidas 5 por variação de pelo menos um das composições químicas e a microestrutura entre as duas regiões de material de carboneto cimentado. A composição química de uma região é uma função, por exemplo, da composição química do componente de cerâmica e/ou aglutinante da região e da relação de carboneto 10 para aglutinante da região. Por exemplo, uma das duas regiões de carboneto cimentado de uma ferramenta giratória pode exibir maior resistência ao uso, dureza aumentada, e/ou um módulo maior de elasticidade do que a outra das duas regiões.

15 As modalidades da presente invenção incluem um método de produção de um artigo de compósito compreendendo introduz um primeiro grau de metal em pó de uma sapata de alimentação em uma primeira porção de uma cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó da sapata de alimentação 20 em uma segunda porção da cavidade, onde o primeiro grau de metal em pó difere do segundo grau de metal em pó em pelo menos uma característica. O grau de metal em pó pode então ser consolidado para formar um compacto. Os graus de metal em pó podem individualmente compreender partículas duras, tal como um componente de cerâmica, e um material aglutinante. As partículas duras podem independentemente compreender 25 pelo menos um dos carbonetos, um nitreto, um boreto, um siliceto, um óxido, e soluções sólidas destes. O aglutinante

pode compreender pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro e ligas destes. O aglutinante também pode compreender, por exemplo, elementos tal como tungstênio, cromo, titânio, tântalo, vanádio, molibdênio, nióbio, zirconio, hafnio, rutênio, paládio, e carbono até os limites de solubilidade destes elementos no aglutinante. Adicionalmente, o aglutinante pode conter até 5 por cento em peso de elementos tal como cobre, manganês, prata, alumínio, e rutênio. Alguém versado na técnica reconhecerá que qualquer ou todos os constituintes do material de partícula duro cimentado podem ser introduzidos na forma elementar, como compostos, e/ou como ligas principais. Outras modalidades podem incluir introduz um terceiro grau de metal em pó da sapata de alimentação na cavidade.

A sinterização do compacto formará um artigo de compósito tendo uma primeira região compreendendo um primeiro material de compósito e uma segunda região compreendendo um segundo material de compósito, onde o primeiro material de compósito e o segundo material de compósito diferem em pelo menos uma característica. A característica na qual, as regiões diferem podem ser pelo menos uma do grupo consistindo em composição, tamanho de grão, módulos de elasticidade, dureza, resistência ao uso, resistência à fratura, resistência à tração, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.

O primeiro e o segundo materiais de compósito podem individualmente compreende partículas duras em um aglutinante, onde as partículas duras independentemente compre-

endem pelo menos um de um carboneto, um nitreto, um boreto, um siliceto, um óxido, e soluções sólidas destes e o material aglutinante compreende pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro e ligas destes. Em certas modalidades, as partículas duras podem individualmente ser um carboneto de metal. O metal de carboneto de metal pode ser selecionado de qualquer elemento de formação de carboneto, tal como titânio, cromo, vanádio, zircônio, hafnio, molibdênio, tântalo, tungstênio, e nióbio. O carboneto de metal do primeiro material de compósito pode diferir do carboneto de metal do segundo material de compósito em pelo menos um dos, composição química e tamanho de grão médio. O material aglutinante do primeiro grau de metal em pó e a aglutinante do segundo grau de metal em pó pode cada individualmente 15 compreender um metal selecionado do grupo consistindo em cobalto, liga de cobalto, níquel, liga de níquel, ferro, e liga de ferro. O primeiro grau de metal em pó e o segundo grau de metal em pó podem individualmente compreender 2 a 40 por cento em peso do aglutinante e 60 a 98 por cento em peso 20 do carboneto de metal em peso total do metal em pó. O aglutinante do primeiro grau de metal em pó e a aglutinante do segundo grau de metal em pó podem diferir na composição química, porcentagem em peso do aglutinante no grau de metal em pó, ou ambos. Em algumas modalidades, o primeiro grau de 25 metal em pó e o segundo grau de metal em pó incluem de 1 a 10 por cento em peso a mais do aglutinante do que o outro do primeiro grau de metal em pó e do segundo grau de metal em pó.

As modalidades do suplemento de corte podem também incluir carbonetos cimentados híbridos, tal como, porém não limitado a, quaisquer dos carbonetos cimentados híbridos descritos no Pedido de Patente de Co-pendência dos Estados Unidos No. 10/735.379, que está desse modo incorporado por referência em sua totalidade. Geralmente, um carboneto cimentado híbrido é um material compreendendo partículas de pelo menos um grau de carboneto cimentado disperso em toda uma segunda fase contínua de carboneto cimentado, desse modo formando um compósito de carbonetos cimentados. Os carbonetos cimentados híbridos do Pedido de Patente dos Estados Unidos No. 10/735.379 têm baixas relações de contiguity e propriedades melhoradas relativas a outros carbonetos cimentados híbridos. Preferivelmente, a relação de contiguity da fase dispersa de um carboneto cimentado híbrido pode ser menor do que ou igual a 0,48. Além disso, um compósito de carboneto cimentado híbrido da presente invenção preferivelmente tem uma fase dispersa com uma dureza maior do que a dureza da fase contínua. Por exemplo, em certas modalidades dos carbonetos cimentados híbridos empregados em uma ou mais zonas de suplementos de corte da presente invenção, a dureza da fase dispersa é preferivelmente maior do que ou igual a 88 HRA e menor do que ou igual a 95 HRA, e a dureza da fase contínua é maior do que ou igual a 78 e menor do que ou igual a 91 HRA.

Será evidente para aqueles versados na técnica, entretanto, que a seguinte descrição da presente invenção também pode ser adaptada à fabricação de suplementos de com-

pósito tendo geometria mais complexa e/ou mais do que duas regiões. Desse modo, a seguinte descrição não é pretendida restringir a invenção, porém meramente ilustra as modalidades.

5           Em certas modalidades, os componentes de cerâmica podem compreender menos do que 5% de carboneto cúbico, tal como carboneto de tântalo, carboneto de nióbio e carboneto de titânio, ou, em algumas aplicações menos do que 3% em peso de carboneto cúbico. Nas modalidades da presente invenção, pode ser vantajoso evitar carbonetos cúbicos ou somente incluir baixas concentrações de carbonetos cúbicos porque os carbonetos cúbicos reduzem a resistência de ruptura transversal a resistência, aumentam os custos de produção, e reduzem a resistência à fratura do artigo final. Isto é especialmente importante para ferramentas empregadas para usiná 10 peças de trabalhos duras onde a usinagem resulta em uma ação de cisalhamento e a resistência da broca deve ser maior. Outras desvantagens incluem resistência reduzida ao choque térmico devido a um coeficiente de expansão térmica mais elevada e condutividade térmica mais baixa e resistência ao 15 uso abrasivo reduzida.

20

Alguém versado na técnica, após ter considerado a descrição da presente invenção, entenderá que a ferramenta giratória melhorada desta invenção pode ser construída com 25 várias camadas de materiais de carboneto cimentados diferentes para produzir uma progressão da magnitude de uma ou mais características de uma região central da ferramenta para sua periferia. Uma vantagem principal dos artigos de compósito

e suplementos de compósito da presente invenção é a flexibilidade disponível ao projetista de ferramenta de adaptar as propriedades de regiões das ferramentas para adequar aplicações diferentes. Por exemplo, o tamanho, local, espessura, 5 geometria, e/ou propriedades físicas das regiões de material de carboneto cimentado individuais de um esboço de compósito particular da presente invenção pode ser selecionado para adequar a aplicação específica da ferramenta giratória fabricada do esboço. Desse modo, por exemplo, a dureza de uma 10 ou mais regiões do suplemento pode ser aumentada se o suplemento experimentar mistura significante durante o uso. Tal região pode compreende um material de carboneto cimentado tendo um módulo realçado de elasticidade, por exemplo, ou a dureza e/ou resistência ao uso de uma ou mais regiões de 15 carboneto cimentado tendo superfícies de cortes e que a velocidade de corte da experiência maior do que outras regiões podem ser aumentadas; e/ou a resistência à corrosão de regiões de material de carboneto cimentado submetido ao contato químico durante ao uso podem ser realçados.

20 As modalidades dos suplementos de compósito podem ser otimizadas para ter uma região de superfície de um material de carboneto de grau mais duro para obter melhor resistência ao uso e a região do núcleo como um material de carboneto de grau mais duro para aumentar resistência de impacto ou choque. Entretanto, os suplementos indexáveis de corte de carboneto de compósito feitos da presente invenção têm 25 benefícios duais em custo de fabricação reduzido e desempenho de usinagem melhorado.

O suplemento de corte 1 das Figuras 1a - 1d tem oito posições indexáveis (quatro em cada lado). A Figura 1a é uma visão tridimensional de uma modalidade de um suplemento de corte. A região de topo 2 e a região de base 3 contêm 5 um carboneto cimentado. Os carbonetos cimentados destas regiões podem ser iguais ou diferentes. A região do meio 4 contém o material de carboneto cimentado com um grau diferente daquele de quaisquer das regiões de topo 2 e de base 3. O suplemento de corte 1 tem uma geometria de quebrador 10 de aparas incorporado ou prensado 5 que pode ser designada para melhorar a usinagem de um grupo específico de materiais sob certas condições de cortes. A Figura 1b é a vista frontal do suplemento de corte 1; Figura 1c é a vista de topo do suplemento de corte 1; e Figura 1d é a vista de corte trans- 15 versal do suplemento de corte 1. Este tipo de suplemento de corte tem uma parede lateral reta 6 e um buraco de centro 7. O buraco de centro 7 pode ser empregado para fixar o suplemento de corte 1 em um suporte.

As Figuras 2a a 2d ilustram um suplemento de corte 20 indexável de compósito 11 com quebrador de aparas incorporados na borda somente. O suplemento de corte 11 pode ser indexado quatro vezes. A Figura 2a é a vista tridimensional com a região de topo inteira 12 contendo primeiro grau de carboneto e a primeira região de base inteira 13 contendo um 25 segundo grau de carboneto, onde o primeiro grau de carboneto e o segundo grau de carboneto diferem em pelo menos uma característica. O suplemento de corte 11 tem uma geometria de cortador de aparas incorporado ou prensado 14 que é designa-

do para melhorar a usinagem para um grupo específico de materiais sob algumas certas condições de corte. A Figura 2b é a vista frontal do suplemento de corte 11; Figura 2c é a vista de topo do suplemento de corte 11; e Figura 2d é a vista de corte transversal do suplemento de corte 11. Este tipo de suplemento de corte tem uma parede lateral angulada 15 e um buraco de centro 16.

As modalidades dos suplementos indexáveis de corte de carboneto de compósito não são limitadas pelos suplementos de corte 1 e 11 mostrado nas Figuras 1 e 2. Nas seguintes Figuras 3 a 5, outras modalidades mostram três outras construções de compósito possíveis dos suplementos de corte carboneto resultantes desta invenção. Qualquer das modalidades da invenção pode compreende materiais diferentes em 15 cada região, tal como materiais de compósito.

Baseado no princípio desta invenção, Figura 3a a 3d demonstram um tipo de construção do suplemento de corte indexável de compósito com quebradores de aparas incorporado em ambas os lados de topo e base. O suplemento de corte 21 tem uma forma de diamante, e pode ser indexado quatro vezes (duas vezes em cada lado). A Figura 3a é uma vista tridimensional com uma região de ângulo inteiro 22 e outra região de ângulo inteiro 23 contendo o material de carboneto cimentado que pode ser o mesmo grau ou diferente, e a região de 25 centro 24 também pode conter um material de compósito com pelo menos uma característica diferente. O suplemento de corte 21 tem uma geometria de quebrador de aparas incorporado ou prensado 25 que é designado para usinar um grupo espe-

cífico de materiais de metal sob algumas certas condições de cortes. Figura 3b é uma vista frontal do suplemento de corte 21; Figura 3c é uma vista de topo do suplemento de corte 21; e Figura 3d é uma vista de corte transversal do suplemento de corte 21. Este tipo de suplemento de corte tem uma parede lateral reta 26 e um buraco de centro 27.

Baseado no princípio desta invenção, uma outra modalidade como mostrado nas Figuras 4a a 4d do suplemento de corte indexável de compósito 31 não tem um buraco de centro 10 porém inclui quebradores de aparas incorporados no topo. O suplemento de corte 31 pode ser indexado quatro vezes. A Figura 4a é a vista tridimensional. A região de topo parcial 32 perto da periferia contém um primeiro material de compósito. O restante da região do corpo de suplemento de corte 15 33 (da porção do centro de topo a região de base inteira) contém um segundo material de compósito diferente do primeiro material de compósito. O suplemento 31 tem a geometria de quebrador de aparas incorporado 34. A Figura 4b é uma vista frontal do suplemento de corte 31 e Figura 4c é uma vista de topo do suplemento de corte 31. Como claramente observado na Figura 4d, a região de topo parcial 32 compreende um material de compósito, tal como um grau de carboneto cimentado, e a região de corpo 33 compreendem um segundo material de compósito, tal como um grau diferente de material 20 de carboneto. Este tipo de suplemento de corte tem uma parede lateral angulada 35.

As Figuras 5a a 5d compreendem uma outra modalidade de um suplemento de corte indexável de compósito com que-

brador de aparas incorporado em ambos lados de topo e base. O suplemento de corte 41 tem uma forma de diamante e pode ser indexado quatro vezes (duas vezes em cada lado). Como mostrado na Figura 5a, o suplemento de corte pode conter o mesmo material de compósito em uma porção de corte de todas a quatro regiões de ângulo 42, 43, 44 e 45, e um segundo grau de carboneto na região de corpo 46. O suplemento de corte 41 tem uma geometria de quebrador de aparas incorporado ou prensado 47 que é designada para usinar um grupo específico de materiais sob certas condições de cortes. A Figura 5b é uma vista frontal do suplemento de corte 41; Figura 5c é uma vista de topo do suplemento de corte 41; Figura 5d é uma vista de corte transversal do suplemento de corte 41. O suplemento de corte 41 tem uma parede lateral reta 48 e um buraco de centro 49.

Deveria ser enfatizado que a forma de suplementos indexáveis de corte pode ser qualquer estilo geométrico positivo/negativo conhecido por alguém versado na técnica para aplicações de usinagem de metal e qualquer geometria de formação de aparas desejada pode ser incluída. As Figuras 6 a 9 fornecem outros exemplos de diferentes formas geométricas de suplementos de corte que podem ser produzidos com base no método fornecido nesta invenção. A Figura 6 mostra um suplemento de fresagem de forma irregular 51 com dois materiais de compósitos diferentes, tal como materiais de carboneto 52 e 53. O suplemento de corte 51 tem uma geometria de quebrador de aparas incorporado ou prensado 54. A Figura 7 ilustra um suplemento de corte de propósito geral de forma

redonda 56 com dois materiais de carboneto diferentes 57 e 58. O suplemento de corte 56 tem uma superfície de topo plana 59. A Figura 8 mostra um suplemento de propósito geral de forma redonda 61 com duas regiões 62 e 63. O suplemento de corte 61 tem um de geometria quebrador de aparas incorporado ou prensado 64. A Figura 8 mostra um suplemento de corte/ranhura de forma irregular 66 com duas regiões compreendem graus diferentes de materiais de compósitos 67 e 68. O suplemento de corte 66 tem uma geometria de quebrador de aparas incorporada ou prensada 69.

Os métodos de fabricação empregados para criar os suplementos de corte indexáveis de carboneto de compósito, com ou sem geometria de quebrador de aparas, desta invenção são baseado nos métodos de procedimento de pó de carboneto convencionais. Em uma modalidade do método da presente invenção, os graus de metal em pó podem ser introduzidos em uma porção de uma cavidade de matriz por uma única sapata de alimentação ou múltiplas sapatas de alimentação. Em certas modalidades, pelo menos um das sapatas de alimentação pode compreende pelo menos duas seções de alimentação para facilitar o carregamento de cada porção da cavidade com a mesma sapata. As modalidades do método podem também incluir introduzir divisões na cavidade para formar as porções da cavidade da matriz. As divisões podem ser ligadas às sapatas ou introduzidas na cavidade por outra porção do aparelho. As divisões podem ser diminuídas na cavidade por um motor, hidráulicos, pneumáticos ou um solenóide.

As Figuras 10a e 10b esquematicamente ilustram a

configuração de prensagem de pó de carboneto convencional. A Figura 10a mostra um aparelho de prensagem na estagio de carregamento onde o pó de carboneto 71 é introduzido na cavidade do molde 72 até a superfície de topo do furador de base 73. O pó de metal pode ser alimentado por uma sapata de alimentação 74 que é conectada a um depósito alimentador 75 até um tubo 82 e uma mangueira 76. O furador de topo 77 está na posição elevada na Figura 10a. A placa de molde 78 é empregada para suportar o molde 72 e bastão de núcleo 79 é empregado para criar um buraco no suplemento de corte. A 10 Figura 10b esquematicamente mostra o aparelho de prensagem durante o estagio de prensagem onde o metal pó 71 é prensado em um suplemento de corte de carboneto de tamanho verde 80. Ambos o furador de topo 77 e furador de base 73 é concêntrico com a linha axial do centro de prensagem 81.

Para construções diferentes dos suplementos de corte de compósitos fornecidos nesta invenção, métodos de fabricação diferentes podem ser empregados. Os processos são exemplificados por dois tipos básicos de construções de 20 compósito dos suplementos de corte, dependendo principalmente do plano de separação (único ou múltiplo/horizontal e vertical). Como empregado aqui, um "plano de separação" é uma interface em um artigo de composição ou suplemento de compósito entre dois materiais de compósitos diferentes. O 25 primeiro tipo básico de suplementos de compósito com dois materiais de composição diferentes 99 e 100 é esquematicamente demonstrado na Figura 11 onde ou um suplemento de corte 91 com um plano de separação único 93 ou um suplemento de

corte com múltiplos planos de separação 94 e 95 é perpendicular à linha axial do centro de prensagem 96 do furador de topo 97 e o furador de base 98. Nestas modalidades, os planos de separação são perpendiculares a linha axial do centro de prensagem 96. Os exemplos típicos da primeira modalidade básica de construções de compósito são mostrados nas Figuras 1, 2, 6, 7 e 8 anteriormente.

Uma segunda modalidade básica do suplemento de compósito com dois materiais de compósitos diferentes 109 e 110 é demonstrada esquematicamente na Figura 12 onde ou o único plano de separação 103 de um suplemento de corte de carboneto de compósito simplificado representativo 101 ou os planos de separação múltiplos 104 e 105 de um suplemento de corte de compósito carboneto simplificado representativo 102 15 são paralelos a linha axial do centro de prensagem 106 do furador de topo 107 e o furador de base 108. Ou, em outras palavras, todos os planos de separação são paralelos a linha axial do centro de prensagem 106. Os exemplos típicos do segundo tipo básico de construções compósito são mostrados 20 nas Figuras 3 e 9 anteriormente.

As combinações das duas modalidades básicas descritas acima de construções de compósito fornecidas nesta invenção podem então criar vários tipos de construções de compósito mais complexas compreendendo múltiplos planos de separações que podem ser perpendicular a planos de separações (único ou múltiplo) que pode ser paralelo a linha axial do centro de prensagem. Como mostrado na Figura 13 para um suplemento de corte de carboneto de compósito com dois mate-

riais de carboneto diferentes 119 e 120, o único plano de separação 113 de um suplemento de corte de carboneto de compósito simplificado representativo 111 é perpendicular a linha axial do centro de prensagem 114, ao mesmo tempo em que 5 o plano de separação 112 é paralelo a linha axial do centro de prensagem 114 do furador de topo 115 e o furador de base 116. E também como mostrado na Figura 13, os planos de se-parações múltiplo 122 e 123 de um suplemento de corte de carboneto de compósito simplificado representativo 121 são 10 perpendiculares a linha axial do centro de prensagem 114 ao mesmo tempo em que os planos de separações múltiplos 124 e 125 são paralelos a linha axial do centro de prensagem 114. Os exemplos típicos das construções de compósito combinadas 15 são mostrados nas Figuras 4 e 5 anteriormente. Os planos de separação são limitados entre regiões de materiais de compósitos diferentes.

