



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0717459-4 B1



(22) Data do Depósito: 11/10/2007

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: FERRAMENTA DE CORTE

(51) Int.Cl.: B23G 5/18.

(30) Prioridade Unionista: 18/10/2006 US 11/582,806.

(73) Titular(es): KENNAMETAL INC; YAMAWA MANUFACTURING LTD.

(72) Inventor(es): WILLARD E. HENDERER; STEPHEN M. GEORGE; STEVEN R. BURNS; SADAYUKI AKAKI.

(86) Pedido PCT: PCT US2007081068 de 11/10/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/048843 de 24/04/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2009

(57) Resumo: FERRAMENTA DE CORTE Expõe-se uma ferramenta de corte que inclui um corpo alongado (22) que é dotado de uma extremidade dianteira (26) e uma extremidade traseira (24) . o corpo alongado (22) tem uma parte acanalada (30) que começa próximo e estende-se em uma direção traseira a partir da extremidade dianteira (26). A parte acanalada (30) tem uma canelura (36, 38, 40, 42) que define uma aresta de corte. A canelura apresenta uma face de corte côncava (60), em que a face de corte côncava (60) é definida por um primeiro raio (R1). A canelura apresenta ainda uma superfície de núcleo côncava (66) adjacente à face de corte côncava (60) em que a superfície de núcleo côncava (66) é definida por um segundo raio (R2). A canelura.. apresenta uma superfície de talão convexa (64) adjacente à superfície de núcleo côncava (66) em que a superfície de talão convexa (64) é definida por um quarto raio (R4) .

FERRAMENTA DE CORTE**Antecedentes da Invenção**

A invenção refere-se a uma ferramenta de corte (ou macho de tarraxa de corte) usada para a produção de
5 roscas internas em um substrato. Mais especificamente, a invenção refere-se a uma ferramenta de corte (ou macho tarraxa de corte) que tem a geometria de canelura em espiral (helicoidal), em que o macho de tarraxa de corte de canelura em espiral é produzido a partir de
10 materiais de ferramenta de carboneto de tungstênio cementado.

Os mecanismos e componentes de máquinas que requerem roscas têm uma longa história na tecnologia. Especificamente, a aplicação de roscas como componentes
15 prendedores constitui uma maneira dominante de se unirem partes em conjuntos. Muito embora existam muitas maneiras de gerar roscas, incluindo roscas internas, bem como roscas externas, a experiência mostrou que os machos de tarraxa (ou machos de tarraxa de corte) cons-
20 tituem a maneira favorecida usada para gerar uma rosca interna.

Existem atualmente dois métodos de abertura de rosca básicos usados para gerar roscas internas. O método de abertura de rosca predominante compreende cor-
25 tar material a partir da parede de um furo. O material cortado é então removido para produzir uma rosca em forma de "V" helicoidal. No outro método de rosqueamento básico, material é deslocado para formar uma ros-

ca interna. O método de corte de formação de uma rosca interna requer torque mais baixo do que o método de deslocamento.

5 A exatidão dimensional da forma e dimensão da rosca interna controla a precisão e ajuste da montagem de rosca. Além disso, a velocidade de rosqueamento, isto é, o tempo de produção que leva para cortar a rosca interna, afeta o custo global para produzir uma rosca interna.

10 A configuração e dimensão da rosca interna a ser produzida determina a geometria do macho de tarraxa que pode ser usado. De uma maneira geral, um furo rosqueado interno pode ser ou aberto no fundo para ser um furo passante, ou o furo rosqueado interno pode ser fe-
15 chado no fundo para ser um furo cego.

Os furos rosqueados passantes e os furos rosqueados cegos que têm um diâmetro maior (por exemplo, de uma maneira geral igual ou maior do que 12 milímetros de diâmetro) podem ser rosqueados (ou cortados)
20 com um macho de tarraxa de corte que é dotado de caneluras retas. Um macho de tarraxa de corte de caneluras retas está ilustrado e descrito na publicação de patente do PCT, WO 2004/076108 A2, referente a MACHO DE TARRAXA ROSQUEADO DE CARBONETO CEMENTADO DE PRECISÃO, de
25 Henderer *et al.* Um macho de tarraxa de corte de caneluras retas pode ser usado para cortar furos rosqueados passantes ou furos rosqueados cegos que têm um diâmetro menor (por exemplo, de uma maneira geral menor do que

12 milímetros de diâmetro) em materiais que formam cavacos quebrados, curtos (por exemplo, ferro fundido ou alumínio). Entretanto, um macho de tarraxa de corte de caneluras retas não é eficaz para cortar um furo rosqueado passante ou um furo rosqueado cego que têm um diâmetro menor em materiais que produzem uma aparas contínua (por exemplo, aços dúcteis, tais como, por exemplo, aço AISI 4340). Neste caso, as aparas contínuas geradas a partir da operação de corte encravam-se na canelura do macho de tarraxa de corte de canelura reta e fazem com que o macho de tarraxa de corte se quebre ou de outro modo não funcione em um nível aceitável.

Existem duas soluções de uma maneira geral usadas para esta situação onde as aparas contínuas geradas a partir da operação de corte se agarram na canelura do macho de tarraxa de corte de caneluras retas e fazem com que o macho de tarraxa de corte se quebre ou de outro modo não funcione a um nível aceitável. No caso do corte de furos rosqueados passantes, costuma ser usado um macho de tarraxa de corte aguçado em espiral ou um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral esquerda (quando se corta um hélice de rosca direita) que empurra a aparas na frente do macho de tarraxa de corte evitando assim que a aparas se agarre ou emperre na canelura do macho de tarraxa de corte de caneluras retas. No caso do corte de furos cegos, costuma ser usado um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral direita que puxa as aparas para fora do furo rosqueado,

prevenindo assim que as aparas se agarrem ou emperrem na canelura do macho de tarraxa de corte de caneluras retas.

Atualmente, os machos para tarraxa de caneluras em espiral (também chamados machos para tarraxa de caneluras helicoidais) fabricados a partir de aço-rápido são usados eficazmente para cortar furos rosqueados cegos. Especificações para aço-rápido (ou aço de ferramenta de alta velocidade) encontram-se expostas em ASTM Standard A 600 REV A, intitulado "Standard Specification for Tool Steel High Speed".

