

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

(21) **PI 0713704-4 A2**

(22) Data de Depósito: 06/08/2007
(43) Data da Publicação: 30/10/2012
(RPI 2182)



(51) *Int.Cl.:*
B23C 5/10
B23C 5/00

(54) **Título:** FRESA POSTERIOR RESISTENTE A TREPIDAÇÕES E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DESTA

(30) **Prioridade Unionista:** 07/08/2006 IL 177336

(73) **Titular(es):** Hanita Metal Works Ltd.

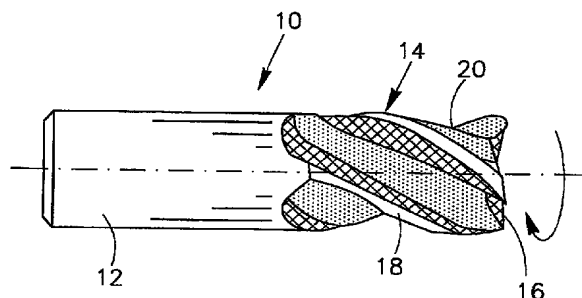
(72) **Inventor(es):** Vladimir Volokh

(74) **Procurador(es):** Vieira de Mello Advogados

(86) **Pedido Internacional:** PCT IL2007000978 de 06/08/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/018062de
14/02/2008

(57) **Resumo:** FRESA POSTERIOR RESISTENTE A TREPIDAÇÕES E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DESTA. A presente invenção refere-se a uma fresa posterior resistente a trepidações e um método de fabricação dessa fresa, em que os dentes da fresa posterior possuem espaços irregulares entre si para reduzir substancialmente ou eliminar vibrações produzidas durante o corte de uma peça de trabalho.



FRESA POSTERIOR RESISTENTE A TREPIDAÇÕES E MÉTODOS DE
FABRICAÇÃO DESTA

Antecedentes da Invenção

O presente pedido refere-se a ferramentas de corte de fresagem. Mais especificamente, é fornecida uma fresa posterior configurada para reduzir substancialmente ou eliminar trepidações da própria ferramenta de corte e da peça de trabalho.

O processo de fresagem, por sua própria natureza, é uma forma não contínua de usinagem. Uma ampla variedade de ferramenta de corte são disponíveis no mercado e cabe ao usuário selecionar o tipo necessário. A ferramenta de corte utilizada pode conter até cerca de vinte a trinta dentes, dependendo principalmente do diâmetro da ferramenta de corte, do seu tipo e de fatores adicionais, tais como o material de que a ferramenta de corte é construída, o material da peça de trabalho, se a operação de corte destina-se a acabamento ou desbaste, vida útil desejada ou necessária da ferramenta de corte e etc.

Como se pode esperar de qualquer tipo não contínuo de usinagem, são geradas vibrações pela fresagem e essas vibrações podem variar de amplitude de desprezíveis até severas. Durante a fresagem com uma fresa, a ferramenta geralmente está sujeita a forças de dobra e de torção, que são de natureza intermitente devido ao contato ou término de contato de um dente com a face sendo usinada. Como sabem os visitantes de uma oficina, essas vibrações geram sons que se encontram em frequências e amplitudes sensíveis para o ouvido humano.

A peça de trabalho sendo usinada também é colocada em vibração, cuja natureza será significativa para um item oco grande e não terá conseqüências para uma peça de trabalho sólida bem sustentada e fixamente grampeada.

5 Vibração notável, às vezes denominada trepidação, é prejudicial para a usinagem não apenas devido ao ruído gerado. Essas vibrações são diretamente responsáveis por mau acabamento na superfície da peça de trabalho, bem como redução da vida útil da ferramenta de
10 corte e da precisão da usinagem.

Vibrações indesejadas podem estar presentes na ferramenta de corte ou na peça de trabalho e podem estar presentes em ambas.

15 Surge um problema sério quando a frequência de vibração ferramenta de corte corresponde ou está próxima da frequência natural da peça de trabalho, causando ressonância. A amplitude muito maior resultante impossibilita a produção de trabalho aceitável e o som gerado pode ser muito perturbador. A quebra de uma
20 ferramenta de corte tal como uma fresa posterior ou danos à peça de trabalho também são prováveis. O uso de uma ferramenta de corte mais rígida e a aplicação de suportes adicionais à peça de trabalho aumentariam a frequência de vibração até um nível seguro e inaudível, reduzindo
25 grandemente a amplitude, mas estas etapas desejáveis nem sempre são possíveis.