As Figuras 14a a 14d são esquemáticos representativos (não mostrado para escala) de uma modalidade de um método de fabricação para fabricar os suplementos de corte de 20 compósitos da primeira modalidade básica da construção de compósito fornecida nesta invenção. Como mostrado na Figura 14a, o furador de base 131 é alinhado com a superfície de topo 132 do molde 133; o furador de base 131 pode então per- 25 correr ao longo da linha axial do centro de prensagem 134, enquanto ao mesmo tempo em que o pó de carboneto 135 é introduzido na cavidade do molde 133 até a quantidade desejada ser alcançada. O metal em pó é carregado sistema de carregamento de pó de carboneto 150 que inclui a sapata de ali-

mentação 136, o tubo de metal 137, mangueira 138 e depósito alimentador 139. A placa molde 141 é empregada para suporta o molde 133 e o bastão de núcleo 142 forma um buraco no suplemento de corte 143. O furador de topo 140 está na posição elevada durante esta etapa de prensagem para introduzir o primeiro pó de metal 135. Uma vez que o carregamento do primeiro pó de metal é completado, o segundo sistema de carregamento de pó de carboneto 152 como mostrado na Figura 14b introduz um grau diferente de um segundo metal em pó 149 na cavidade do molde 133 ao mesmo tempo em que o furador de base 131 continua a percorre ao longo da linha axial do centro de prensagem 134 até que a quantidade desejada do segundo metal em pó seja alcançada. Após a introdução do segundo metal em pó, o primeiro sistema de carregamento de pó de carboneto 150 pode novamente introduzir o primeiro metal em pó na cavidade ao mesmo tempo em que o furador de base continua a se mover até que a quantidade desejada seja introduzida como mostrado na Figura 14c. Finalmente, quando todas as três camadas; do pó de carboneto são introduzidas, o furador de topo 140 se move para abaixo e o furador de base 131 se move para cima para forma o compacto de suplemento de corte de carboneto prensado 155 como mostrado na Figura 14d. Alternativamente, os dois sistemas de carregamento de pó de carboneto 150 e 152 mostrados na Figura 14 podem ser substituídos por uma única sapata de alimentação 161 com depósitos alimentadores separados incorporados 162 e 163 (e os tubos e mangueiras correspondentes) como mostrado na Figura 15. As etapas de carregamento ilustradas na Figuras 15a, 15b e 15c

são as mesmas como aquelas mostradas na Figuras 14a, 14b e 14c, respectivamente. E o compacto de suplemento de compósito 165 é prensado pelo furador de topo 166 e pelo furador de base 167.

As Figuras 16a a 16d é uma representação esquemática (não para escala) descrevendo outra modalidade do método de fabricação para fabricação dos suplementos de corte indexável de carboneto de compósito de um segundo modalidade básica de construção de compósito fornecida nesta invenção, especificamente, um suplemento de corte de carboneto de compósito similar aquele na Figura 3 anteriormente. O suplemento de corte de compósito pode conter o mesmo grau de carboneto nos dois ângulos 168 e 169 (ou um grau diferente), e um material de carboneto diferente na região de centro 170. O sistema de carregamento de pó de carboneto 171 mostrado na Figura 16a comprehende uma única sapata de alimentação 172 com múltiplos depósitos alimentadores 173, 174 e 175. O furador de base 176 se move para baixo ao longo da linha axial do centro de prensagem 177 e permite os pós de carboneto com graus diferentes a carga através das seções de separação (como mostrado na Figura 17) que são incorporadas na sapata de alimentação 172. As Figuras 16a, 16b e 16c demonstram o progresso durante o processo de carregamento de pó de carboneto, e finalmente o suplemento de corte de carboneto de compósito 181 tendo o segundo tipo básico de construção de compósito fornecido nesta invenção é formado pelo furador de topo 182 e o furador de base 176. Um diagrama esquemático mostrando a estrutura básica da sapata de alimentação 172 é

determinada na Figura 17 onde a Figura 17a é a vista frontal, a Figura 17b a vista lateral, a Figura 17c a vista de topo e a Figura 17d a vista tridimensional. A sapata de alimentação 172 em princípio comprehende tubos múltiplos 191, 5 192 e 193, uma estrutura 194, e múltiplas seções de separação 195 e 196, a posição da qual a estrutura 194 são ou ajustáveis ou fixadas de acordo com o tamanho e estrutura de compósito dos suplementos de corte a serem prensados.

Exceto os métodos de fabricação preferidos acima descritos, que são principalmente com base no movimento do furador de base e os sistemas de carregamento de pó de carboneto múltiplos, outro método de fabricação preferido mostrado na Figura 18 é com base em um mecanismo que automaticamente controla múltiplos separadores e conduz os separadores finos na cavidade de molde para formar as seções múltiplas. O mecanismo de direção inclui o uso de prateleira e pinhão, cilindro de ar, cilindro hidráulico, motor linear, etc. A modalidade na Figura 18 demonstra um mecanismo de direção empregando o sistema de prateleira epinhão, a Figura 18a é uma vista frontal, a Figura 18b é uma vista lateral, a Figura 18c é uma vista de topo, e a Figura 18d é uma vista tridimensional. Tal sistema basicamente consiste em um motor elétrico 201, um pinhão 202, uma prateleira 203, uma estrutura 204, múltiplas seções separadoras 205 e 206, múltiplo separadores fino 207 e 208 variando de 0,00762 a 0,1016 centímetros na espessura, e um suporte móvel 209, um suporte motor 210, e tubos de metal múltiplos 211, 212 e 213. O suporte móvel 209 é acoplado com a prateleira 203 e se move

linearmente para cima e para baixo. Os múltiplos separadores finos 207 e 208 são mecanicamente ligados aos dois lados do suporte móvel 209.

Empregando um suplemento de corte de compósito terno a segunda modalidade básica de construção composta (definido na Figura 12) como mostrado na Figura 19 como um exemplo, um princípio de trabalho detalhado do sistema de direção de prateleira-pinhão com descrito acima para múltiplos separadores fino é determinado como segue.

Mostrado na Figura 19 é um suplemento de corte de compósito 221 que pode compreender o mesmo grau de material de carboneto nas duas regiões de ângulos 222 e 223, e um material de carboneto diferente, ou um grau diferente de material de carboneto na região de centro 224. O suplemento de corte 221 tem dois lados de topo e base idênticos com geometria de quebrador de aparas incorporado ou prensado 225. O suplemento de corte 221 tem uma parede lateral reta 226 e um buraco de centro 227.

A Figura 20 mostrada, a sapata de alimentação está na posição onde os separadores finos 231 e 232 são direcionados para baixo por um mecanismo de prateleira e pinhão para alcançar a superfície do topo 233 do furador de base 234. Os separadores 231 e 232 formam as cavidades em seção 235, 236 e 237 do molde 238. Os metais em pó podem então ser introduzidos através de tubo de metal múltiplo 239, 240 e 241.

Como mostrado na Figura 21, a sapata de alimentação está na posição que os múltiplos separadores finos 231 e 232 são direcionados para cima por um mecanismo de pratelei-

ra e pinhão para alcançar acima da superfície de topo 245 do molde 238 após as cavidades em seção 235, 236 e 237 do molde 238 terem sido carregadas por metal em pó nos dois ângulos 246 e 247, e um metal em pó diferente a região de centro 5 248.

Deveriam ser motivados aqui os métodos de fabricação para fabricar os suplementos de corte de compósitos fornecidos nesta invenção não são limitados aos métodos de fabricação descritos acima mostrados nas Figuras 14 a 21. Há 10 alguns outros possíveis métodos de fabricação para fabricar de suplementos de corte indexáveis de carboneto de compósito desta invenção. As Figuras 22a a 22d demonstram esquematicamente um possível método de fabricação compreendendo uma prensa com dois furadores de topo. A Figura 22a mostra a 15 configuração da prensagem na primeira posição de carregamento onde uma quantidade desejada do primeiro metal em pó 251 é carregada na cavidade 252 do molde 253; ambos o furador de topo com superfície plana 254 e o furador de topo com geometria de quebrador de aparas 255 estão nas posições elevadas. 20 A Figura 22b mostra a configuração de prensagem na primeira posição prensada onde o primeiro metal em pó 251 é prensado em um compacto verde 256 empregando o furador de topo de superfície plana 254 e o furador de base 257. Além disso, a Figura 22c mostra a segunda posição prensada empregando o 25 furador de topo de superfície plana 254 após um pó de carboneto diferente 258 ser carregado na cavidade de molde 252. A Figura 22d mostra a configuração de prensagem no estado de prensado final empregando furador de topo com geometria de

quebrador de aparas 255 após o primeiro tipo de pó de carboneto 259 ser carregado novamente na cavidade de molde 252, e desse modo os pós de carboneto 251, 258 e 259 são prensados em um suplemento de corte de carboneto compacto verde de 5 compósito 261.

Uma modalidade adicional de um método de produção das ferramentas giratórias de compósito da presente invenção e pedaços de metal laminados de compósito empregados para produzir essas ferramentas compreende colocar um primeiro pó metalúrgico em um vácuo de uma primeira região de um molde. Preferivelmente, o molde é um molde de borracha de bolsa seca. Um segundo pó metalúrgico é colocado em uma segunda região do vácuo do molde. Dependendo do número de regiões de materiais de carboneto cimentados diferentes desejados na 15 ferramenta giratória, o molde pode ser dividido em regiões adicionais nas quais pós metalúrgicos particulares são dispostos. O molde pode ser segregado em regiões colocando-se uma separação física no vácuo do molde para definir as várias regiões. Os pós metalúrgicos são escolhidos para obter 20 as propriedades desejadas das regiões correspondentes da ferramenta giratória como descrito acima. Uma porção de pelo menos a primeira região e a segunda região são levadas em contato com cada outra, e o molde é então isostaticamente comprimido para densificar os pós metalúrgicos para formar 25 um compacto de pós consolidados. O compacto é então sinterizado para também densificar o compacto e formar uma ligação autógena entre a primeira e segunda, e, se presente, outras regiões. O compacto de sinterizado fornecer um pedaço

de metal laminado que pode ser usinado para incluir uma borda de corte e/ou outras características físicas da geometria de uma ferramenta giratória particular. Tais características são conhecidas por aqueles de experiência ordinária na 5 técnica e não são especificamente descritas aqui.

Tais modalidades do método da presente invenção fornecem a flexibilidade aumentada do projetista do suplemento de corte np projetar as zonas diferentes para aplicações particulares. O primeiro compacto verde pode ser projetado em qualquer forma desejada de qualquer material de 10 partícula duro cimentado desejado. Além disso, o processo pode ser repetido tantas vezes quanto desejado, preferivelmente antes de sinterização. Por exemplo, após consolidação formar o segundo compacto verde, o segundo compacto verde 15 pode ser colocado em um terceiro molde com um terceiro pó e consolidado a formar um terceiro compacto verde. Por tal processo repetitivo, as formas mais complexas podem ser formadas, suplementos de corte incluindo múltiplas regiões claramente definidas de propriedades diferentes podem ser formados, e o projetista de suplemento de corte será capaz de 20 projetar suplementos de corte com capacidades de uso específicas em zonas ou regiões específicas.

Alguém versado na técnica entenderia os parâmetros de processo requeridos para consolidação e sinterização para 25 formar artigos de partícula duros cimentados, tal como suplementos de corte de carboneto cimentado. Tais parâmetros podem ser empregados nos métodos da presente invenção, por exemplo, sinterização pode ser realizada a uma temperatura

adequada para densificar o artigo, tal como a temperaturas até 1500°C.

Outro método de fabricação possível para fabricar os suplementos de corte de compósitos desta invenção é mostrado em princípio nas Figuras 23a a 23d. A Figura 23a esquematicamente ilustra um novo projeto de furador de topo onde o furador de topo 271 tem um suplemento de furador concêntrico 272 que pode deslizar para cima e para baixo dentro do furador de topo 271. No estagio de carregamento quando o suplemento de furador concêntrico 272 deslizar todo no para baixo no molde 273 até alcançar a superfície de topo 279 do furador de base 280, então o primeiro metal em pó 274 é introduzido na cavidade do molde 273. Após o carregamento, o suplemento de furador concêntrico 272 é retirado do molde 273 e deixa uma cavidade 275 dentro da cavidade do molde 273 como mostrado na Figura 23b. Então um metal em pó de grau diferente 276 é carregado na cavidade mencionada acima 275 ao mesmo tempo em que ambos o furador de topo 271 e o suplemento de furador concêntrico 272 estão na posição elevada como mostrado na Figura 23c. Finalmente, a Figura 23d esquematicamente mostra a configuração de prensagem no estagio prensado onde o primeiro metal em pó 274 e um metal em pó de grau diferente 276 são prensados em um compacto de suplemento de corte 277 pelo furador de topo 271 e pelo furador de base 277. Desse modo o suplemento de corte obtido contém um de compósito do mesmo grau de pós de carboneto nas duas regiões de ângulo e um tipo diferente de pó de carboneto na região de centro.

As modalidades do artigo da presente invenção também incluem suplementos para ferramentas giratórias. As ferramentas giratórias modulares tipicamente compreendem um suplemento de carboneto cimentado anexado a um corpo cortante. O corpo cortante pode, tipicamente, ser feito de aço. O suplemento da ferramenta giratória pode ser anexado ao corpo cortante por uma braçadeira ou parafuso, por exemplo. Os componentes de uma fresa boleada modular típica 300 são mostrados nas Figuras 24a-24c. A fresa de topo boleada modular 300 compreende um suplemento boleado 301 e um corpo de aço 302. As brocas de pá podem também ser produzidas como ferramentas giratórias modulares. Como observado nas Figuras 25a-25c, uma broca de pá modular típica 400 compreende um suplemento de broca de pá 401 e um corpo de aço 402. As modalidades da invenção também incluem suplementos de compósito para uma ferramenta giratória modular. Os suplementos de compósito podem compreender pelo menos uma região central e uma região de periferia, onde a região central compreende um primeiro material de compósito e a região de periferia compreende um segundo material de compósito. O primeiro material de compósito pode diferir do segundo material de compósito em pelo menos uma característica. A característica pode ser pelo menos uma característica selecionada do grupo consistindo em composição, tamanho de grão, módulos de elasticidade, dureza, resistência ao uso, resistência à fratura, resistência à tração, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica, e os materiais de compósito podem ser como descrito acima. Os

suplementos de compósito podem ser uns suplementos de fresa boleada, um suplemento de broca de pá, ou qualquer outro suplemento de ferramenta giratória. Por exemplo, as Figuras 26a e 26b mostra duas modalidades diferentes de suplementos de boleada da presente invenção. O suplemento de boleada 310 da Figura 26a comprehende três regiões 311, 312, e 313 comprendendo materiais de compósito. O suplemento 310 comprehende uma região central 312 que funciona ao longo do eixo central de rotação e duas regiões de periferia 311 e 313.

5 As regiões podem todas compreender materiais de compósito diferentes ou qualquer das duas regiões pode compreender o mesmo material de compósito e a outra região compreende um material de compósito diferente. Em uma modalidade alternativa, suplemento boleado 320 da Figura 26b comprehende duas

10 regiões 321 e 322 comprendendo materiais de compósito. O suplemento 320 comprehende uma região central 321 que funciona perpendicular ao eixo central de rotação e uma região de periferia 322 na ponta de corte frontal do suplemento 320.

15

Em outros exemplos, as Figuras 27a e 27b mostram duas modalidades diferentes de suplemento de broca de pá da presente invenção. O suplemento broca de pá 410 da Figura 27a comprehende três regiões 411, 412, e 413 comprendendo materiais de compósito. Similar ao suplemento boleado 310, o suplemento de broca de pá 410 comprehende uma região central 412 que funciona ao longo do eixo central de rotação e duas regiões de periferia 411 e 413. Novamente, estas regiões podem todas compreender materiais de compósito diferentes ou qualquer das duas regiões pode compreender o mesmo mate-

20

25

rial de compósito e a outra região comprehende um material de compósito diferente. Similarmente para suplemento boleado 320, suplemento de broca de pá 420 da Figura 27b comprehende duas regiões 421 e 422 comprehendendo materiais de compósito.

5 O suplemento de broca de pá 420 comprehende uma região central 421 que funciona perpendicular ao eixo central de rotação e uma região de periferia 422 na ponta de corte frontal do suplemento 420. Alternadamente, o suplemento de ferramenta giratória da presente invenção pode ser feito com outras configurações de compósito onde as diferenças em uma 10 característica particular ocorrem em diferentes regiões da ferramenta.

Em certas modalidades, o suplemento de compósito pode comprehender um material de compósito tendo um módulo de elasticidade na região central que difere do módulo de elasticidade do segundo material de compósito na região de periferia. Em certas aplicações, o módulo de elasticidade da região central pode ser maior do que o módulo de elasticidade da região de periferia. Por exemplo, o módulo de elasticidade do primeiro material de compósito na região central pode estar entre  $620,52 \times 10^6$  a  $655,00 \times 10^6$  kPa e o módulo de elasticidade do segundo material de compósito na região de periferia pode ser entre  $475,73 \times 10^6$  a  $634,31 \times 10^6$  kPa.

Em certas modalidades, o suplemento de compósito pode comprehendê um material de compósito tendo uma dureza ou resistência ao uso na região central que difere da dureza ou resistência ao uso do segundo material de compósito na região de periferia. Em certas aplicações, a dureza ou resis-

tência ao uso da região de periferia pode ser maior do que a dureza ou resistência de uso da região central. Estas diferenças em propriedades e características podem ser obtidas empregando-se materiais de carboneto cimentados compreendendo uma diferença em concentração de aglutinante. Por exemplo, em certas modalidades, o primeiro material de compósito pode compreende 6 a 15 por cento em peso de liga de cobalto e o segundo material de compósito pode compreende 10 a 15 por cento em peso de liga de cobalto. As modalidades dos suplementos de corte de ferramenta giratória podem compreender mais do que dois materiais de compósitos ou compreende mais do que duas regiões, ou ambos.

Outras modalidades dos suplementos da presente invenção são mostradas nas Figuras 28 a 31. Estas modalidades têm um plano de separação paralelo ao eixo de prensagem típico ou substancialmente perpendicular ao lado de ou topo. Em outras palavras, as modalidades das Figuras 28 a 31 podem ser consideradas ser da segunda modalidade básica de suplemento de compósito tendo dois materiais de compósitos diferentes. As Figuras 28a e 28b ilustram uma modalidade de um suplemento de fresa de topo boleada de compósito 430 que tem um grau de carboneto cimentado nas duas porções de ponta 431 na região de periferia 432 e um grau de carboneto cimentado diferente na região central 433.

As Figuras 29a e 29b ilustram uma modalidade de um suplemento de broca de pá de compósito 440 que tem grau de carboneto cimentado ponta de corte 441 na região central 442 e outro material de carboneto cimentado diferente na região

de periferia 443. As velocidades de cortes na região central 442 ao longo da borda de corte da região central 444 serão mais lentas que as velocidades de cortes ao longo da região de corte da região de periferia 445.

5 As Figuras 30a, 30b, e 30c ilustram uma modalidade de um suplemento de corte indexável de compósito 450 com uma superfície lateral angulada 453 que tem um grau de carboneto cimentado na região de periferia total 452 e um grau de carboneto cimentado diferente na região central 451. A região central 451 pode compreende um grau de carboneto cimentado duro que suporta o grau mais resistente ao uso na borda de corte da região de periferia 452. Além disso, as Figuras 10 31a e 31b ilustram outra modalidade de um suplemento de corte indexável de compósito 460 com quebrador de aparas incorporado 463 em ambos os lados de topo e base, o suplemento de corte 460 tem um grau de carboneto cimentado na região de periferia total 461 e outro material de carboneto diferente 15 na região central 462.

Um novo método de fabricação é também fornecido 20 para produzir suplementos de corte de compósito com um material de compósito na região de periferia total e outro material de compósito diferente na porção central. Uma sapata de alimentação pode ser modificada para carrega uma cavidade em uma matriz, tal que um grau de compósito seja distribuído 25 ao longo da periferia e um material de compósito diferente seja distribuído na região central. A sapata pode ser designada para alimentar por gravidade nas regiões concêntricas da cavidade onde o metal em pó é distribuído por multi-

plos tubos de alimento ou por um tubo de alimento designado para carregar cada região. Outra modalidade de um método da presente invenção é mostrada nas Figuras 32 a 34.