Muito embora os machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral de aço-rápido operem para produzir resultados satisfatórios, o carboneto de tungstênio cementado (por exemplo, carboneto de tungstênio cementado ao cobalto) é um material preferido em relação aos aços-rápidos para manufaturar uma ferramenta de corte, tal como um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral. Esta preferência é devida ao material de carboneto de tungstênio cementado possuir mais propriedades ótimas do que o aço-rápido, tais como dureza mais alta e estabilidade sob alta temperatura, incluindo a capacidade de reter a dureza sob altas temperaturas. Tipicamente, as ferramentas de corte manufaturadas a partir de carboneto cementado (por exemplo, carboneto de tungstênio cementado ao cobalto) podem ser usadas sob velocidades de corte que são pelo menos três vezes mais altas do que as ferramentas de corte manufaturadas

a partir de aço-rápido ou de "alta velocidade". Além disso, as ferramentas de corte manufaturadas a partir de carboneto cementado (por exemplo, carboneto de tungstênio cementado ao cobalto) exibem tipicamente uma vida de ferramenta útil que é mais longa do que a vida de ferramenta útil de uma ferramenta de corte manufaturada a partir de aço-rápido ou de "alta velocidade".

Desenvolveram-se e usaram-se machos de tarraxa de corte de carboneto cementado com caneluras retas, pontas em espiral e caneluras em espiral esquerdas a alta velocidade para cortar furos rosqueados. Entretanto, os machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral direita de carboneto cementado que têm os traçados de canelura são como aqueles comumente usados para machos de tarraxa de corte de aço-rápido estão sujeitos a formação de aparas quando rosqueiam furos rosqueados de pequeno diâmetro. Estes machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral direita apresentam arestas de corte e arestas no talão da canelura que são propensos a formação de aparas devido aos pequenos ângulos incluídos na interseção das caneluras e flancos de rosca nestes locais. A formação de aparas resulta na quebra do macho de tarraxa de corte ou (no mínimo) em uma incapacidade do macho de tarraxa de corte funcionar em um nível ótimo.

Na literatura de patentes existem diferentes conceitos empregados para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral (helicoidal). Sob este aspecto, a

publicação do pedido de patente U.S. No. 2004/0247406 Al de Malagino, descreve um macho de tarraxa com caneluras helicoidais com superfícies de canelura de temperatura de vapor e superfícies de rosca revestidas de PVD. A publicação de pedido de patente No. 2003/0138302 Al de Newmark descreve um macho de tarraxa de caneluras helicoidais incorporado com um dispositivo que promove a chanfradura do furo. A publicação de pedido de patente U.S. No. 2003/0118411 Al de Flynn descreve um macho de tarraxa de caneluras espirais com um ângulo de hélice que varia ao longo do comprimento do macho de tarraxa. A patente inglesa No. 700.843 de Haycock descreve um macho de tarraxa de caneluras em espiral que foi esmerilhado de forma tal que a face extrema dianteira de cada cheio é aliviado axialmente ou de perfil constante segundo um ângulo. A publicação de patente do PCT WO 02/087813 Al de Oknestam descreve um macho de tarraxa de caneluras helicoidais com rompedores de apara incorporados com as superfícies das caneluras.

WIPO 02/28578 A3 (April 11, 2002) de George descreve uma broca com caneluras em espiral com uma forma de canelura que tem um talão com um raio convexo. Entretanto, existem diferenças substanciais na ação de corte dos machos de tarraxa e brocas. Na geração de um furo, é necessário que as brocas desloquem e removam material da linha central para a parede do furo, enquanto que os machos de tarraxa removem material somente da parede do furo. Uma vez que a direção do fluxo

da apara difere entre as duas ferramentas, a forma requerida da canelura difere.

O Resumo da patente japonesa 06179121A (14 de dezembro de 1992) de Haruo descreve a espiral macho de tarraxa com caneluras em espiral com um ângulo de inclinação negativa. O Resumo de patente japonesa 04075816A (10 de março de 1992) de Haruo descreve um macho de tarraxa de caneluras em espiral que tem o canto dos flancos de rosca e superfícies de avanço de entrada chanfradas. O Resumo de patente japonesa 01171725A (6 de julho de 1989) de Haruo descreve um macho de tarraxa de caneluras em espiral com uma ranhura de ondulação de apara.

Com referência aos machos de tarraxa de corte expostos nos documentos de patentes descritos anteriormente, nenhum destes documentos visa os problemas de formação de aparas que ocorrem quando são usados substratos altamente resistentes ao desgaste, mas de tenacidade inferior (por exemplo, carboneto de tungstênio ou carboneto de tungstênio cementados, tais como carboneto de tungstênio cementado ao cobalto) para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral para cortar furos rosqueados. Este é especialmente o caso para machos de tarraxa de corte usados para cortar furos rosqueados (furos passantes e furos cegos) de um diâmetro menor. Desta forma, seria altamente desejável proporcionar um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral feito a partir de substratos altamente re-

sistentes ao desgaste, mas de tenacidade inferior (por exemplo, carboneto de tungstênio ou carbonetos cementados, tais como carboneto de tungstênio cementado ao cobalto) que possam ser usados para cortar furos rosqueados, and4 especialmente furos rosqueados que são de um diâmetro menor (por exemplo, de uma maneira geral menor do que 12 milímetros).

Além disso, seria altamente desejável proporcionar um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral capaz de proporcionar exatidão aperfeiçoada no corte do furo rosqueado, e especialmente no corte de furos cegos rosqueados. Este seria o caso para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral produzidos a partir de carbonetos cementados ou de aços-rápidos.

15 Também seria altamente desejável proporcionar um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral que proporcionasse vida de ferramenta útil aperfeiçoada no corte do furo rosqueado, e especialmente no corte de furos rosqueados cegos. Este seria o caso para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral produzidos a partir de carbonetos cementados ou aços-rápidos.

25 Também seria altamente desejável proporcionar um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral capaz de proporcionar velocidade aperfeiçoada no corte do furo rosqueado, e especialmente no corte de furos rosqueados cegos. Este seria o caso para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral produzidos a partir de carbonetos cementados ou açosrápidos

Sumário da Invenção

Em uma forma, a invenção consiste em uma ferramenta de corte que inclui um corpo alongado que é dotado de uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira. O corpo alongado tem uma parte de canelura que começa próximo e estende-se em uma direção para trás a partir da extremidade dianteira. A parte de canelura em espiral tem uma canelura que define uma aresta de corte. A canelura apresenta uma face de corte côncava em que a face de corte côncava é definida por um primeiro raio. A canelura apresenta ainda uma superfície de núcleo côncava adjacente à face de corte côncava em que a superfície de núcleo côncava é definida por um segundo raio. A canelura apresenta uma superfície de talão convexa adjacente à superfície de núcleo côncava, em que a superfície de talão convexa é definida por um quarto raio.