As figuras 32a e 32b esquematicamente ilustram um mecanismo motorizado de sapata de alimentação de pó 500 para produzir um suplemento de corte redondo típico com a construção de compósito como mostrado nas Figuras 31a e 31b. O mecanismo de sapata de alimentação 500 pode compreender duas unidades motorizadas. A primeira unidade motorizada compreende uma prateleira 501, um pinhão 502, um braço de suporte 503, um motor 504, e um eixo do motor 507. Nesta modalidade, a prateleira 501 é mecanicamente conectada a um cilindro oco 505 e um separador fino 506 tendo uma forma de cilindro oco é ligado à superfície cilíndrica externa do cilindro oco 505. Como mostrado na nova Figura 32a, o cilindro oco 505 é direcionado para baixo pela prateleira 501 até o separador cilíndrico fino 506 alcança a superfície de topo do furador de base 508. Desse modo duas cavidades selecionadas, isto é, a cavidade centro 509 e a cavidade de periferia total 510, são formadas entre o furado de base 508 e o molde 511. A segunda unidade motorizada consistir de um motor 520, um eixo de motor 521, uma engrenagem pequena 522 e uma engrenagem grande 523 tendo uma única estrutura com uma série de lâminas incorporadas 524, veja as Figuras 33a e 33b. Como mostrado, a engrenagem grande 523 é suportada por um par de mancais de impulso 525 que estão assentados entre a base do suporte de base 526 e a base do suporte de topo 527.

Os detalhes da engrenagem grande acima 523 são

mostrados na Figura 33a em vista de plano e a Figura 33b em uma visão de perspectiva. A engrenagem grande 523 tem uma série de dentes padrões ou não padrões 530 e uma série de lâminas 524. As lâminas 524 podem estar na forma de superfície plainadora simples, ou superfície plana com ângulo trançado, ou superfície helicoidal. As lâminas funcionam como um distribuído para distribuir uniformemente os pós de carboneto na cavidade na porção de periferia total 510 como mostrado na Figura 32a.

As Figuras 34a e 34b demonstram (não para escala) um sistema de sapata de alimentação integrado 540 com dois depósitos alimentadores. O sistema de sapata de alimentação 540 é direcionado por um tipo de unidade de posição de precisão linear através do eixo da polia propulsora 541, desse modo o sistema de sapata de alimentação 540 pode ser precisamente localizado acima da cavidade de periferia 542 e na cavidade de centro 543. O sistema de sapata de alimentação 540 é equipado com uma unidade de depósito alimentador 544 para alimentar os pós de metal na cavidade de periferia 542 e outra unidade de depósito alimentador 545 para alimentar os pós de metal na cavidade de centro 543. Ambas as unidades de depósito alimentador 544 e 545 são suportadas pela base de depósito 550. O separador cilíndrico fino 546 é posicionado na superfície de topo do furador de base 547. Os pós de metal 560 da unidade de depósito alimentador 545 são introduzidos diretamente na cavidade de centro 543 ao mesmo tempo em que os pós de metal 562 da unidade de depósito alimentador 544 são introduzidos na cavidade de periferia 542.

pelas lâminas múltiplas 563 que distribuem os pós de metal 562 uniformemente na cavidade de periferia 542 através da rotação controlada da engrenagem grande 564. Preferivelmente, todos os pós de metal são alimentados diretamente na cavidade.

Na Figura 35, a modalidade da Figura 34 está em uma posição onde ambas as cavidades 542 e 543 foram carregadas pelos dois pós de metal diferente 571 e 572. Nesta posição, o separador cilíndrico fino 573 é levantado acima da superfície de molde 576 pelo cilindro oco 574 que é direcionado para cima pela prateleira 575.

Deve ser entendido que a descrição presente ilustra aqueles aspectos da invenção relevante a uma compreensão clara da invenção. Certos aspectos da invenção que seriam evidentes para aqueles de experiência ordinária na técnica que, entretanto, não facilitaria o melhor entendimento da invenção não estão presente para simplificar a presente descrição. Embora as modalidades da presente invenção tenham sido descritas, alguém de experiência ordinária na técnica, sob considerar a descrição precedente, reconhecerá que muitas modificações e variações da invenção podem ser empregadas. Todas tais variações e modificações da invenção são entendidas serem abrangida pela descrição precedente e pelas seguintes reivindicações.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um artigo de compósito,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que comprehende:

introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma  
5 sapata de alimentação em uma primeira porção de uma cavidade  
em uma matriz e um segundo grau de metal em pó da sapata de  
alimentação em uma segunda porção da cavidade, onde o pri-  
meiro grau de metal em pó diferir do segundo grau de metal  
em pó em composição química ou tamanho de partícula; e  
10 consolidar o primeiro e segundo grau de metal em  
pó para formar um compacto.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende:

sinterizar o compacto para formar o artigo de com-  
15 pósito tendo uma primeira região compreendendo um primeiro  
material de compósito e uma segunda região compreendendo um  
segundo material de compósito, onde o primeiro material de  
compósito e o segundo material de compósito difere em pelo  
menos uma característica.

20 3. Método, de acordo com a reivindicação 2,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro e o segundo mate-  
riais de compósito individualmente comprehendem partículas  
duras em um aglutinante, onde as partículas duras indepen-  
dente mente comprehendem pelo menos um de um carboneto, um ni-  
25 treto, um boreto, um siliceto, um óxido, e soluções sólidas  
destes e o aglutinante comprende pelo menos um metal sele-  
cionado de cobalto, níquel, ferro e ligas destes.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2,

5       **CARACTERIZADO** pelo fato de que a característica é pelo menos uma característica selecionada do grupo consistindo em composição, tamanho de grão, módulos de elasticidade, dureza, resistência ao uso, resistência à fratura, resistência à tração, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.

10      5. Método, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro grau de metal em pó e o segundo grau de metal em pó individualmente compreendem um carboneto de metal e um aglutinante.

15      6. Método, de acordo com a reivindicação 4,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o metal do carboneto de metal do primeiro grau de metal em pó e o metal do segundo grau de metal em pó são individualmente selecionados do grupo consistindo em titânio, cromo, vanádio, zircônio, hâfnio, molibdênio, tântalo, tungstênio e nióbio.

20      7. Método, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que a sapata de alimentação compreende pelo menos duas seções de alimentação.

25      8. Método, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende:  
introduzir um terceiro grau de metal em pó da sapata de alimentação na cavidade.

9. Método, de acordo com a reivindicação 2,  
25      **CARACTERIZADO** pelo fato de que o artigo é um suplemento de corte, suplemento de perfuração, suplemento de fresagem, suplemento de roscamento, suplemento de entalhamento, suplemento de torneamento, broca de pá, suplemento de broca de

pá, ou fresa de topo baleada.

10. Método, de acordo co a reivindicação 1,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende:

introduzir pelo menos uma dos primeiro grau de metal em pó, segundo grau de metal em pó, ou um terceiro grau de metal em pó em uma terceira porção do molde.

11. Método, de acordo com a reivindicação 5,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante é do primeiro grau de metal em pó e o aglutinante do segundo grau de metal em pó cada individualmente comprehende um metal selecionado do grupo consistindo em cobalto, liga de cobalto, níquel, liga de níquel, ferro, e liga ferro.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante do primeiro grau de metal em pó, e o aglutinante do segundo grau de metal em pó diferem na composição química.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que a porcentagem em peso do aglutinante do primeiro grau de metal em pó difere da porcentagem em peso do aglutinante do segundo grau de metal em pó.

14. Método, de acordo com a reivindicação 5,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal do primeiro material de compósito difere do carboneto de metal do segundo material de compósito em pelo menos um dos, composição química e tamanho de grão de médio.

15. Método, de acordo com a reivindicação 5,

**CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro grau de metal em pó e o segundo que grau de metal em pó individualmente com-

preendem 2 a 40 por cento em peso do aglutinante e 60 a 98 por cento em peso do carboneto de metal em peso total do metal em pó.

16. Método, de acordo com a reivindicação 13,  
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que um do primeiro grau de metal em pó e segundo material de carboneto inclui de 1 a 10 por cento em peso a mais do aglutinante do que o outro do primeiro grau de metal em pó e o segundo grau de metal em pó.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1,  
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende:

introduzir divisões na cavidade para formar as porções.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17,  
CARACTERIZADO pelo fato de que as divisões são diminuídas na  
15 cavidade por um motor, hidráulicos, pneumáticos ou um sole-  
nóide.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17,  
CARACTERIZADO pelo fato de que as divisões formam três ou  
mais porções na cavidade.

20. Método para produzir um artigo de compósito,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que comprehende:

introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma  
primeira sapata de alimentação em uma primeira porção de uma  
cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó de  
25 uma segunda sapata de alimentação em uma segunda porção da  
cavidade, onde o primeiro grau de metal em pó diferir do se-  
gundo grau de metal em pó em pelo menos uma característica;  
e

consolidar o primeiro e segundo grau de metal em pó para formar um compacto.

21. Método, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende:

5 introduzir o primeiro grau de metal em pó da primeira sapata de alimentação em uma terceira porção da cavidade.

22. Método, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende:

10 sinterizar o compacto para formar o artigo de compósito tendo uma primeira região compreendendo um primeiro material de compósito e uma segunda região compreendendo um segundo material de compósito, onde o primeiro material de compósito e o segundo material de compósito diferem em pelo 15 menos uma característica.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro e o segundo materiais de compósito individualmente compreendem partículas duras em um aglutinante, onde as partículas duras independentemente compreendem pelo menos um de um carboneto, um nitreto, um boreto, um silicíeto, um óxido, e soluções sólidas destes e o aglutinante compreende pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro, rutênio, paládio, e ligas destes.

25 24. Método, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a característica é pelo menos uma característica selecionada do grupo consistindo em composição, tamanho de grão, módulos de elasticidade, dureza,

resistência ao uso, resistência à fratura, resistência à tração, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.

25. Método, de acordo com a reivindicação 20,  
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro grau de metal em pó e o segundo grau de metal em pó individualmente compreendem um carboneto de metal e um metal aglutinante.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25,  
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o metal do carboneto de metal do primeiro grau de metal em pó e o metal do segundo grau de metal em pó são individualmente selecionados do grupo consistindo em titânio, cromo, vanádio, zircônio, háfnio, molibdênio, tântalo, tungstênio e nióbio.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26,  
15 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal é carboneto de tungstênio.

28. Método, de acordo com a reivindicação 20,  
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma das, primeira sapata de alimentação ou da segunda sapata de alimentação comprehende pelo menos duas seções de alimentação.

29. Método, de acordo com a reivindicação 20,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende:

introduzir um terceiro grau de metal em pó na cavidade.

25 30. Método, de acordo com a reivindicação 20,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o artigo de compósito é um suplemento de corte, suplemento de perfuração, suplemento de fresagem, suplemento de roscamento, suplemento de entalha-

mento, suplemento de torneamento, broca de pá, suplemento de broca de pá, ou fresa de topo boleada.

31. Método, de acordo co a reivindicação 20,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende:

5 introduzir pelo menos um dos, primeiro grau de metal em pó, segundo grau de metal em pó, ou um terceiro grau de metal em pó em uma terceira porção do molde.

32. Método, de acordo com a reivindicação 23,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante do primeiro material de compósito e o aglutinante do segundo material de compósito cada individualmente comprehende um metal selecionado do grupo consistindo em cobalto, liga de cobalto, níquel, liga de níquel, ferro, rutênio, paládio, e liga ferro.

10 33. Método, de acordo com a reivindicação 32,  
15 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante do primeiro material de compósito e o aglutinante do segundo material de compósito diferem na composição química.

20 34. Método, de acordo com a reivindicação 25,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que a porcentagem em peso do aglutinante do primeiro grau de metal em pó difere da porcentagem em peso do aglutinante do segundo grau de metal em pó.

25 35. Método, de acordo com a reivindicação 34,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal do primeiro grau de metal em pó difere do carboneto de metal do segundo grau de metal em pó em pelo menos um dos, composição química e tamanho de grão de médio.

36. Método, de acordo com a reivindicação 25,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro grau de metal em

pó e o segundo grau de metal em pó individualmente compreendem 2 a 40 por cento em peso do aglutinante e 60 a 98 por cento em peso do carboneto de metal.

37. Método, de acordo com a reivindicação 36,  
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que um dos, primeiro grau de metal em pó e segundo material de carboneto inclui 1 a 10 por cento em peso a mais do aglutinante do que o outro do primeiro grau de metal em pó e o segundo grau de metal em pó.

38. Método, de acordo com a reivindicação 20,  
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente comprehende introduzir pelo menos uma divisão no molde para formar as porções.

39. Método, de acordo com a reivindicação 38,  
15 **CARACTERIZADO** pelo fato de que as divisões são diminuídas na cavidade por pelo menos um dos, um motor, hidráulicos, pneumáticos ou um solenóide.

40. Suplemento de compósito para uma ferramenta giratória modular, **CARACTERIZADO** pelo fato de que comprehende:

20 pelo menos uma região central e uma região de periferia, onde a região central comprehende um primeiro material de compósito e a região de periferia comprehende um segundo material de compósito, onde o primeiro material de compósito difere do segundo material de compósito em pelo 25 menos uma característica.

41. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro e segundo materiais de compósitos individualmente comprehendem

partículas duras em um aglutinante, e as partículas duras independentemente compreende pelo menos um dos, um carboneto, um nitreto, um boreto, um siliceto, um óxido, e soluções sólidas destes e o aglutinante compreende pelo menos um metal selecionado de cobalto, níquel, ferro, rutênio, paládio, e ligas destes.

42. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a característica é pelo menos uma característica selecionada do grupo consistindo em composição, tamanho de grão, módulos de elasticidade, dureza, resistência ao uso, resistência à fratura, resistência à tração, resistência à corrosão, coeficiente de expansão térmica, e coeficiente de condutividade térmica.

43. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro material de compósito e o segundo material de compósito individualmente compreendem um carboneto de metal em um aglutinante.

44. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o metal do carboneto de metal do primeiro material de compósito e o metal do carboneto de metal do segundo material de compósito são individualmente selecionados de titânio, cromo, vanádio, zircônio, háfnio, molibdênio, tântalo, tungstênio e nióbio.

45. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a região central é autogenamente ligada à região de periferia por uma matriz dos aglutinantes.

46. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante do primeiro material de compósito e o aglutinante do segundo material de compósito cada individualmente compreende um metal selecionado do grupo consistindo em cobalto, liga de cobalto, níquel, rutênio, paládio, liga de níquel, ferro, e liga ferro.

47. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aglutinante do primeiro material de compósito e o aglutinante do segundo material de compósito diferem em composição química.

48. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porcentagem em peso do aglutinante do primeiro material de compósito difere da porcentagem em peso do aglutinante do segundo material de compósito.

49. O suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal do primeiro material de compósito difere do carboneto de metal do segundo material de compósito em pelo menos um dos, composição química e tamanho de grão de médio.

50. O suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro material de compósito e o segundo material de compósito individualmente compreendem 2 a 40 por cento em peso do aglutinante e 60 a 98 por cento em peso do carboneto de metal.

51. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o suplemento

de compósito é um dos, fresa de topo boleada, suplemento de fresagem, suplemento de broca de pá, suplemento de perfuração, ou uma broca de pá.

5 52. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de elasticidade do primeiro material de compósito na região central difere do módulo de elasticidade do segundo material de compósito na região de periferia.

10 53. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um das, dureza e resistência ao uso do primeiro material de compósito na região central difere do segundo material de compósito na região de periferia.

15 54. Suplemento de compósito, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o carboneto de metal é um carboneto de tungstênio.

20 55. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 55, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um dos, primeiro material de compósito e segundo material de compósito compreende partículas de carboneto de tungstênio tendo um tamanho de grão médio entre 0,3 e 10 µm.

25 56. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 55, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um dos, primeiro material de compósito e segundo material de compósito compreende partículas de carboneto de tungstênio tendo um tamanho de grão médio de 0,5 a 10µm e o outro do primeiro material de compósito e segundo material de compósito compreende partículas de carboneto de tungstênio tendo um tama-

nho de partícula médio de 0,3 a 1,5 $\mu\text{m}$ .

57. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 48, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um dos, primeiro material de compósito e segundo material de compósito inclui 1 a 10 por cento em peso a mais do aglutinante do que o outro do primeiro material de compósito e segundo material de compósito.

58. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de elasticidade do primeiro material de compósito difere dos módulos de elasticidade do segundo material de compósito.

59. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 58, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de elasticidade do primeiro material de compósito na região central é 15 620,52 X  $10^6$  a 655,00 X  $10^6$  kPa e o módulo de elasticidade do segundo material de compósito na região de periferia é 475,73 X  $10^6$  a 634,31 X  $10^6$  kPa.

60. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um das, 20 dureza e resistência ao uso do primeiro material de compósito difere do segundo material de compósito.

61. Artigo de compósito, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro material de compósito comprehende 6 a 15 por cento em peso de liga de 25 cobalto e segundo material de compósito comprehende 10 a 15 por cento em peso de liga de cobalto.

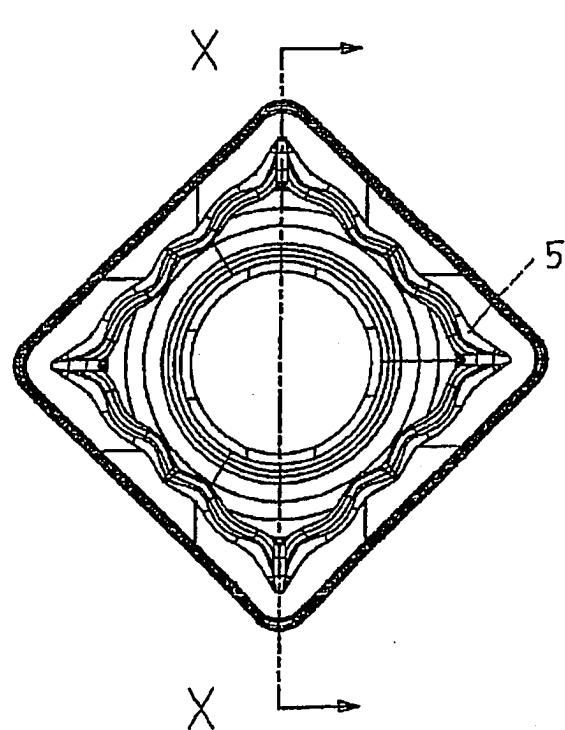
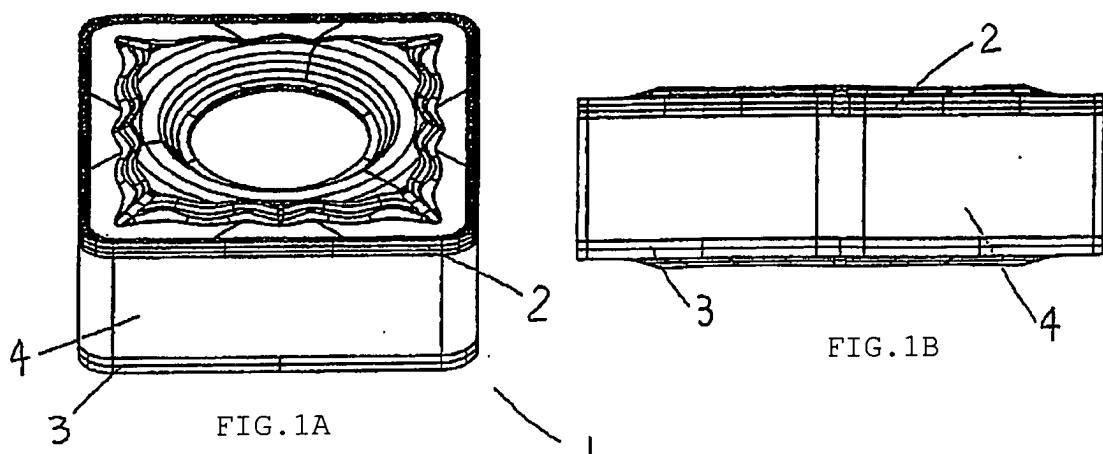


FIG. 1C

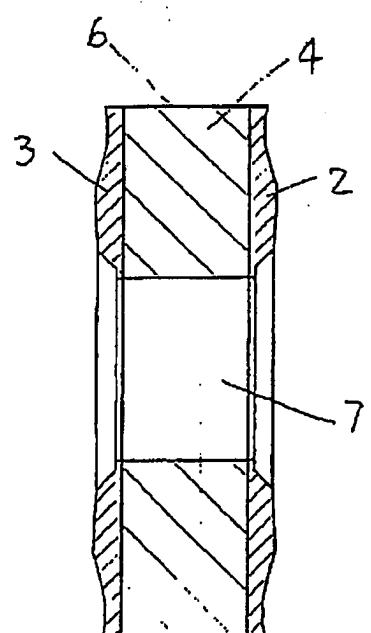


FIG. 1D

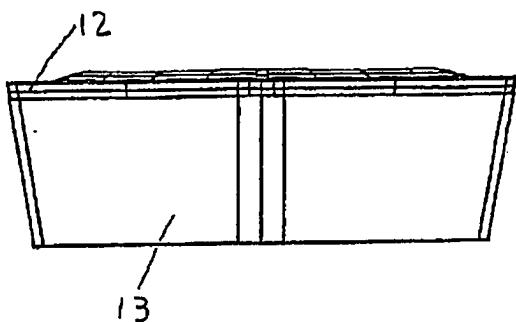
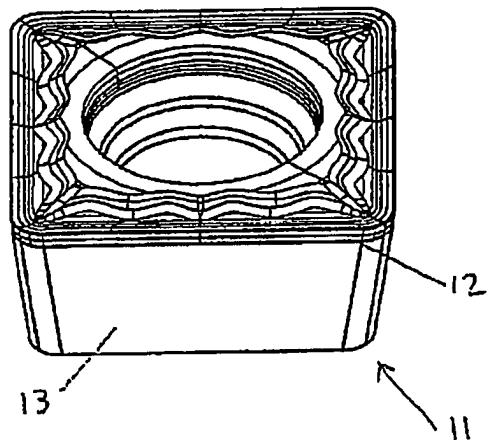
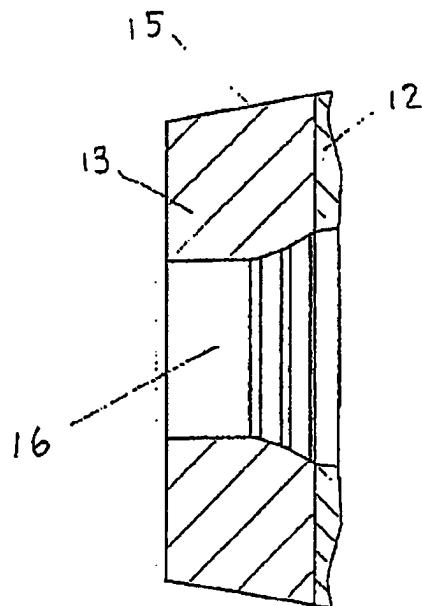
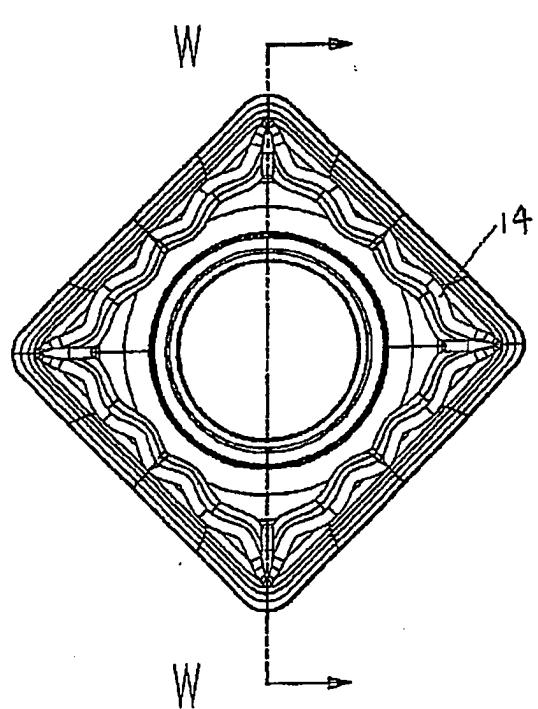
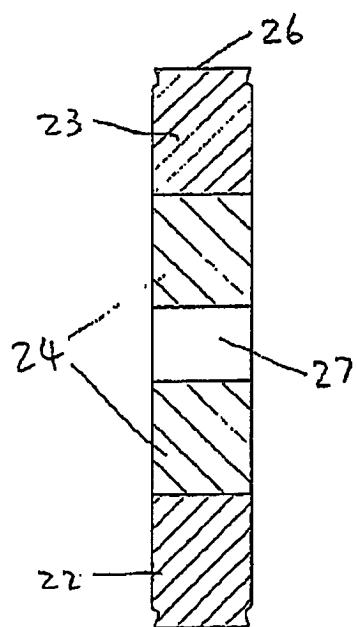
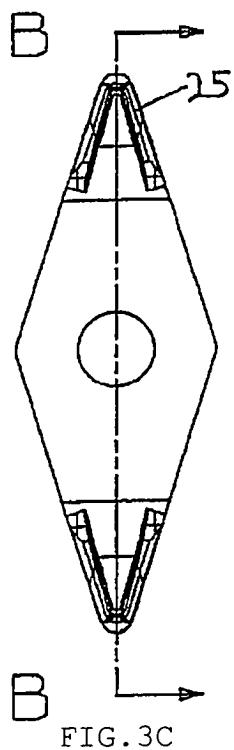
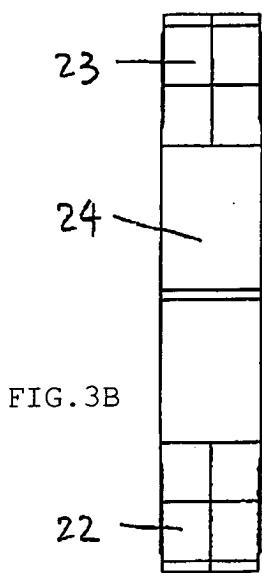
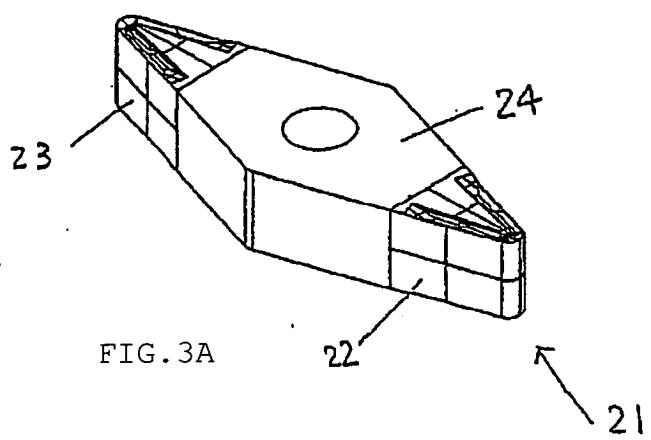


FIG. 2A

FIG. 2B





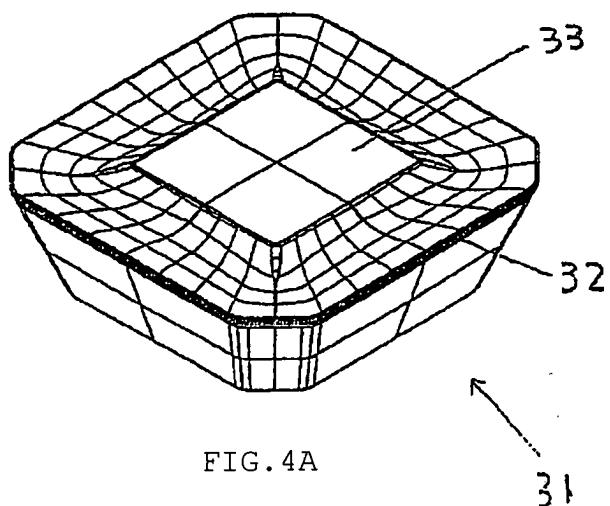


FIG. 4A

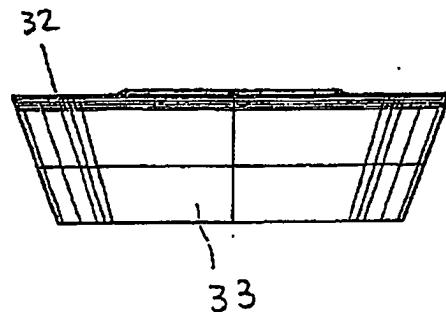


FIG. 4B

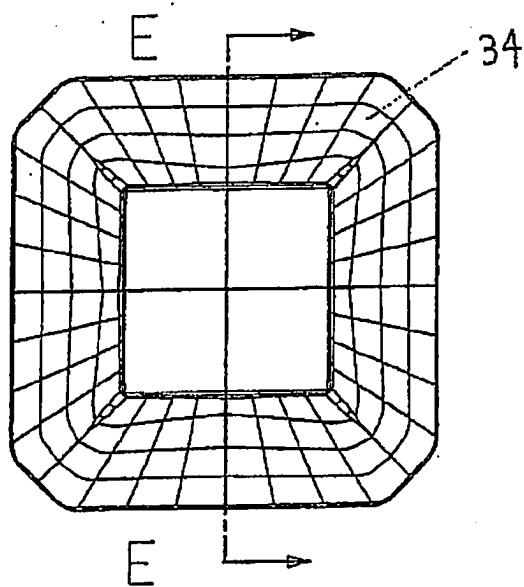
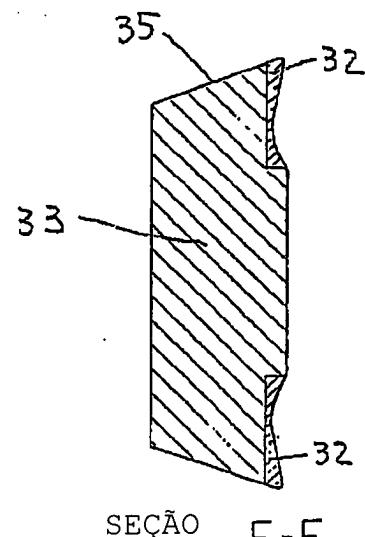
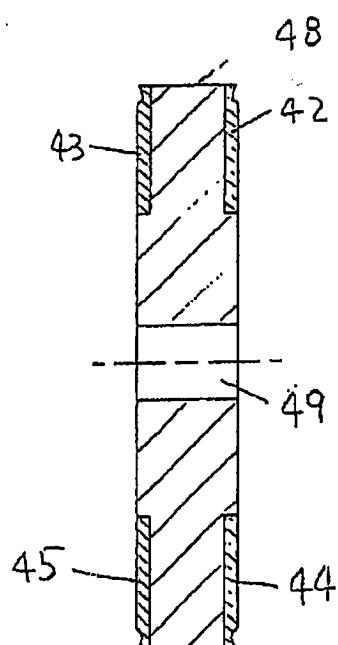
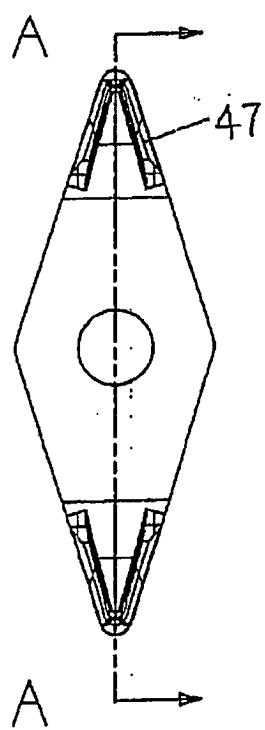
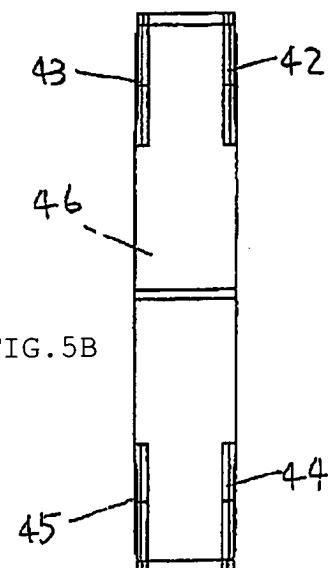
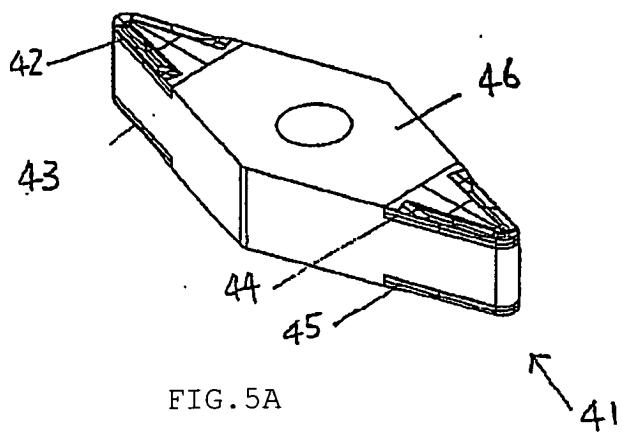


FIG. 4C



SEÇÃO E-E

FIG. 4D



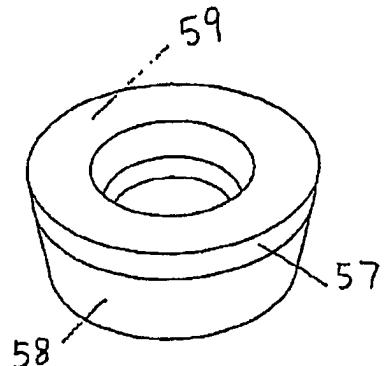
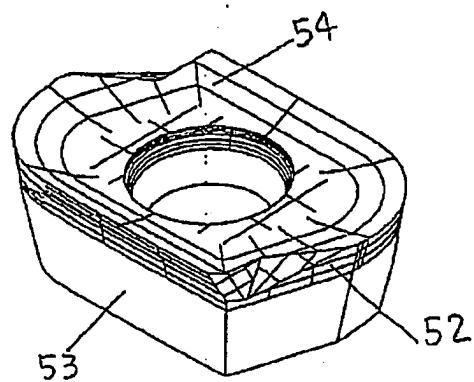
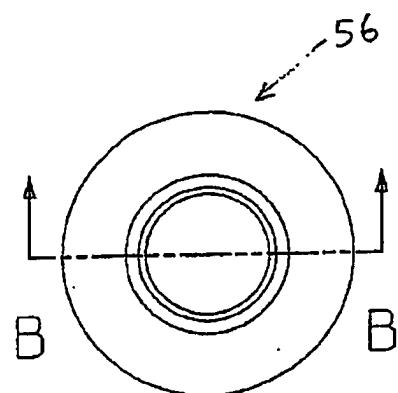
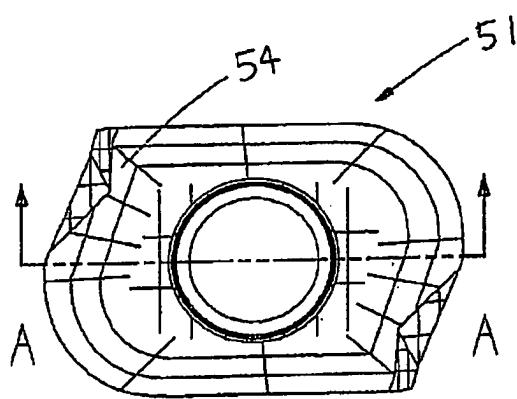
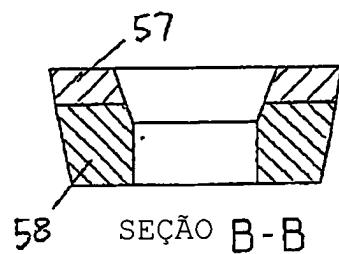
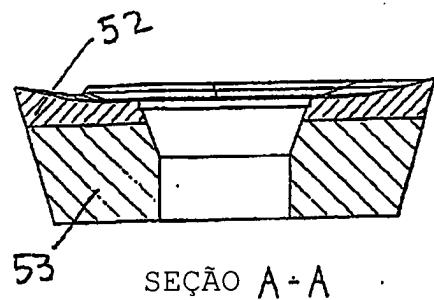


FIG. 6

FIG. 7

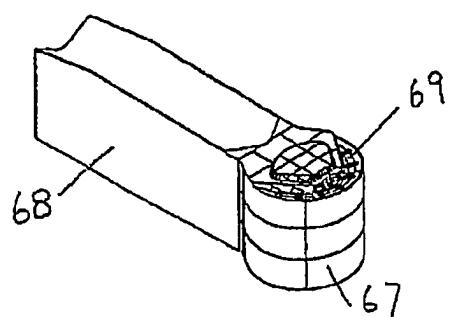
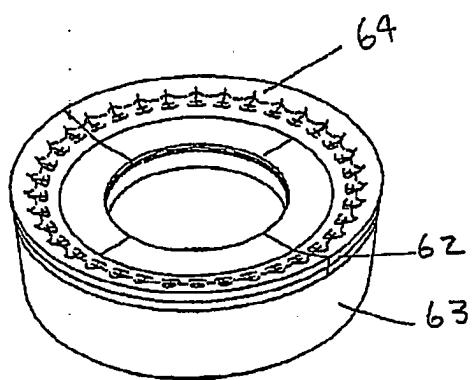
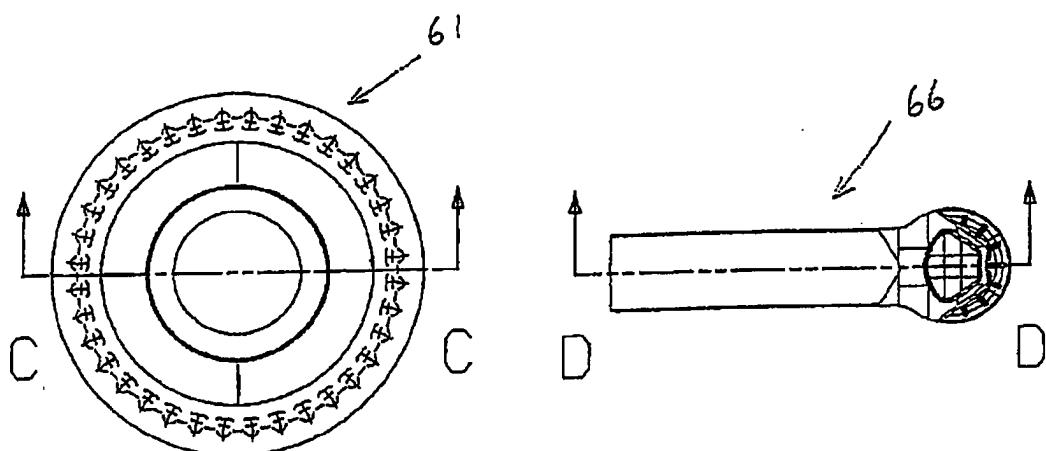
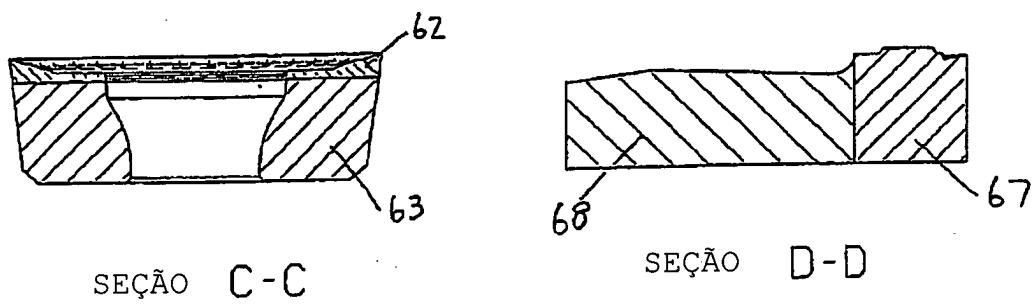