Em outra forma, a invenção consiste em uma ferramenta de corte que compreende um corpo alongado que tem uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira. O corpo alongado é dotado de uma parte de canelura que começa próxima e se estende em uma direção traseira a partir da extremidade dianteira. A parte em forma de canelura tem uma canelura que define uma aresta de corte. A canelura apresenta uma face de corte côncava em que a face de corte côncava é definida por um primeiro raio. A canelura apresenta ainda uma superfície de núcleo côncava adjacente à face de corte côncava, em que

a superfície de núcleo côncava é definida por um segundo raio. A canelura apresenta uma superfície de fusão convexa adjacente a uma superfície de núcleo côncava em que a superfície de fusão convexa é definida por um terceiro raio. A canelura apresenta uma superfície de talão convexa adjacente à superfície de núcleo côncava em que a superfície de talão convexa é definida por um quarto raio.

Descrição Breve dos Desenhos

10 O que se segue é uma descrição breve dos desenhos que formam uma parte deste pedido de patente:

A Figura 1 é uma vista isométrica de uma concretização específica do macho de tarraxa de canelura espiral (helicoidal) da invenção; e

A Figura 2 é uma vista seccional do macho de tarraxa de canelura em espiral (helicoidal) da Figura 1 tomada ao longo da linha de seção 2-2 na Figura 1.

A Figura 2A é uma vista extrema esquemática mecânica de uma parte de um macho de tarraxa de canelura em espiral que ilustra a definição do ângulo de gancho de corda.

A Figura 3 é uma vista seccional de uma segunda concretização específica de um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral; e

A Figura 3A é uma vista ampliada de uma parte da Figura 3 que ilustra a canelura 104 que separa os cheios 114 e 120 da segunda concretização

específica de um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral.

Descrição Detalhada

Com referência aos desenhos, a Figura 1 é
5 uma vista isométrica que ilustra uma concretização
específica do macho de tarraxa de corte de caneluras
em espiral (de uma maneira geral designado como 20)
da invenção. O macho de tarraxa de corte de caneluras
em espiral 20 é dotado de um corpo alongado 22
10 com uma extremidade traseira 24 e extremidade dianteira
26 opostas. O macho de tarraxa de corte de caneluras
em espiral 20 é dotado de uma parte de espiga
cilíndrica geralmente lisa ilustrada pelo colchete
28 adjacente à extremidade traseira 24. Uma parte
15 acanalada em espiral ilustrada pelo colchete 30 começa
e estende-se para trás da extremidade dianteira
24 do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral
20. O macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral
20 tem um chanfro de corte 32 na sua extremidade axial
20 dianteira 26. Tal como descrito mais adiante, a parte
de canelura em espiral define uma aresta de corte. Durante
o uso, o macho de tarraxa de corte de caneluras em
espiral 20 é seguro por uma ferramenta de máquina por
inserção da parte de espiga cilíndrica 28 em um porta-
ferramenta. Deverá ser
25 apreciado que a geometria da parte de espiga poderá
apresentar uma seção transversal que é uma forma
quadrada.

Com referência à Figura 2, o macho de tarra-
xa de corte de caneluras em espiral 20 é dotado de
quatro caneluras helicoidais (ou partes acanaladas)
36, 38, 40 e 42. Deverá ser apreciado que os reque-
5 rentes não pretendem limitar o escopo global da in-
venção a um número de caneluras específico. Cada ca-
nelura separa essencialmente uma superfície de cheio
46, 48, 50, e 52. Mais especificamente, a canelura
helicoidal 36 separa os cheios 46 e 52. A canelura
10 helicoidal 38 separa os cheios 46 e 48. A canelura
helicoidal 40 separa os cheios 48 e 50. A canelura
helicoidal 42 separa os cheios 50 e 52. Cada um dos
cheios (46, 48, 50, e 52) apresenta superfícies de
flanco de rosca em forma de "V" que funcionam para
15 cortar fios de rosca que definem o furo rosqueado.

Cada uma das caneluras helicoidais 36, 38, 40
e 42 apresenta essencialmente a mesma geometria. Dês-
ta forma, uma descrição da canelura helicoidal 36 se-
rá da mesma forma suficiente para uma descrição das
20 outras caneluras helicoidais (38, 40, 42). Entretan-
to, deverá ser apreciado que por questões de clareza,
um aspecto comum a todas as caneluras pode ser discu-
tido em referência a uma canelura outra que não seja
a canelura 36.

25 A superfície que define a canelura helicoidal
36 pode ser caracterizada como tendo três partes ba-
sicas. Estas partes são uma face de corte côncava 60,
uma superfície de núcleo côncava 66 e uma superfície

de talão convexa 64.

Com referência à face de corte côncava 60, a face de corte côncava 60 é definida por um grande raio côncavo (primeiro raio R1). Embora a grandeza do primeiro raio R1 possa variar na dependência da aplicação específica, parece constituir-se uma vantagem de desempenho se o primeiro raio R1 for suficientemente grande de forma que a face de corte 60 seja uma superfície aproximadamente reta (ou plana). Sob este aspecto, é criada uma face de corte 60 que tem uma superfície aproximadamente reta (ou chata) se o primeiro raio R1 que forma a face de corte 60 for maior do que o diâmetro do macho de tarraxa de corte (ou diâmetro de ferramenta de corte) D1. Os requerentes constataram que face de corte 60 aproximadamente plana resulta em um ângulo de gancho de corda que permanece constante ao longo do chnafro de corte, e este aspecto aumenta o desempenho do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral.

Com referência a uma superfície de núcleo côncava 66, a superfície de núcleo côncava 66 é definida por um segundo raio (R2). A superfície de núcleo côncava 66 é contígua com a face de corte côncava 60. Nesta concretização específica, a superfície de núcleo côncava 66 proporciona uma transição da face de corte côncava 60 para a superfície de talão convexa 64.