FIG. 8

FIG. 9

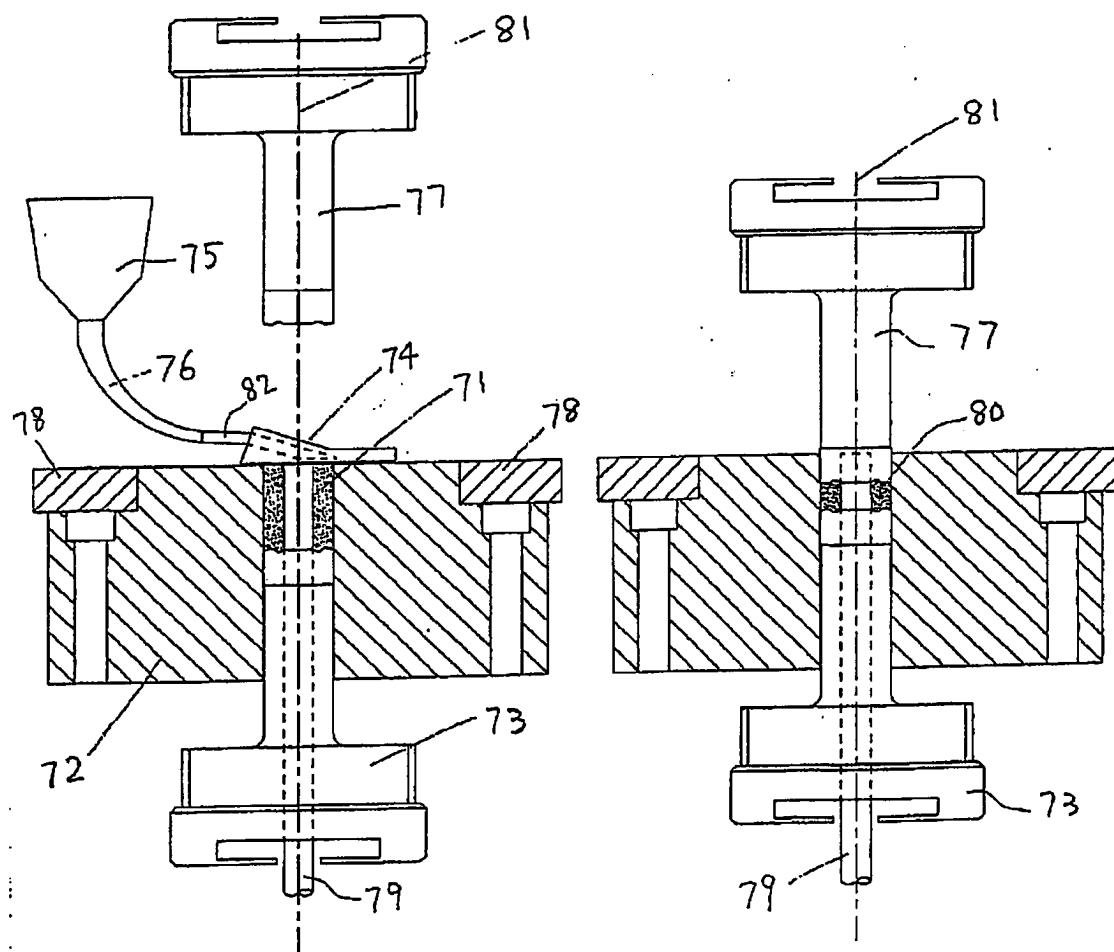


FIG. 10A

FIG. 10B

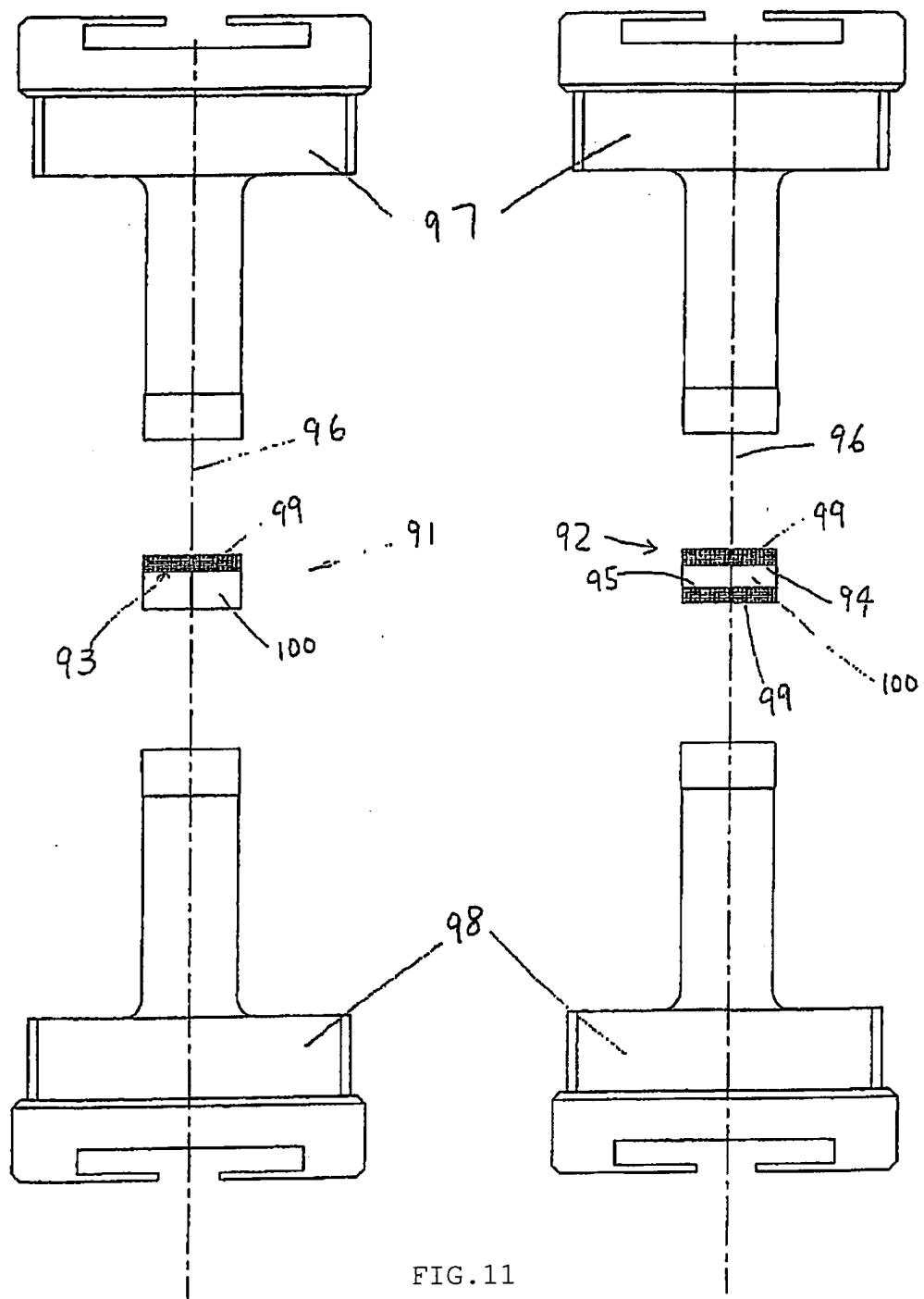


FIG.11

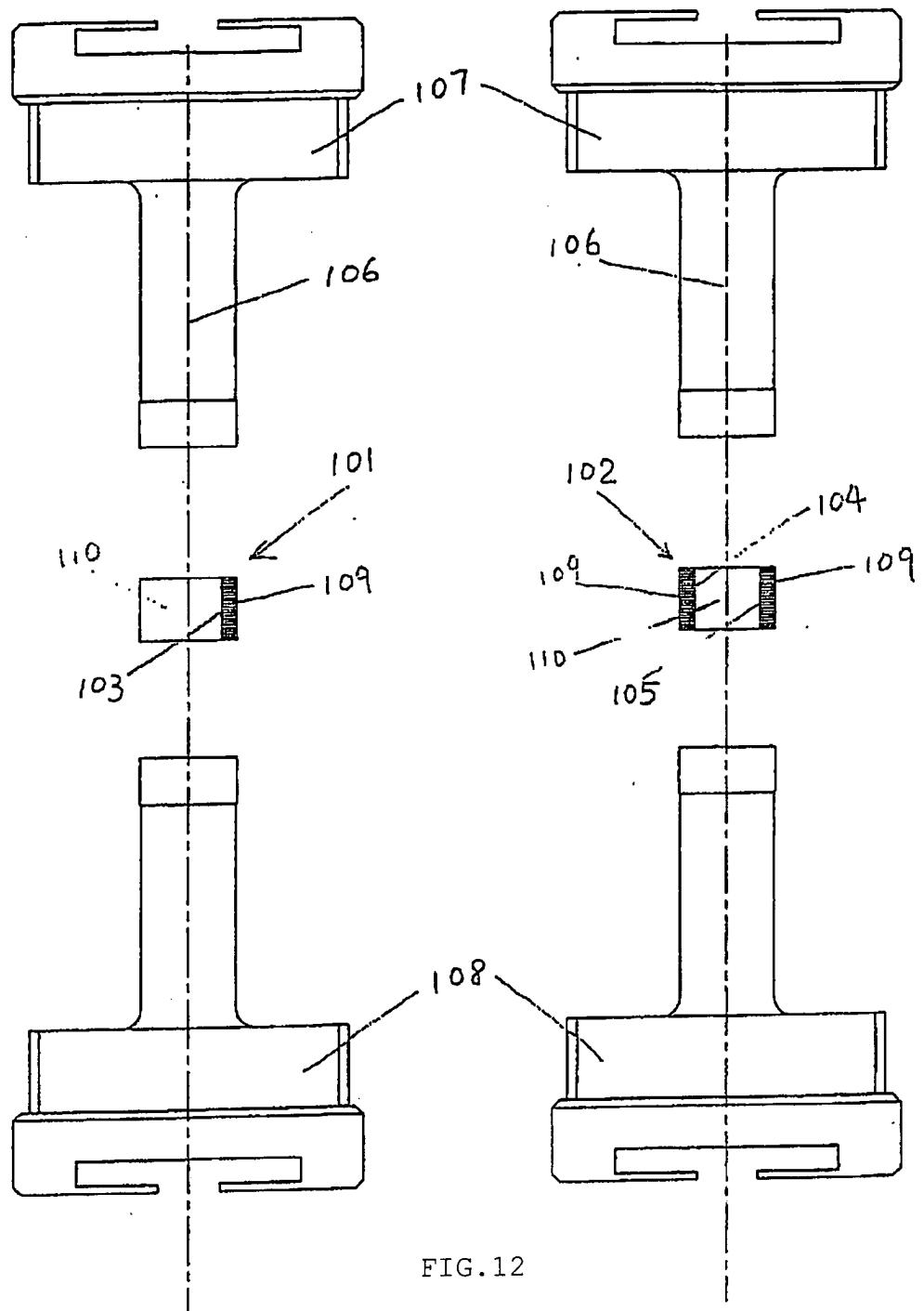


FIG. 12

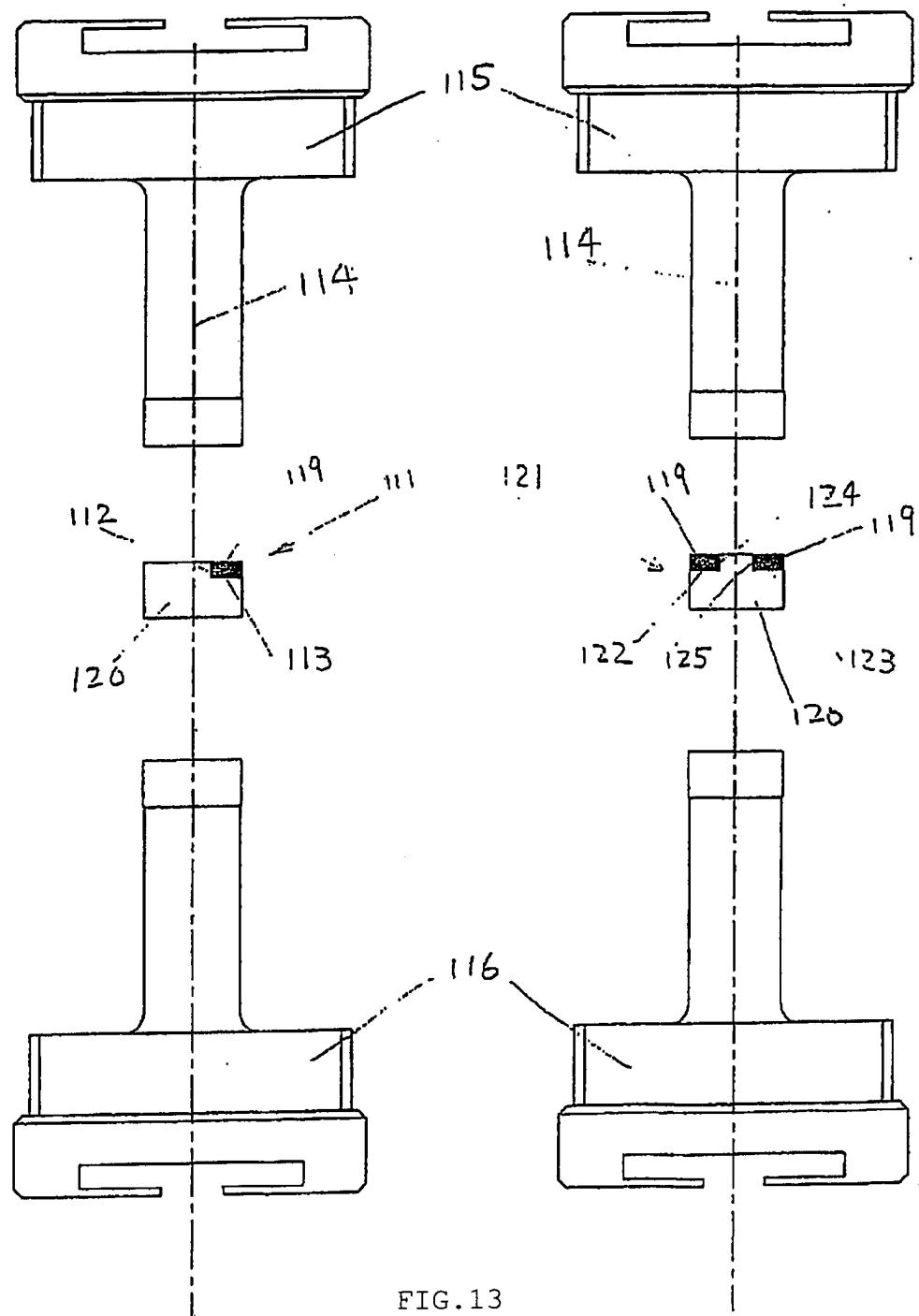
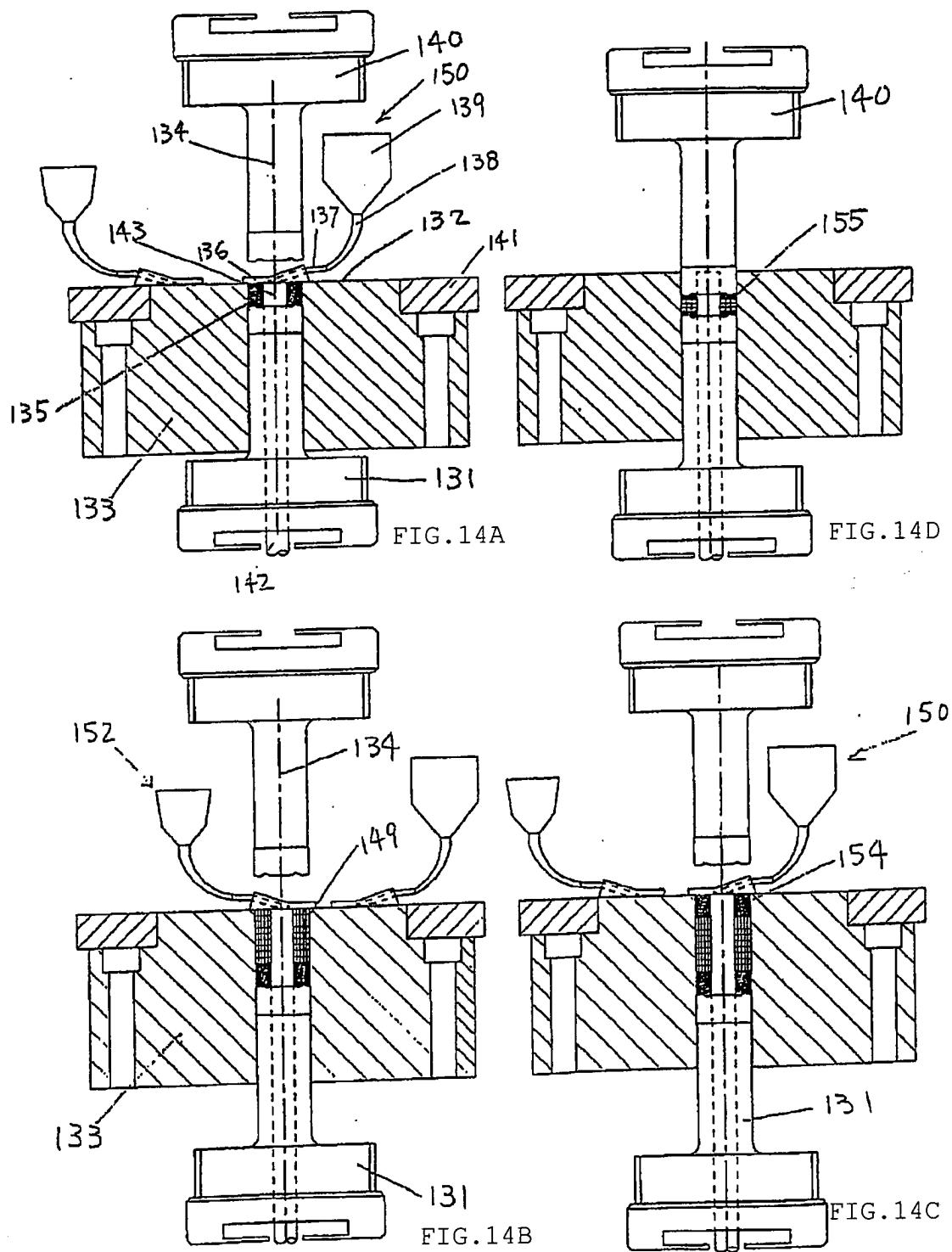
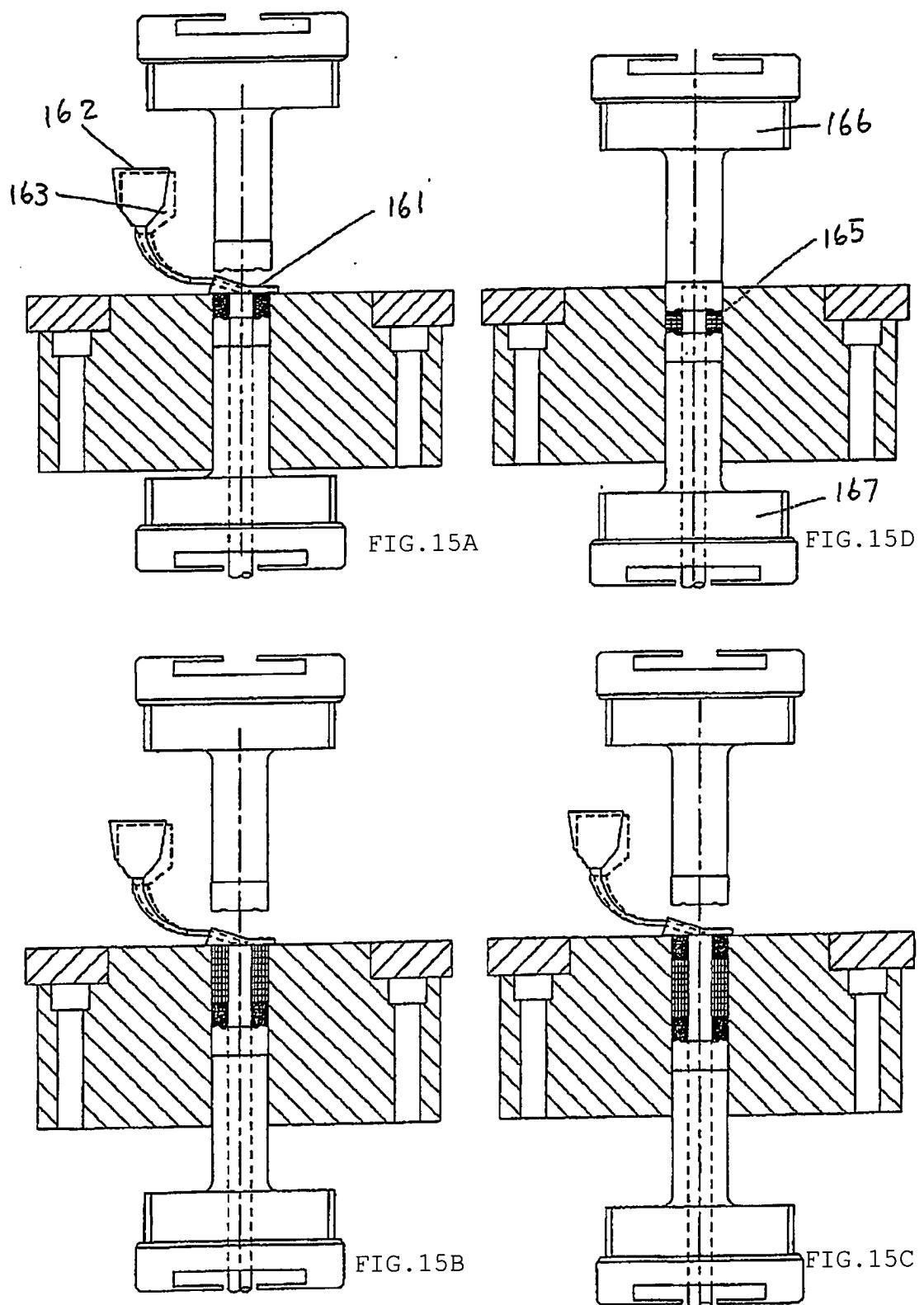
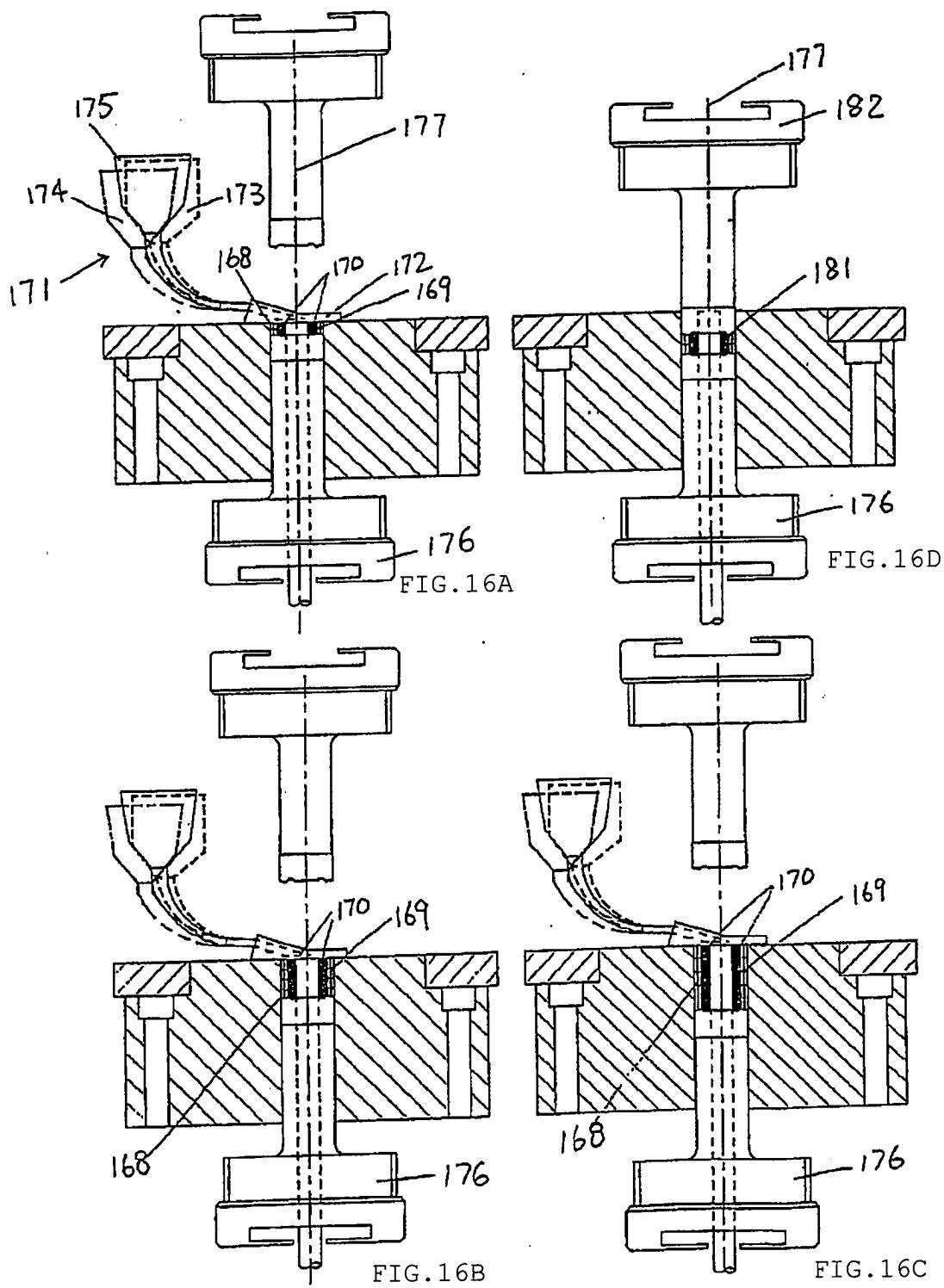