Com referência à terceira parte é a superfície de talão convexa 64, a superfície de talão convexa 64 é

definida por um quarto raio (R4). A superfície de núcleo côncava 66 é contígua com a superfície de talão convexa 64. Os requerentes descobriram que a formação de aparas na superfície de talão convexa 64 pode ser evitada (ou pelo menos reduzida ao mínimo) pela formação da parte de talão 64 com um raio convexo R4. Na concretização específica ilustrada na Figura 2, pode ser apreciado que a superfície da canelura 36 é definida pela combinação da face de corte côncava 60, da superfície de núcleo côncava 66 e da superfície de talão convexa 64.

Com referência à Figura 2A, tal como é conhecido na técnica pertinente (vide Machinery's Handbook, 24th Edition, Oberg et al. Industrial Press, Inc. (1992) página 1696), um ângulo de gancho de corda é o ângulo definido entre uma linha radial que passa através da aresta de corte terminal e uma linha de corda que se estende entre a aresta de corte terminal (crista) e o menor diâmetro (ou raiz). O ângulo de gancho de corda é positivo quando a linha de corda fica posicionada em uma direção contrária ao movimento dos ponteiros do relógio (quando observado na Figura 2A dos desenhos) em relação à linha radial. O ângulo de gancho de corda é negativo quando a linha de corda fica posicionada em uma direção de movimento dos ponteiros do relógio (quando observada na Figura 2A dos desenhos) em relação à linha radial. O ângulo de gancho de corda é igual a zero quando a linha de corda fica situada na li-

nha radial.

Os requerentes constataram que em combinação com uma face de corte 60 aproximadamente reta, a formação de apara dos machos de tarraxa de carboneto cementado é ainda mais reduzida pelo uso de um ângulo de gancho de corda neutro (A1, vide FIG. 2A). Em outras palavras, quando a face de corte 60 fica situada em uma linha entre a aresta de corte 67 e o centro axial 70 do macho de tarraxa de corte, o macho de tarraxa de corte corta efetivamente e as arestas de corte (incluindo a aresta de corte 67) têm força suficiente para resistir à formação de aparas.

Os requerentes descobriram que os seguintes ângulos de gancho de cordas diferentes podem ser adequados para diferentes aplicações de machos de macho de tarraxa quando se utilizam machos de tarraxa de carboneto cementado. Sob este aspecto, um ângulo de gancho de corda A1 neutro é igual a cerca de zero graus, e tal ângulo de gancho de corda é ótimo para rosqueamento (isto é, corte de um furo rosqueado) de muitos materiais, e especialmente para rosqueamento de aço não temperado. Para estes materiais, a faixa para o ângulo de gancho de corda neutro pode estar situada between quatro graus negativos e quatro graus positivos. Entretanto, deverá ser apreciado que o ângulo de gancho de corda (A1) ótimo pode ser variado para outros materiais, na dependência da dureza e ductilidade do material que está sendo rosqueado. Por exemplo, um ângulo de gancho

de corda entre cinco e dez graus negativos é adequado para rosquear materiais duros (por exemplo, aços temperados ou materiais quebradiços, tais como ferro fundido). Um ângulo de gancho de corda entre cinco e quinze
5 graus positivos é adequado para rosqueamento de materiais macios (por exemplo, alumínio). Os requerentes consideram que a mesma forma de canelura da invenção pode ser usada com machos de tarraxa manufaturados a partir de substratos de aço-rápido, mas utilizando-se ângulos
10 de gancho de corda mais altos do que aqueles listados anteriormente devido à resistência mais alta do aço-rápido em comparação com o carboneto cementado.

Na dependência da dimensão (isto é, diâmetro do macho de tarraxa de corte), um macho de tarraxa de
15 canelura em espiral da presente invenção poderá ter qualquer número de caneluras. Para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral de pequeno diâmetro (isto é, menos do que cerca de oito milímetros de diâmetro), três caneluras são práticas. Quatro caneluras
20 são práticas para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral na faixa de dimensão média (isto é, entre cerca de dez milímetros e cerca de dezesseis milímetros de diâmetro). Cinco caneluras são adequadas para machos de tarraxa de corte de caneluras em espiral
25 de dimensão maior (isto é, maior do que ou igual a cerca de dezoito milímetros no diâmetro). Deverá ser apreciado que a faixa de dimensões de machos de tarraxa de corte poderá ser maior com relação ao número de

caneluras, uma vez que este aspecto do macho de tarraxa de corte poderá variar na dependência da aplicação específica do rosqueamento.

Em combinação com o número de caneluras, o ângulo de hélice da canelura pode variar sobre uma faixa consideravelmente ampla de acordo com a aplicação específica do macho de rosqueamento. Por exemplo, quando é usado um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção para rosquear furos profundos (por exemplo, um furo que tem uma profundidade maior do que o diâmetro do macho de tarraxa de corte), um ângulo de hélice de canelura de cinquenta e cinco graus pode ser efetivo de forma que aparas não se agarram ou prendem nas caneluras. Como um outro exemplo, quando um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção é usado para rosquear furos mais rasos (por exemplo, um furo que tem uma profundidade igual ou menor do que o diâmetro do macho de tarraxa de corte) em materiais mais duros (por exemplo, aço temperado ou ferro fundido), um ângulo de hélice de canelura de quinze graus pode ser usado efetivamente, pelo que aparas não se fundem nem prendem nas caneluras. Ainda como outro exemplo, quando um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção é usado para abrir um furo rosqueado em material ou substrato de aço, um ângulo de hélice ótimo é igual a entre cerca de quarenta graus e cerca de cinquenta graus.

Tal como pode ser apreciado, é altamente dese-

jável otimizar a evacuação das aparas. Isto é o resultado de uma consideração do caminho que as aparas seguem depois de deixarem as arestas de corte e passarem através ou ao longo das superfícies que definem as caneluras. Sob este aspecto, a requerente descobriu que pela redução ao mínimo do encurvamento imposto nas aparas quando elas se ondulam dentro das caneluras, as forças impostas no macho de tarraxa de corte são reduzidas. Pode apreciar-se que uma redução nas forças impostas no macho de tarraxa de corte é um aspecto vantajoso. Mais especificamente, consideradas as coibições para o diâmetro de núcleo D2 e o círculo inscrito que define o cheio D3 (vide Figura 2), os requerentes descobriram que o fluxo de aparas ótimo é conseguido com R1 igual ou maior do que o diâmetro do macho de tarraxa D1, e R2 igual a entre cerca de cinco por cento e vinte e cinco por cento de D1, e R4 igual a entre vinte por cento e trinta por cento de D1 (Figura 2).

A requerente também descobriu uma outra maneira pela qual é possível reduzir ao mínimo a flexão imposta nas aparas quando elas são enroladas dentro das caneluras. A concretização específica exposta na Figura 3 ilustra este aspecto da invenção.

A Figura 3 é uma vista seccional da seção acanalada de uma segunda concretização específica de um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral de um modo geral designado como 100. Muito embora não esteja ilustrado o macho de tarraxa de corte de caneluras em

espiral 100 por inteiro, deverá ser compreendido que o macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 tem um corpo alongado com uma extremidade traseira e uma extremidade dianteira opostas. Em uma versão, o macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 pode ter uma parte cilíndrica geralmente lisa adjacente à extremidade traseira. Entretanto, deve ser apreciado que na alternativa, o macho de tarraxa de corte 100 pode ter uma espiga de formas quadrada adjacente à extremidade traseira. O macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 tem a parte acanalada que começa em e estende-se para trás da extremidade dianteira do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral. O macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 conecta-se por meio da parte cilíndrica (ou de forma quadrada) na sua extremidade traseira a um porta-ferramenta ou assemelhado. Tal como pode ser apreciado, a geometria básica do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 é de uma maneira geral a mesma do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral designado por 20.

Tal como ilustrado nas Figuras 3 e 3A, o macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral 100 tem quatro caneluras helicoidais 104, 106, 108, 110. Será compreendido que os requerentes não pretendem limitar o escopo geral da invenção a um número específico de caneluras. Cada canelura essencialmente separa um cheio 114, 116, 118, e 120. Mais especificamente, a

canelura helicoidal 104 separa os cheios 114 e 120. A canelura helicoidal 106 separa os cheios 114 e 116. A canelura helicoidal 108 separa os cheios 116 e 118. A canelura helicoidal 110 separa os cheios 118 e 120. 5 cada uma das superfícies de flanco helicoidal (114, 116, 118, 120) apresenta superfícies de flanco de rosca em forma de "V" que funcionam no sentido de cortar roscas no furo rosqueado.

Cada uma das caneluras helicoidais 104, 106, 10 108, 110 apresenta essencialmente a mesma geometria. Desta maneira, uma descrição da canelura helicoidal 110 será suficiente da mesma forma para uma descrição das outras caneluras helicoidais.

Com referência à Figura 3A, a superfície que 15 define a canelura helicoidal 104 pode ser caracterizada como tendo quatro partes básicas. Estas partes são uma face de corte côncava 130, uma superfície de núcleo côncava 132, uma superfície de fusão convexa 134 e um talão convexo 136.

20 A face de corte 130 é definida por um primeiro raio côncavo $R1'$. Embora a magnitude do primeiro raio $R1'$ possa variar na dependência da aplicação específica, tal como mencionado anteriormente em conexão com a concretização específica da Figura 2, parece constituir 25 uma vantagem se a face de corte 130 for uma face de corte aproximadamente reta. Sob este aspecto é criada uma face de corte 130 aproximadamente reta se o primeiro raio $R1'$ que forma a face de corte for maior do que

o diâmetro do macho de tarraxa $D1'$.

A superfície de núcleo côncava 132 é contígua com a face de corte côncava 130. A superfície de núcleo côncava 132 é definida por um segundo raio (raio
5 côncavo) $R2'$.

A superfície de fusão convexa 134 é contígua com a superfície de núcleo côncava 132. A superfície de fusão convexa 134 é definida por um terceiro raio ($R3$).

10 Um talão convexo 136 fica contíguo com a superfície de fusão convexa 134. O talão convexo 136 é definido por um quarto raio ($R4'$).

Os requerentes descobriram que a presença da superfície de fusão convexa 134 aumenta o desempenho
15 do macho de tarraxa de corte. Sob este aspecto, os requerentes descobriram que quando o terceiro ($R3$) da superfície de fusão convexa 134 é igual ou está situado entre cerca de cinqüenta por cento e duzentos por cento do diâmetro do macho de tarraxa ($D1'$), a
20 superfície convexa criada pelo terceiro raio $R3$ reduz o encurvamento da apara e aumenta a evacuação das aparas em relação à. Como poderá ser apreciado, uma redução no encurvamento da apara e um aumento na evacuação da apara aumenta (ou aperfeiçoa) o desempenho do
25 macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral.

Com referência à manufatura do macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral, o macho de tarraxa de corte é manufaturado a partir de um bruto de car-

boneto de tungstênio sinterizado cilíndrico, que é por vezes chamado de um substrato. O material de maior preferência para a peça bruta ou substrato é carboneto de tungstênio cementado ao cobalto. A composição do carboneto de tungstênio cementado ao cobalto varia entre cerca de seis por cento e cerca de dezesseis por cento, em peso, de cobalto, em que o equilíbrio é carboneto de tungstênio, bem como uma pequena quantidade de impurezas inevitáveis. Uma faixa alternativa do cobalto pode estar situada entre cerca de seis por cento e cerca de dez por cento, em peso. Outra faixa do cobalto pode estar situada entre cerca de dez por cento e cerca de dezesseis por cento, em peso.

Deverá ser apreciado que os requerentes consideram que outros carbonetos podem ser usados, tais como carboneto de tântalo, carboneto de titânio e carboneto de nióbio. Além disso, os requerentes consideram que uma pequena quantidade de carbonetos de metais de transição pode estar contida na peça bruta para restringir o crescimento de grãos. Na alternativa, pode usar-se um aço-rápido como material para a peça bruta. Aços-rápidos típicos encontram-se descritos em ASTM Standard A 600 REV A, identificado anteriormente.

Antes do esmerilhamento, a peça bruta tem um diâmetro que é dimensionado maior do que as dimensões de acabamento do macho de tarraxa de corte. A peça bruta também é cortada no comprimento.