FIG.13







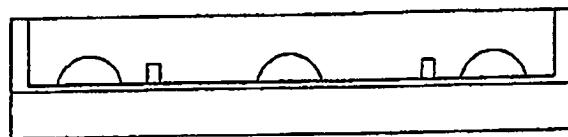


FIG. 17A

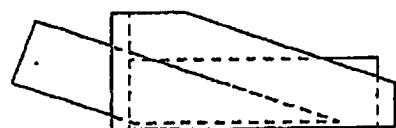


FIG. 17B

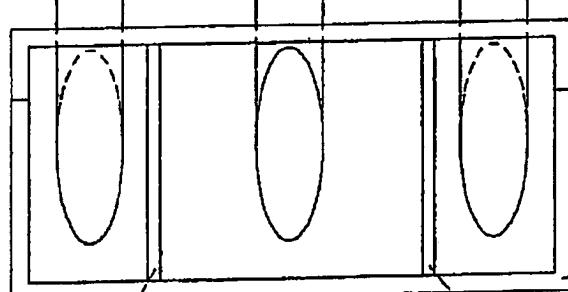


FIG. 17C

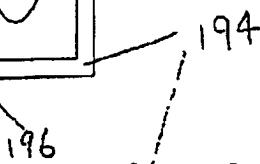
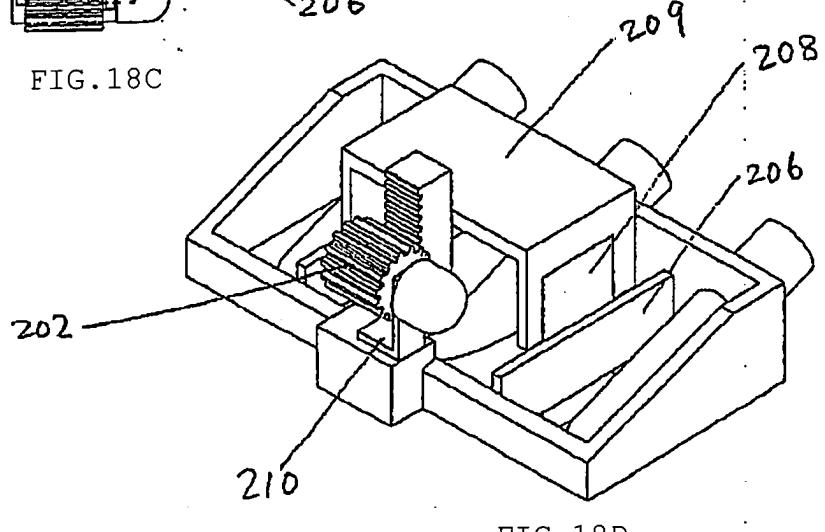
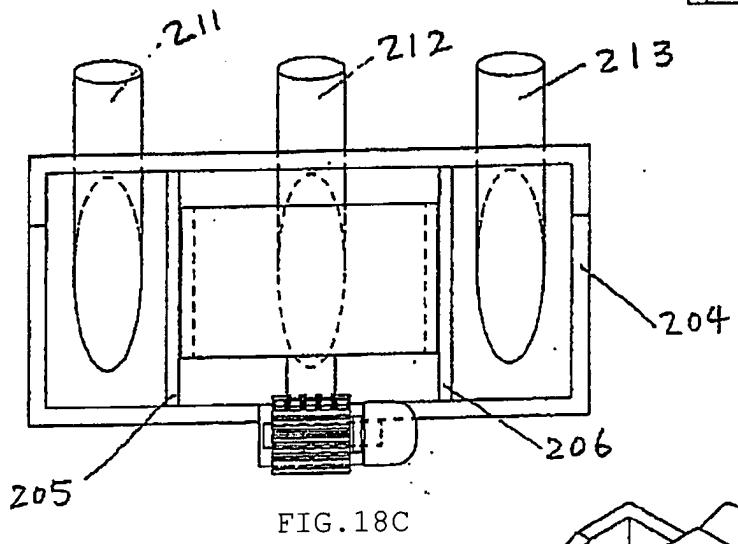
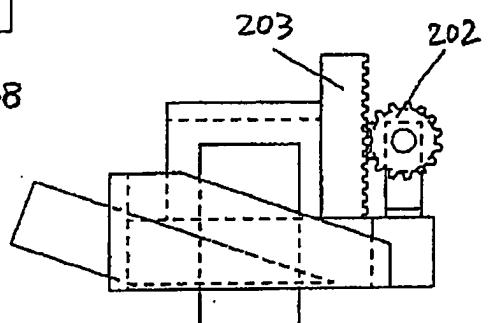
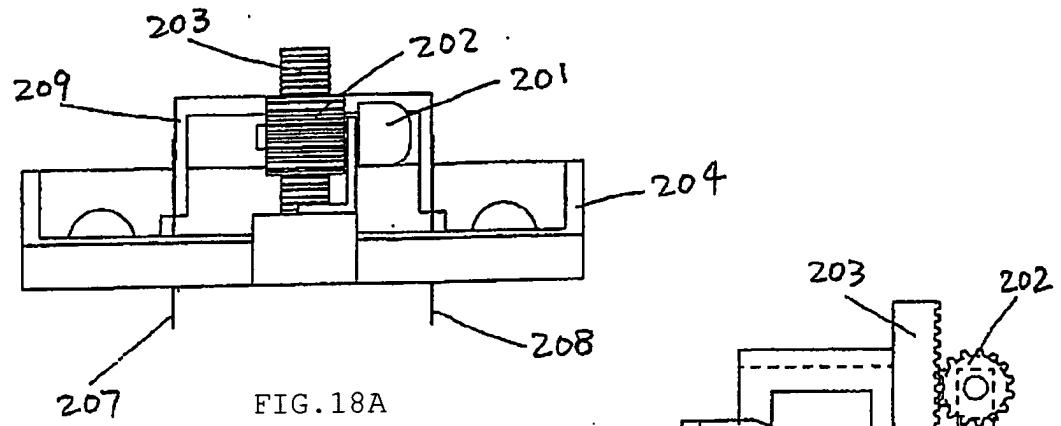


FIG. 17D



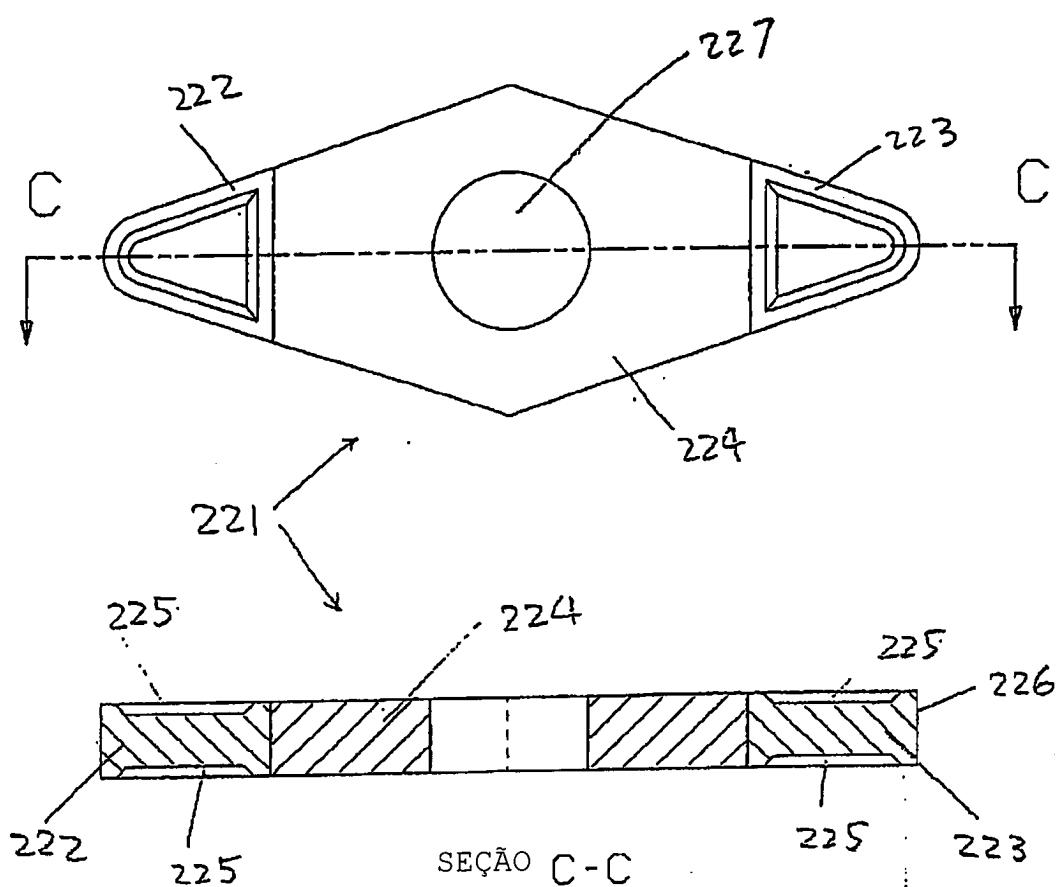


FIG.19

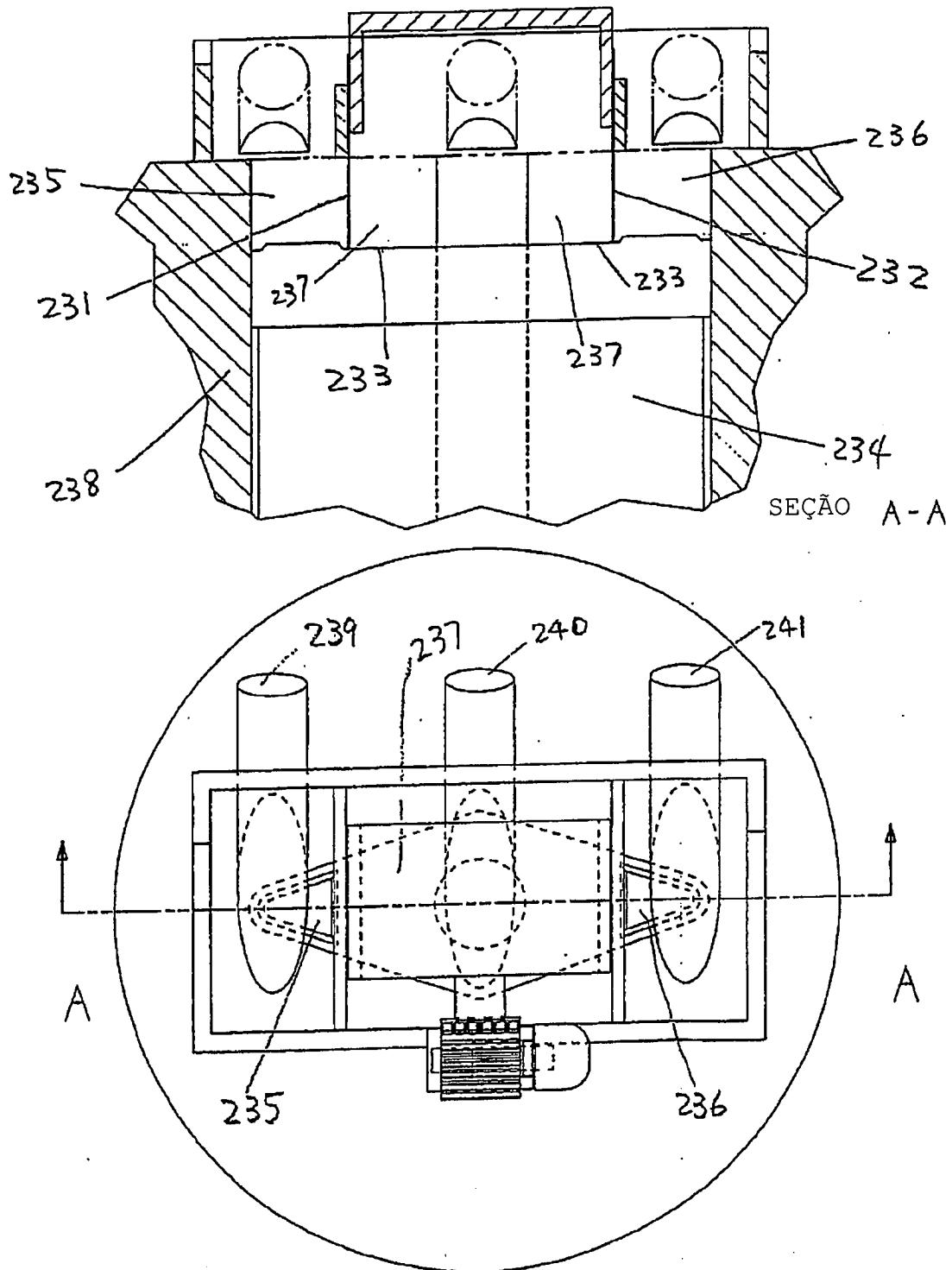


FIG.20

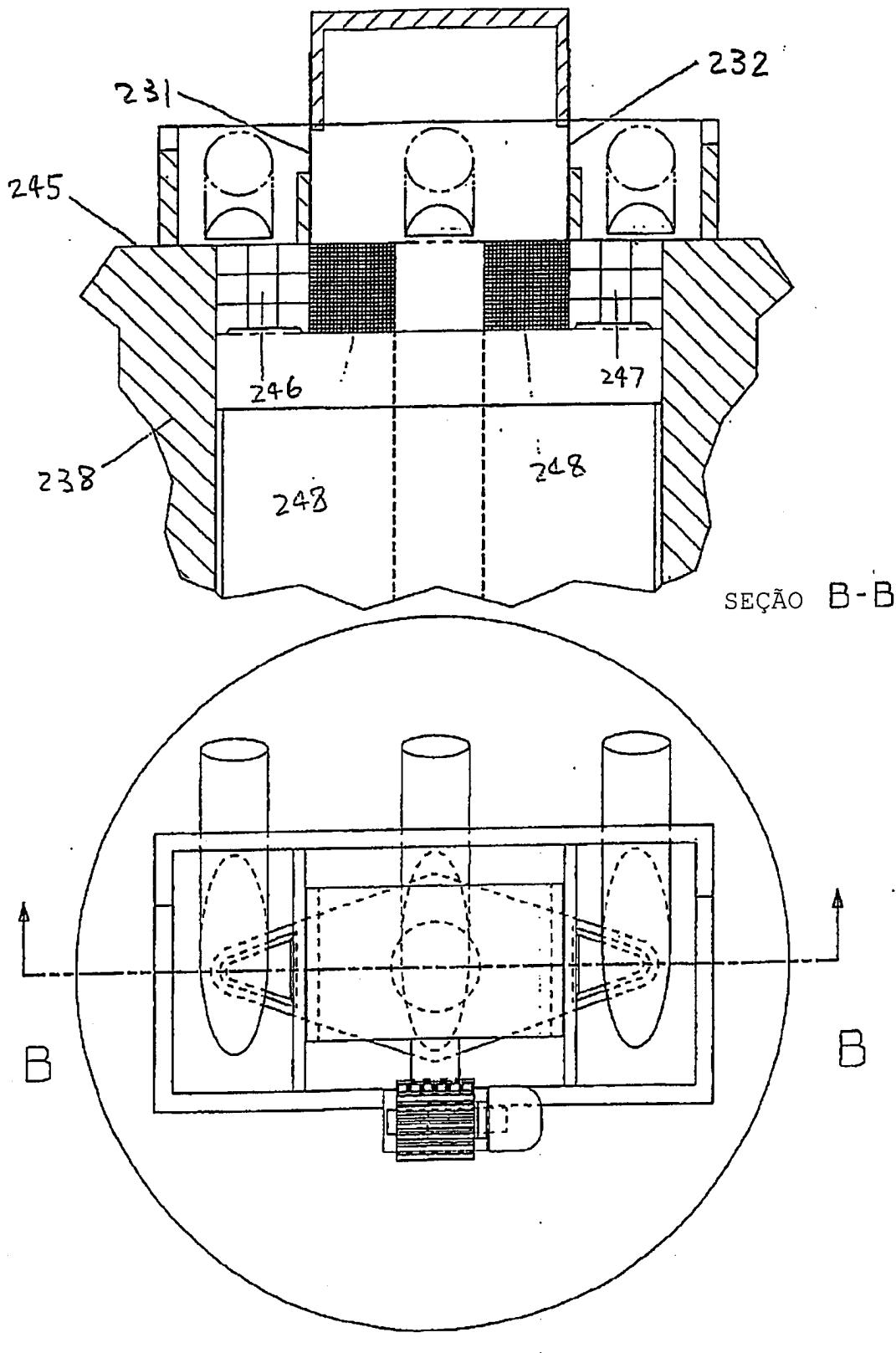
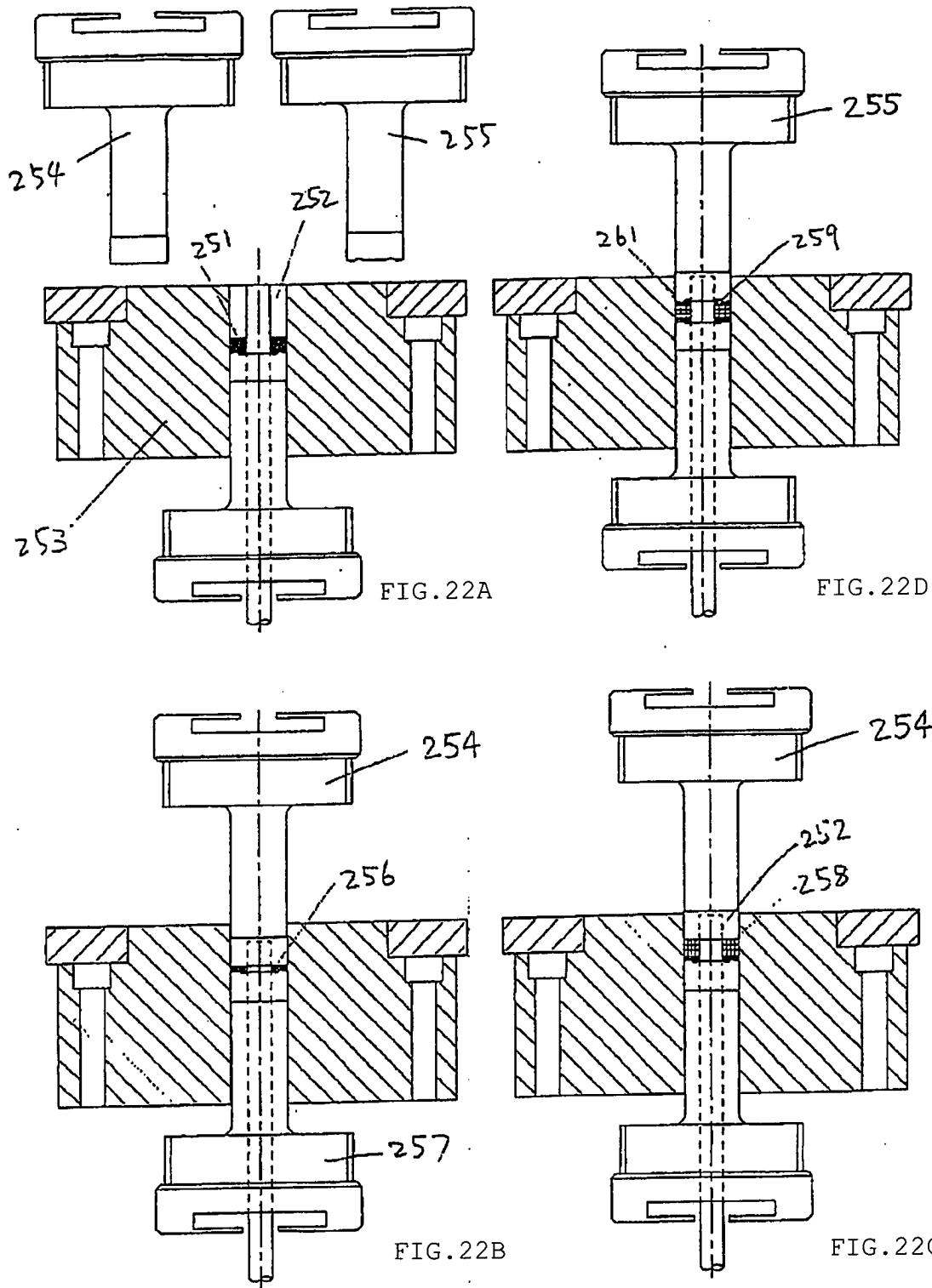
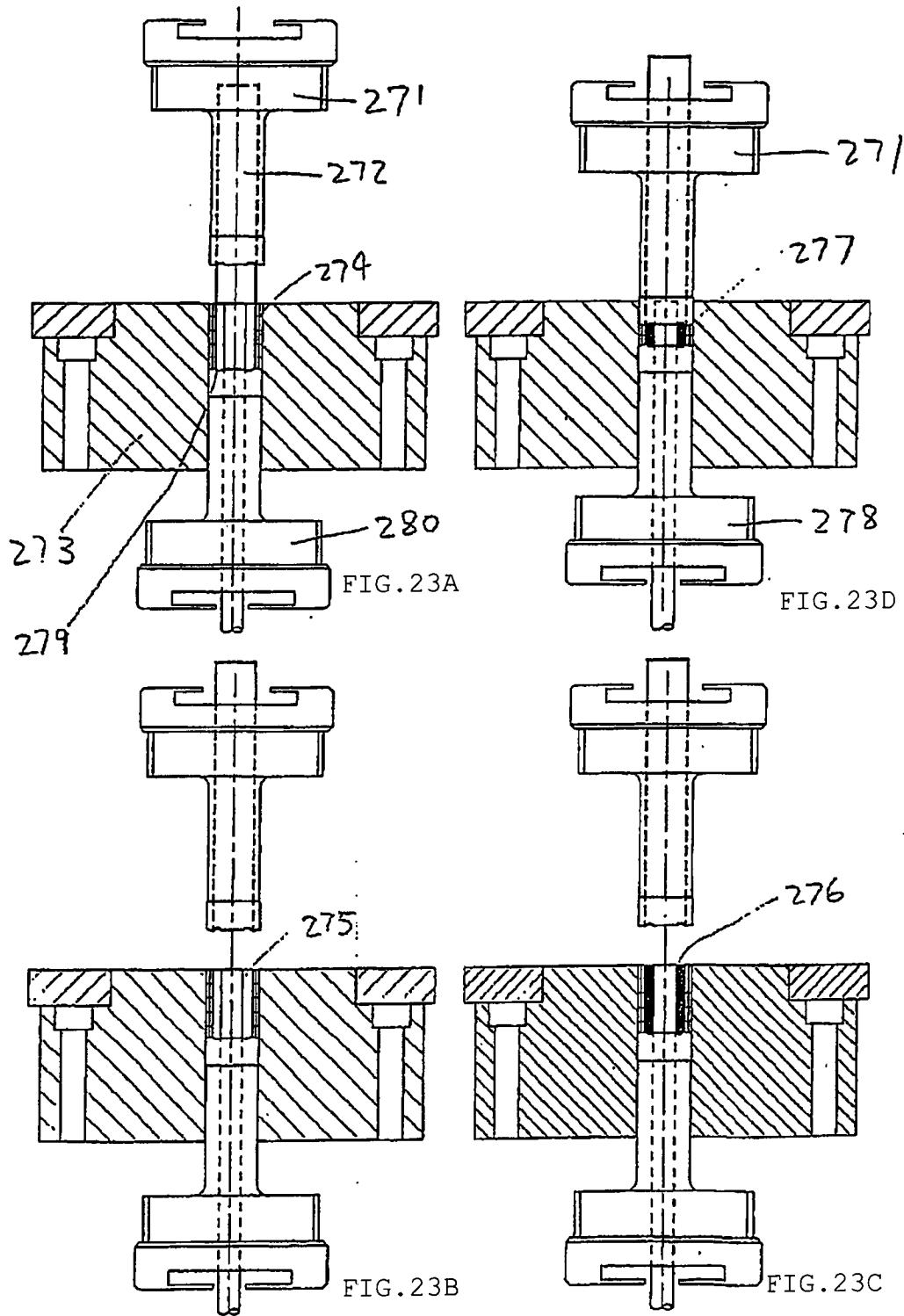


FIG. 21





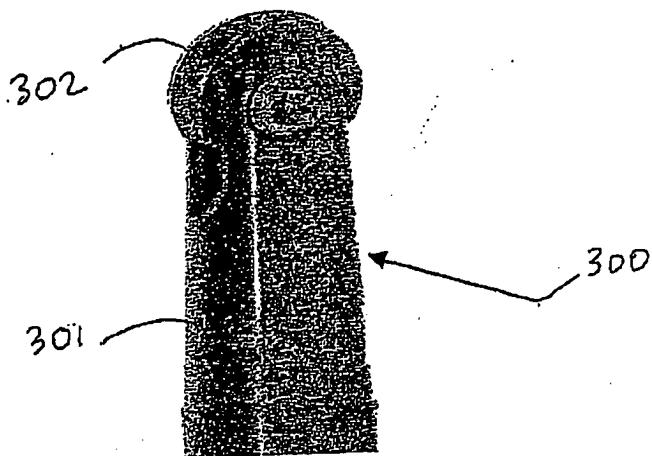


FIG. 24A

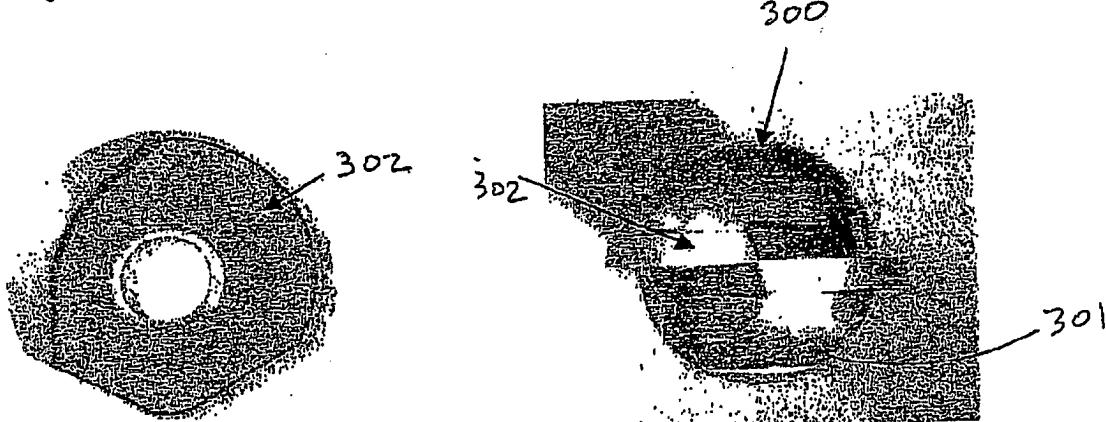


FIG. 24B

FIG. 24C

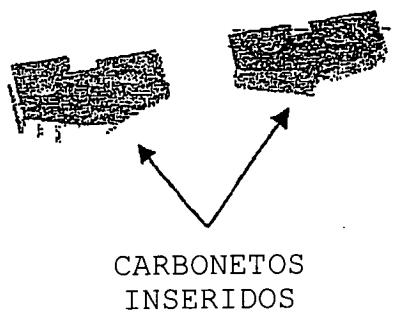
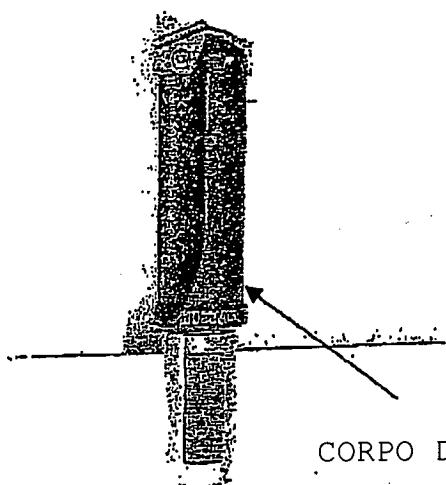


FIG.25B

FIG.25A

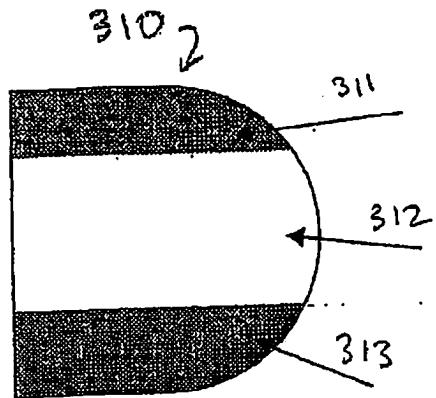


FIG. 26A

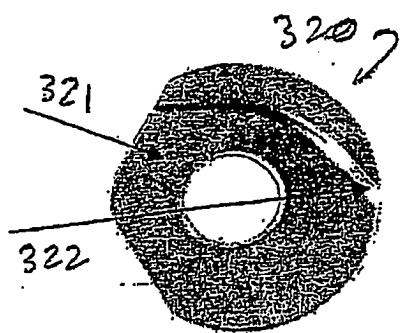


FIG. 26B

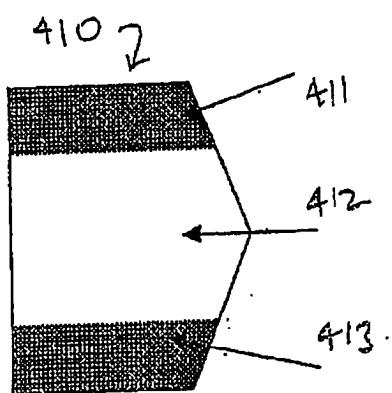


FIG. 27A

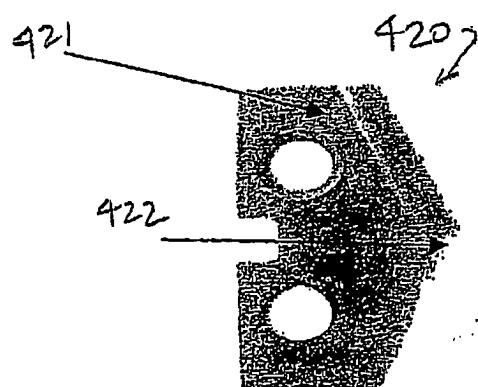
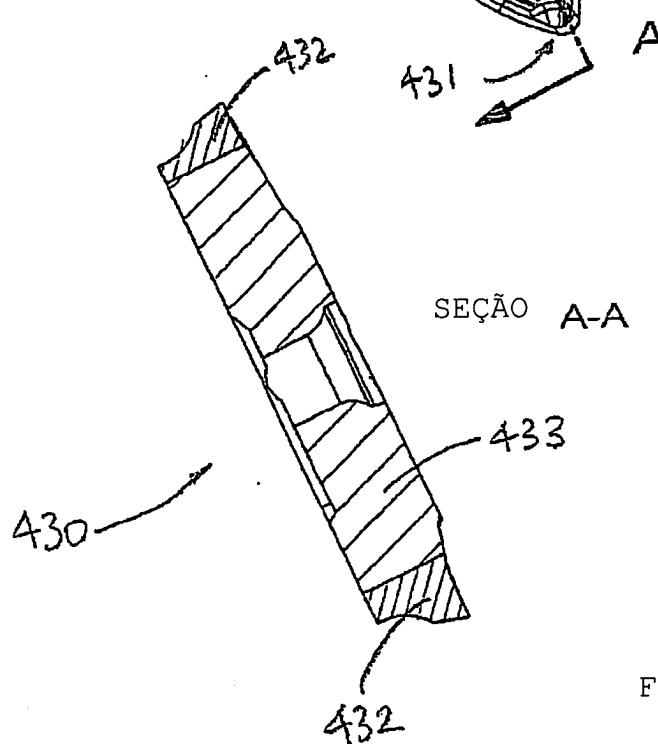
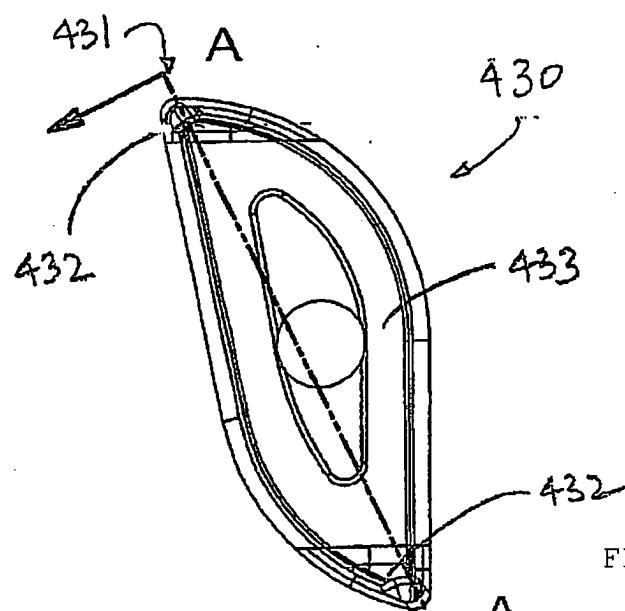