A primeira etapa no processamento da peça em

bruto é esmerilhar a peça em bruto paratolerâncias cilíndricas de precisão por meio de métodos tais como esmerilhamento transversal cilíndrico em centros ou por métodos de retificação de avanço normal. Durante esta etapa de retificação, uma espiga cilíndrica é retificada para a dimensão na extremidade axialmente traseira do macho de tarraxa de corte e o diâmetro principal de uma parte de corpo rosqueado é formada na extremidade axialmente dianteira do macho de tarraxa. Adicionalmente, durante esta etapa de retificação, ou como um resultado de uma etapa de processo adicional, uma parte de gola opcional pode ser criada com uma superfície cilíndrica e uma chanfradura entre a espiga cilíndrica e a parte de gola. Adicionalmente, um bisel opcional pode ser esmerilhado nas extremidades dos machos de tarraxa por meio de retificação cilíndrica.

De uma maneira geral, o diâmetro de espiga é aproximadamente igual ao diâmetro de rosca nominal, mas o diâmetro de espiga pode ser menor do que o diâmetro de rosca nominal para machos de tarraxa de grande diâmetro. O diâmetro de espiga pode ser maior para machos de tarraxa de pequeno diâmetro. Outra opção pode ser esmerilhar um quadrado como parte da espiga na extremidade axialmente traseira extrema do macho de tarraxa de corte (não ilustrada).

Na etapa seguinte, uma ou mais caneluras são esmerilhadas em um hélice de maneira a proporcionar arestas de corte, em combinação com o chanfro, e um

meio para evacuar aparas que se formam quando o macho de tarraxa é usado. Conforme descrito anteriormente, o ângulo de hélice depende da aplicação. A forma da roda de esmeril é proporcionada de maneira a formar os raí-
5 os selecionados do macho de tarraxa de corte (por exemplo, primeiro raio R1, R2, R4 e opcional R3) quando as canceluras são esmerilhadas no hélice.

Na etapa seguinte, a parte de corpo rosqueado é esmerilhada para formar as superfícies de flanco de
10 rosca em forma de "V", juntamente com os diâmetros menor e maior, em um hélice. Subseqüentemente, é formada por retificação a configuração de uma parte de chanfro de corte rosqueado. As superfícies de flanco de rosca em forma de "V" e diâmetro principal são réplica dos
15 fios de rosca interna que é gerada durante o rosqueamento. A parte de chanfro de corte rosqueada é afilada de forma a permitir a entrada no furo a rosquear.

Depois da retificação, o macho de tarraxa pode ser submetido a acabamento final com meio abrasivo ou
20 escovas abrasivas de maneira a formar um pequeno raio nas arestas de corte e outros cantos aguçados. O raio resultante pode estar situado entre 1 e 100 micrômetros. Este acabamento final aumenta ainda mais a resistência destas arestas.

25 Como uma etapa final no processo, o macho de tarraxa pode ser opcionalmente revestido com um sistema de revestimento resistente ao desgaste (não ilustrado) of metal nitritos, carbonetos, carbonitritos, boretos

e/ou óxidos de metais, em que o metal é selecionado a partir de um ou mais dos seguintes: alumínio, silício e os metais de transição a partir dos Grupos IVa, Va, e VIa da Tabela Periódica. Exemplos específicos de camadas de revestimento incluem (sem limitação) nitrito de titânio, carbonitrato de titânio, nitrito de titânio alumínio e nitrito de titânio silício. O sistema de revestimento pode ser depositado em uma única monocamada ou em múltiplas camadas (incluindo alternativas) por meio de técnicas de deposição a vapor química (CVD) e/ou deposição a vapor física (PVD).

Em um teste, testou-se um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral de carboneto de tungstênio cementado ao cobalto de passo M12 x 1,75 mm da invenção por rosqueamento de furos cegos em aço AISI 4340 a 61 metros/minuto (200 pés/minuto) em um centro de usinagem CNC. O macho de tarraxa de corte proporcionou o rosqueamento de 2000 furos de qualidade de calibragem aceitável com pouco desgaste. Machos de tarraxa de HSS (aço-rápido) com caneluras em espiral revestidos de PVD convencionais do desenho comum são capazes somente de rosqueamento de 15,24 até 30,48 metros/minuto (50 até 100 pés/minuto). Desta forma, parece que o macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção exibiu eficiência aperfeiçoada em comparação com o macho de tarraxa de corte da técnica anterior.

É evidente que o presente macho de tarraxa de

corte de caneluras em espiral da invenção proporciona um macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral que pode ser fabricado a partir de um substrato altamente resistente ao desgaste, mas de tenacidade mais
5 baixa (por exemplo, carboneto de tungstênio ou carbonetos cementados tais como carboneto de tungstênio cementado ao cobalto). É evidente também que o presente macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção proporciona um macho de tarraxa de corte de
10 caneluras em espiral que exhibe precisão aperfeiçoada no corte do furo rosqueado, e especialmente no corte de furos rosqueados cegos. É evidente ainda que o presente macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral proporciona vida útil de ferramenta aperfeiçoada
15 no corte de furos rosqueados. Finalmente, é evidente que o presente macho de tarraxa de corte de caneluras em espiral da invenção exhibe velocidade aperfeiçoada no corte do furo rosqueado.

As patentes e outros documentos identificados
20 dos neste caso ficam incorporados neste contexto por referência. Outras concretizações da invenção serão evidentes para aqueles versados na técnica a partir de uma consideração do relatório ou uma prática da invenção exposta neste contexto. Pretende-se que o
25 relatório e exemplos sejam somente ilustrativos e não limitativos do escopo da invenção. O escopo e espírito verdadeiros da invenção encontram-se indicados pelas reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Tarraxa de corte de caneluras em espiral para cortar linhas de corte em uma parede de um furo, a tarraxa compreendendo:

um corpo alongado (22) dotado de uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira;

sendo o corpo alongado (22) dotado de uma parte com caneluras (30) que começam próximo e se estendem em uma direção traseira a partir da extremidade dianteira (26), e a parte com caneluras tendo uma canelura em espiral que define uma aresta de corte (67) adaptada para cortar linhas;

a canelura espiral apresentando uma face de corte côncava (60), e sendo a face de corte côncava (60) definida por um primeiro raio (R1);

a canelura em espiral tendo uma superfície de núcleo côncava (66) adjacente à face de corte côncava (60), e sendo a superfície de núcleo côncava (66) definida por um segundo raio (R2);

CARACTERIZADA pelo fato de que a canelura em espiral compreende adicionalmente uma superfície de fusão convexa (134) adjacente à superfície de núcleo côncava (66), sendo a superfície de fusão convexa (134) definida por um terceiro raio (R3); e

a canelura em espiral tendo uma superfície de talão convexa (64) adjacente à superfície de fusão convexa (134), a superfície de talão convexa (64) sendo definida por um quarto raio (R4).

2. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** por a tarraxa de corte ser dotada de um diâmetro (D1) e o primeiro raio (R1) definindo a face de corte côncava (60) é igual ou maior do que o diâmetro da tarraxa de corte (D1).

3. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** por a face de corte côncava (60) definir um ângulo de gancho

de corda (A1).

4. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** por o ângulo de gancho de corda (A1) variar entre 10 graus negativos e 15 graus positivos.

5. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** por o ângulo de gancho de corda (A1) ser igual a cerca de 0 graus.

6. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADA** por a canelura em espiral tem um ângulo de hélice entre cerca de 10 e 55 graus.

7. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADA** por o ângulo de hélice variar entre 40 e 50 graus.

8. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADA** por a tarraxa de corte ter um diâmetro de núcleo (D2) e um diâmetro de tarraxa de corte (D1), e o diâmetro de núcleo (D2) varia entre 30% e 50% do diâmetro da tarraxa de corte (D1).

9. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADA** por a tarraxa de corte ser dotada de um diâmetro de tarraxa de corte (D1), e o segundo raio (R2) variar entre 5% e 25% do diâmetro da tarraxa de corte (D1).

10. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADA** por a tarraxa de corte ser dotada de um diâmetro de tarraxa de corte (D1), e o quarto diâmetro (R4) variar entre 20% e 30% por cento do diâmetro da tarraxa de corte (D1).

11. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) ser dotado de uma pluralidade de caneluras em espiral (36, 38), a tarraxa de corte tendo um

diâmetro de tarraxa de corte (D1), e em que um cheio (46, 48) está situado entre cada uma das caneluras adjacentes em espiral (36, 38), e sendo o cheio definido por um círculo inscrito que tem um terceiro diâmetro (D3), e o terceiro diâmetro variando entre 15% e 25% do diâmetro de tarraxa de corte (D1).

12. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) ter um diâmetro de tarraxa de corte (D1), e o terceiro raio (R3) variar entre 50% e 200% do diâmetro da tarraxa de corte (D1).

13. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) conter três das caneluras (36, 38, 40).

14. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) conter quatro das caneluras (36, 38, 40, 42).

15. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) conter cinco das caneluras (36, 38, 40, 42).

16. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) compreender carboneto de tungstênio cementado ao cobalto, com o teor de cobalto variando entre 10 e 16 por cento em peso.

17. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) compreender aço-rápido.

18. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **CARACTERIZADA** por o corpo alongado (22) incluir ainda uma disposição de revestimento, e em que a disposição de revestimento

compreende uma ou mais camadas de um ou mais dos seguintes: metal nitritos, carbonetos, carbonitritos, boretos e/ou óxidos de metais, em que o metal é selecionado a partir de um ou mais dos seguintes: alumínio, silício e os metais de transição a partir dos Grupos IVa, Va, VIa da Tabela Periódica.

19. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **CARACTERIZADA** por a aresta de corte (67) ser afiada com um raio entre 1 e 100 micrômetros.

20. Tarraxa de corte de caneluras em espiral, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **CARACTERIZADA** por as arestas adjacentes à superfície de talão convexa (64) serem afiadas com um raio entre 1 e 300 micrômetros.