FIG. 27B



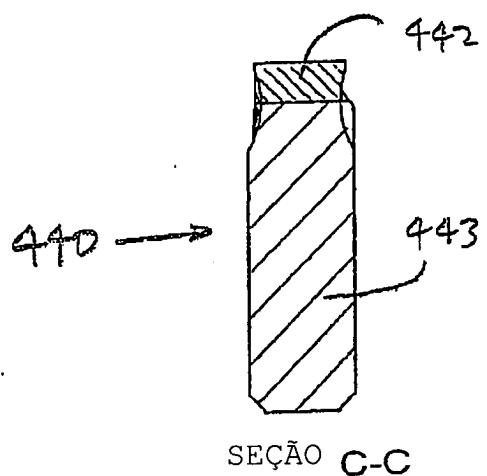
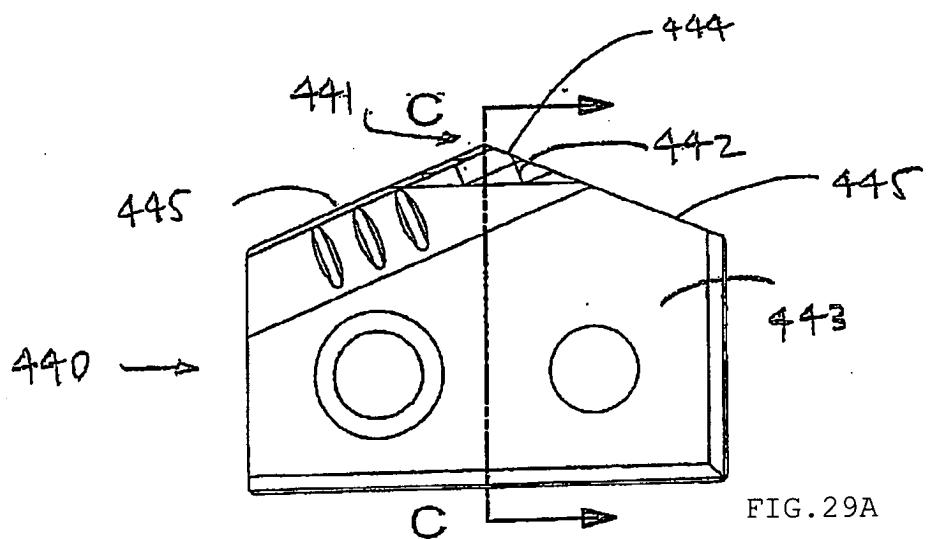
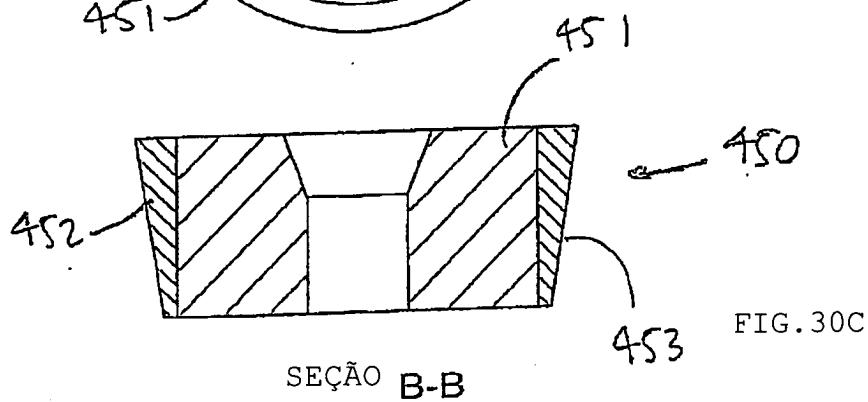
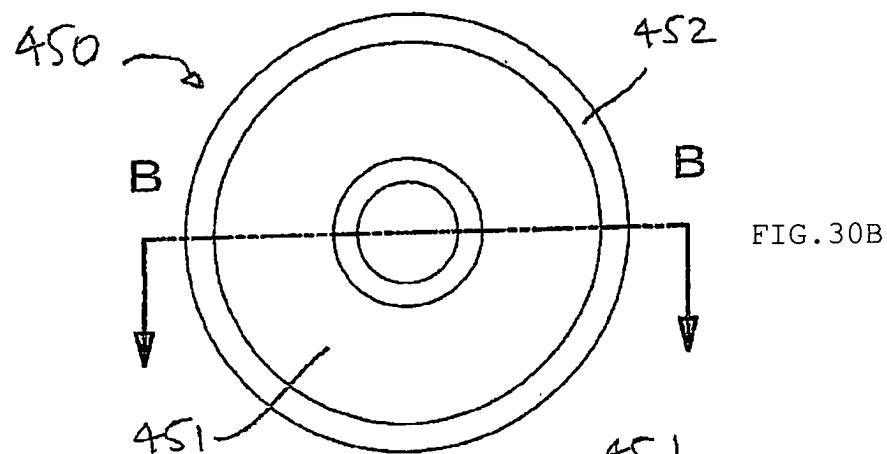
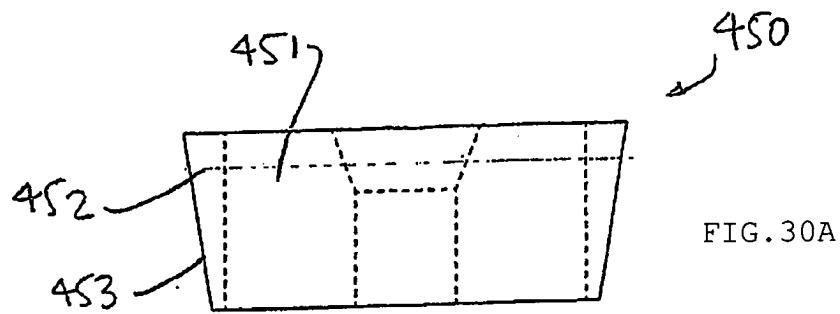


FIG. 29B



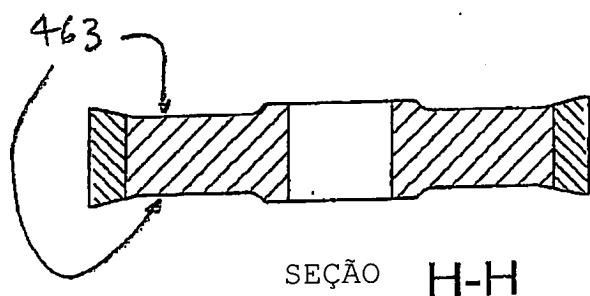
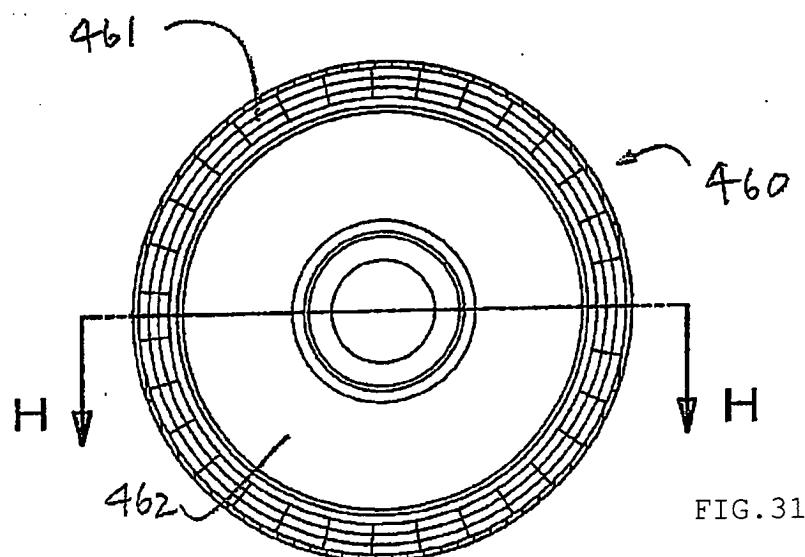
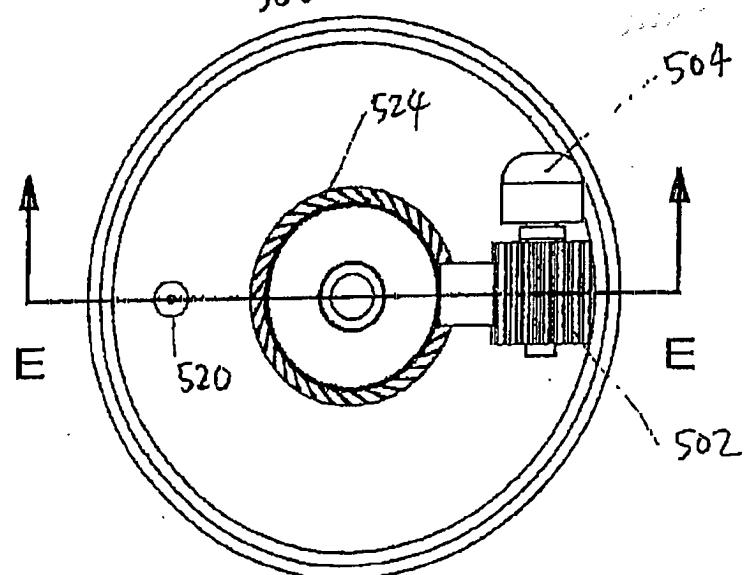
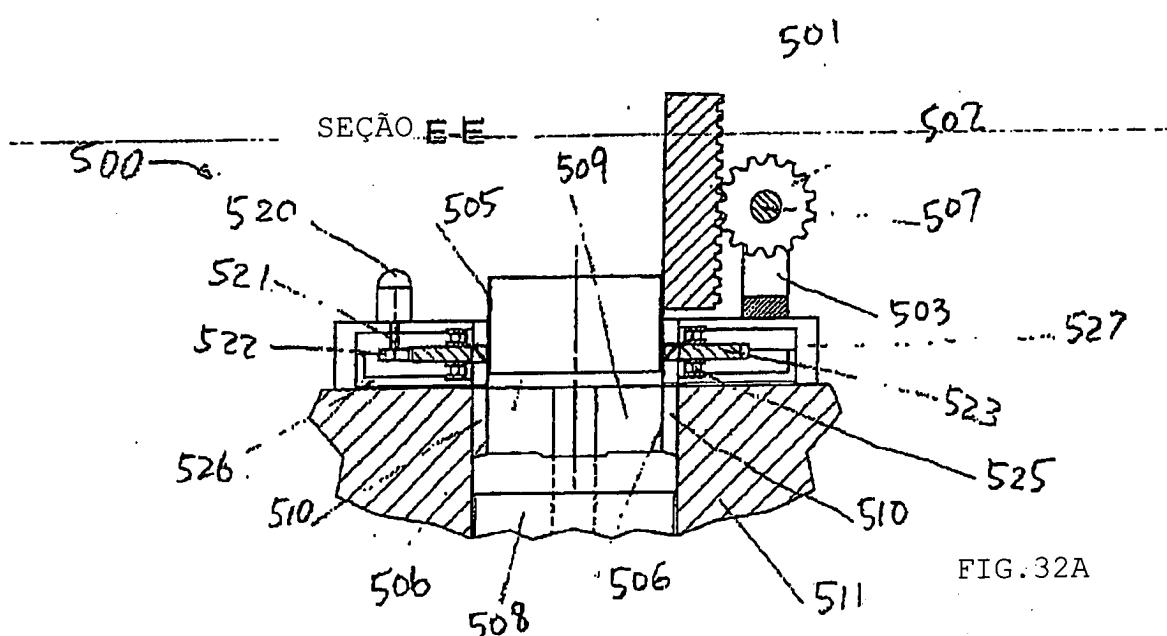


FIG. 31B



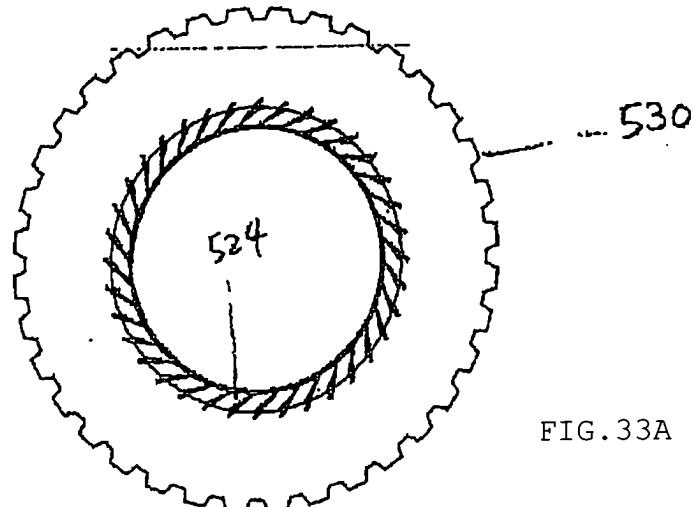


FIG. 33A

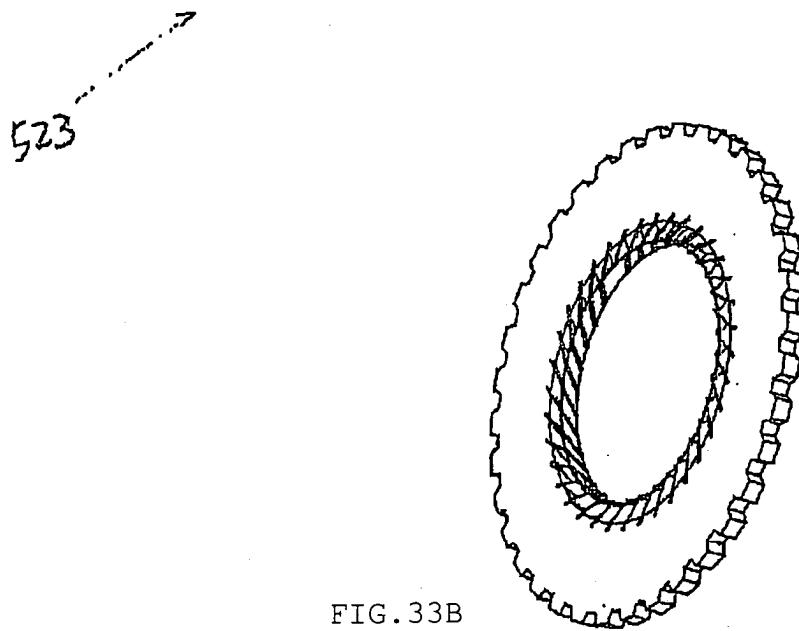


FIG. 33B

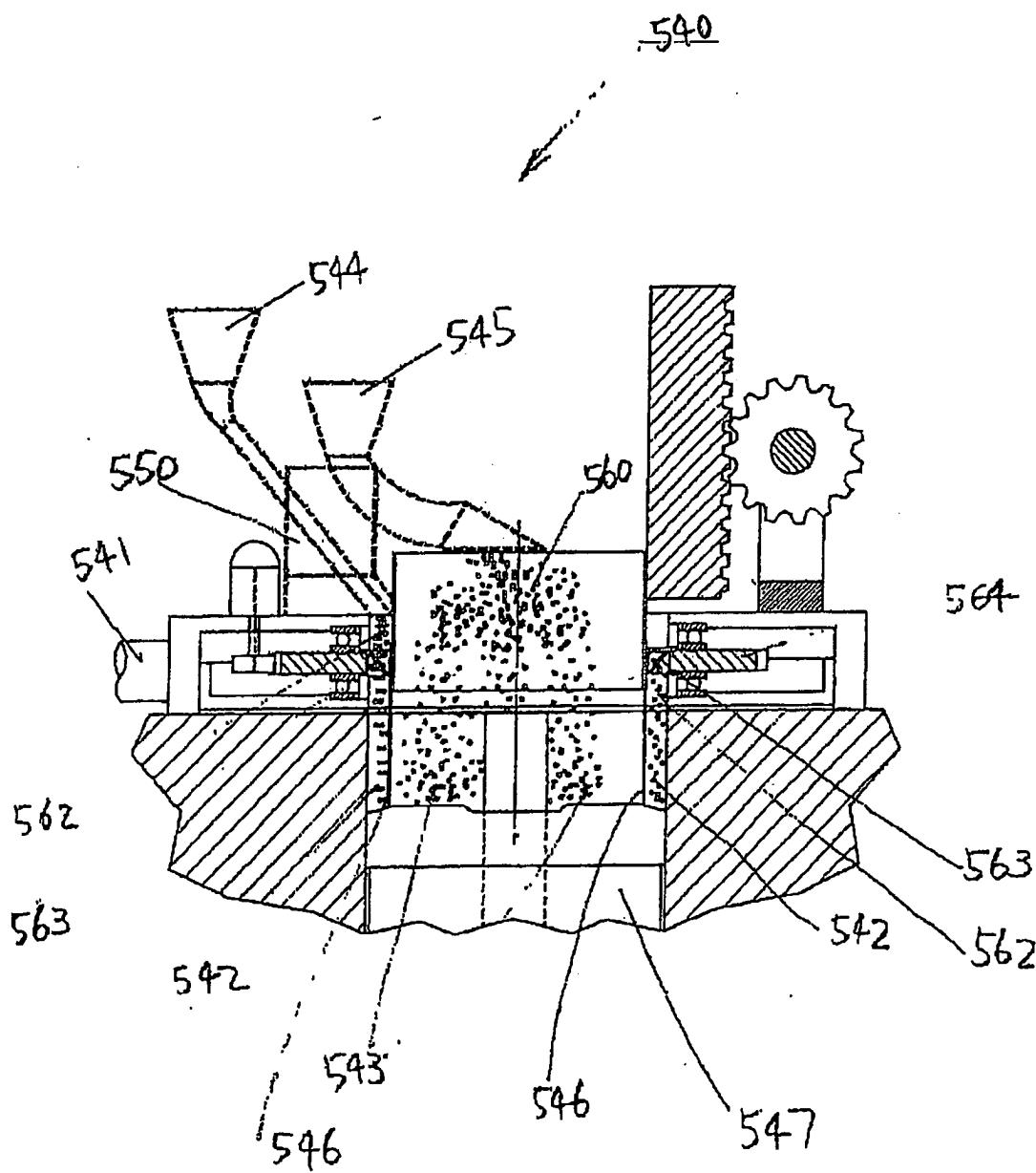


FIG. 34A

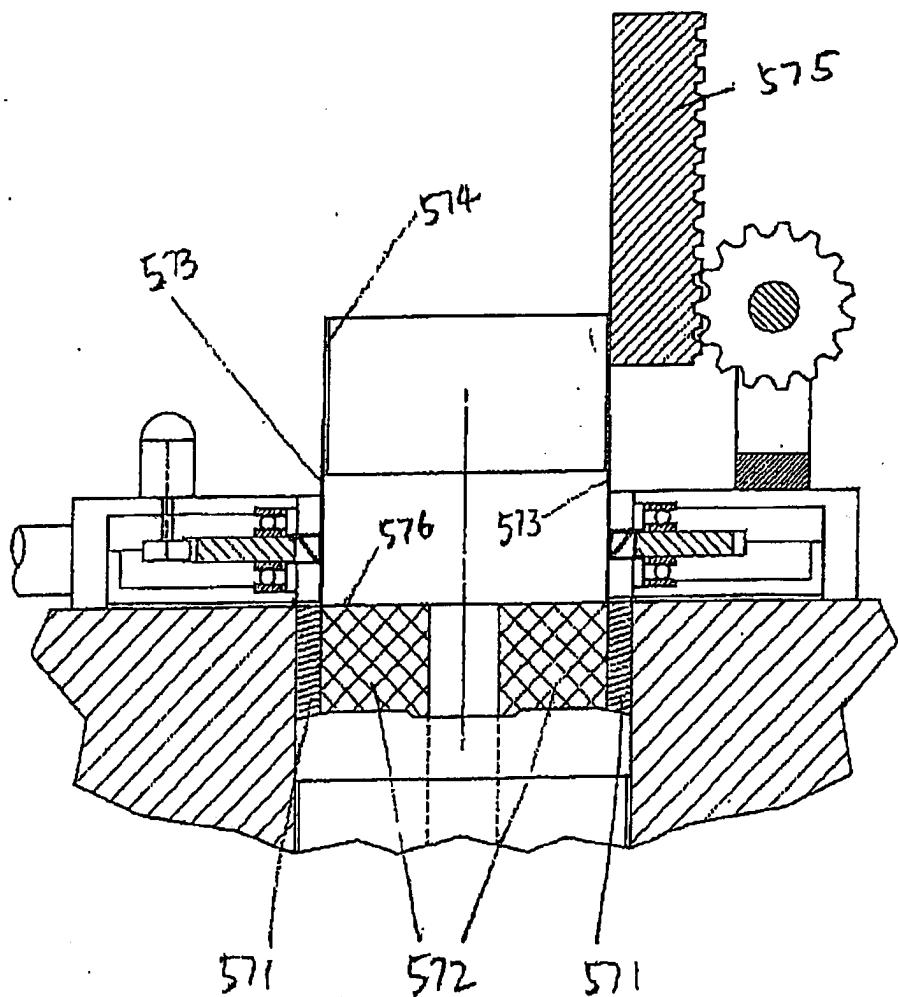


FIG. 34B

RESUMO

"SUPLEMENTOS DE CORTE DE COMPÓSITO E MÉTODOS DE  
FABRICAÇÃO DO MESMO"

As modalidades da presente invenção incluem métodos para produzir um artigo de compósito. Um método compreende introduzir um primeiro grau de metal em pó de uma sapata de alimentação em uma primeira porção de uma cavidade em uma matriz e um segundo grau de metal em pó da sapata de alimentação em uma segunda porção da cavidade, onde o primeiro grau de metal de em pó difere do segundo grau de metal em pó em composição química ou tamanho de partícula. Outros métodos são também fornecidos. As modalidades da presente invenção também compreendem suplementos de compósitos para operações de remoção de material. Os suplementos de compósitos podem compreender uma primeira região e uma segunda região, onde a primeira região compreende um primeiro material de compósito e a segunda região compreende um segundo material de compósito.