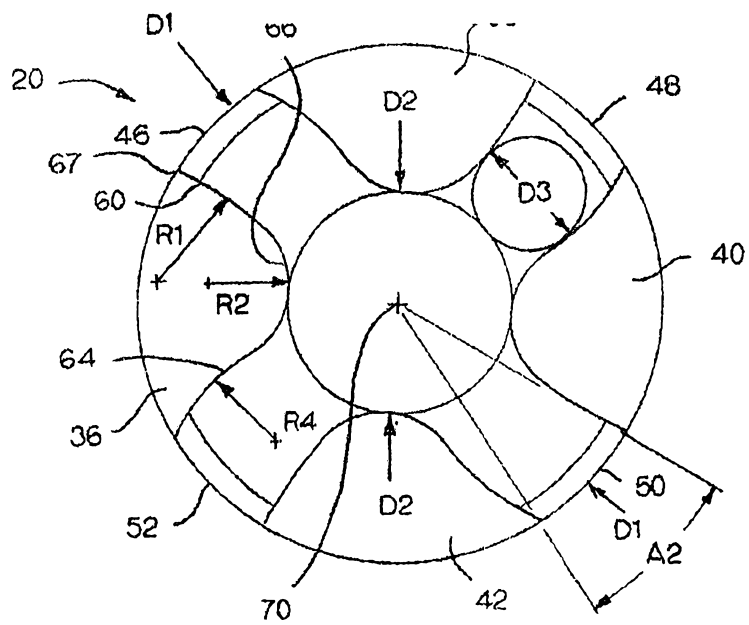
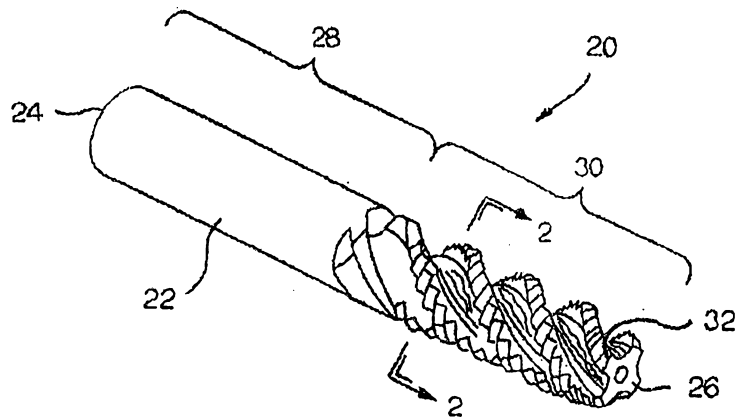
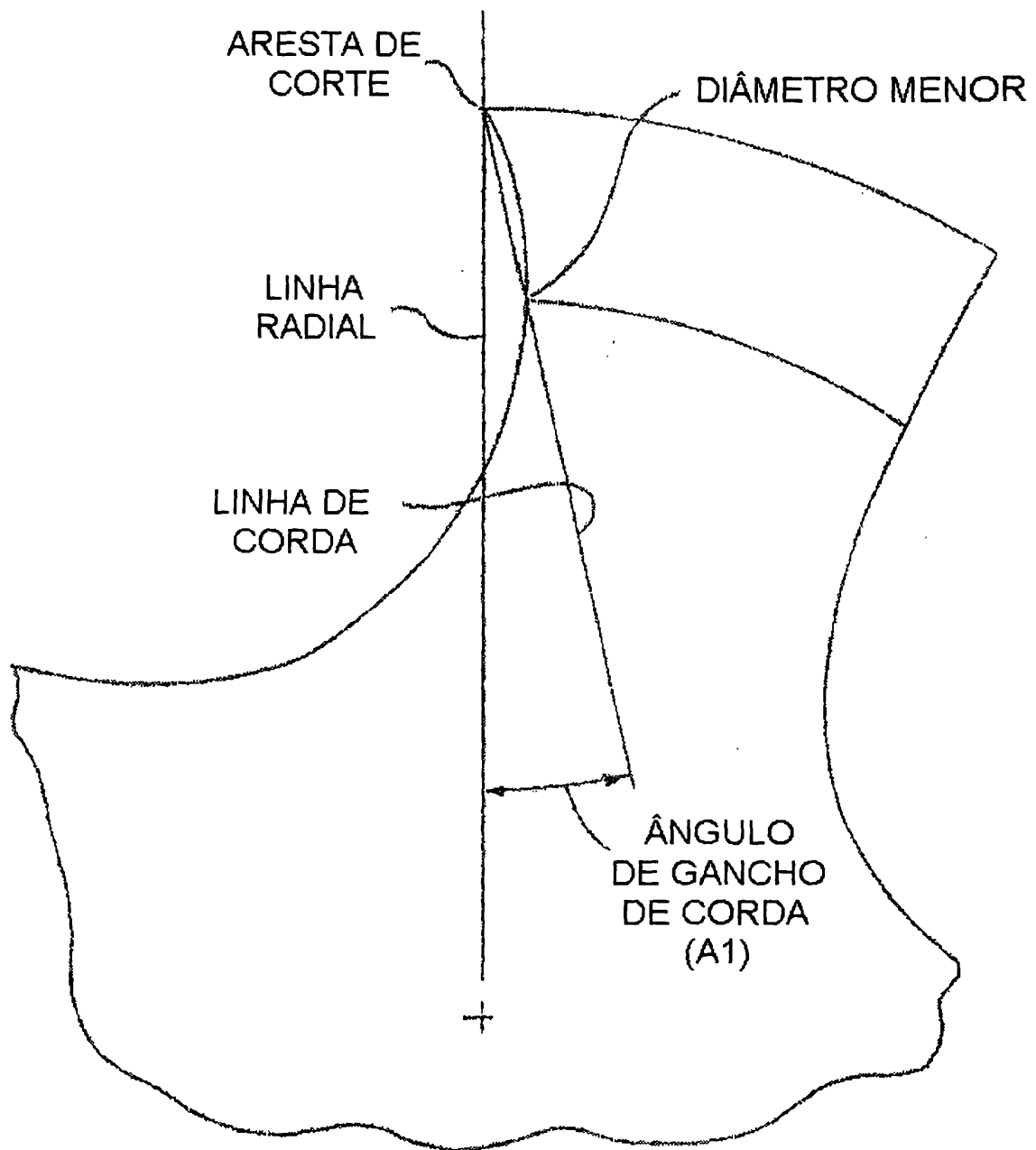


FIG. 2

*Fig. 2A*

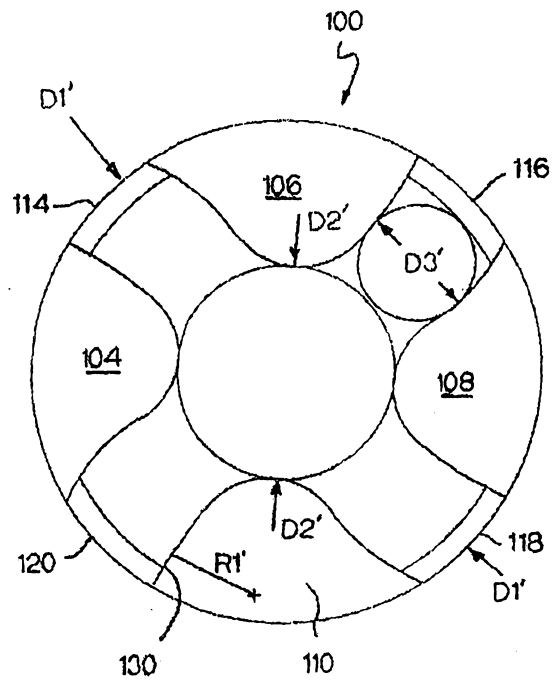


FIG. 3

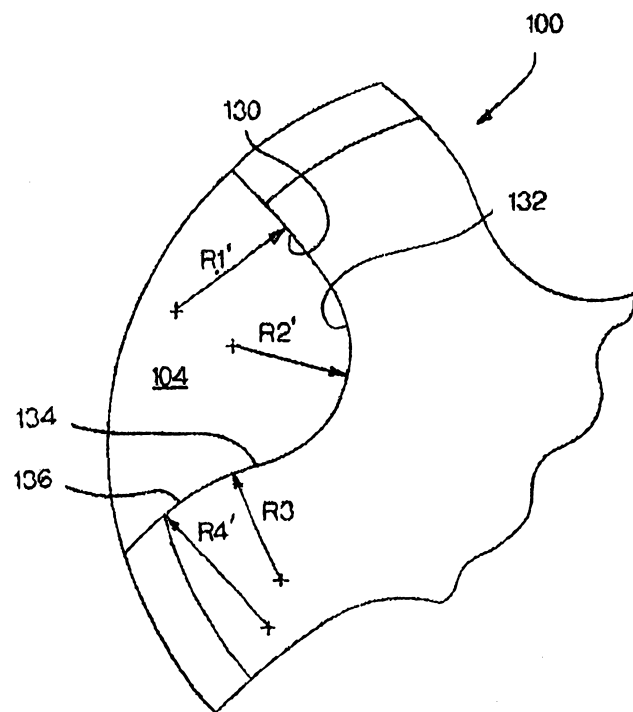


FIG. 3A