O aumento da velocidade da ferramenta de corte também é freqüentemente impraticável, pois a vida útil da ferramenta, na prática, será substancialmente reduzida.

O uso das fresas posteriores com dentes helicoidais, de forma similar a engrenagens helicoidais, é útil na redução, mas não na solução desses problemas.

O estado do técnica pode ser determinado a partir da análise das Patentes Norte-Americanas relevantes.

Na Patente Norte-Americana nº 4.285.618, Stanley Jr. reivindica uma ferramenta de corte de fresagem exibido como uma fresa posterior equipada com serras sobre as extremidades de corte. As serras são compensadas axialmente com relação a um dente vizinho. A redução ou não das vibrações por essa ferramenta de corte necessitaria ser comprovada por meio de testes.

Na Patente Norte-Americana nº 4.963.059, Hiyama propõe uma fresa posterior em que o ângulo de hélice de sulco não é o mesmo para cada sulco. Como as extremidades de corte periférico possuem espaços iguais em volta da periferia da ferramenta de corte em pelo menos uma posição, entretanto, o projeto proposto forneceria apenas uma solução parcial. Além disso, surgiria um problema durante a fabricação da mencionada fresa posterior, pois o metal disponível para formação do dente variaria significativamente ao longo do comprimento do cortador.

Na Patente Norte-Americana nº 6.168.355, Wardell descreve uma fresa posterior que possui um corpo principal e abas que se estendem para fora a partir do ponto da ferramenta. Não são fornecidos meios de redução das vibrações.

Na Patente Norte-Americana nº 6.164.877, Kamata e outros descrevem uma ferramenta de corte de formas

moldadas destinado ao corte de ranhuras em formatos especiais. O ângulo de liberação do dente permanece constante ao longo do comprimento axial da ferramenta. Não são observados meios anti-trepidações.

5 Wardell, em uma Patente Norte-Americana adicional, descreve uma fresa posterior que possui um sulco helicoidal primário que define uma superfície de corte em ângulo baixo e um sulco secundário para uma superfície de corte em ângulo alto. Esta disposição não resolverá os
10 problemas relativos a vibrações de ferramentas.

Uma fresa posterior adicional que possui um sulco helicoidal variável é observada no Pedido de Patente Norte-Americano publicado nº 2005/0105973 de MacArthur. Os dentes da ferramenta de corte possuem espaços iguais em
15 volta da periferia da ferramenta.

Fica evidente a partir do estado da técnica que ainda não é conhecida nenhuma solução satisfatória.

Objeto da Invenção

20 É, portanto, um dos objetos de pelo menos uma realização eliminar as desvantagens das ferramenta de corte do estado da técnica e fornecer uma fresa posterior que eliminará ou reduzirá substancialmente as vibrações periódicas que são prejudiciais para a ferramenta e a peça de trabalho.

25 É um objeto adicional de pelo menos uma realização descrever um projeto de ferramenta que pode ser facilmente programado para fabricação e pode ser fabricado sob um custo apenas levemente mais alto que uma fresa posterior convencional.

Resumo da Invenção

Os objetos acima podem ser atingidos em pelo menos uma realização de uma fresa posterior resistente a trepidações, fresas com ponta de concha e arruelas que compreendem uma parte de cabo e pelo menos uma parte de corte dividida em uma série de dentes por sulcos dispostos entre os mencionados dentes, em que cada dente possui pelo menos uma extremidade de corte e um primeiro ângulo separa a mencionada extremidade de corte de um primeiro dente da extremidade de corte de um dente mais próximo ao primeiro dente no sentido horário é diferente de um segundo ângulo que separa a mencionada extremidade de corte do mencionado primeiro dente da extremidade de corte de um dente mais próximo do primeiro dente no sentido anti-horário. Em uma realização que possui apenas dois dentes, por exemplo, o primeiro ângulo que separa a extremidade de corte do primeiro dente da extremidade de corte do segundo dente (que é a mais próxima do primeiro dente, pois o segundo dente é o único outro dente) no sentido horário é diferente de um segundo ângulo que separa a extremidade de corte do primeiro dente da extremidade de corte do segundo dente no sentido anti-horário. Em uma realização que possui três ou mais dentes, o primeiro ângulo que separa a extremidade de corte de um primeiro dente da extremidade de corte de um segundo dente mais próximo do primeiro dente no sentido horário é diferente de um segundo ângulo que separa a extremidade de corte do primeiro dente da extremidade de corte de um terceiro dente mais próximo do primeiro dente no sentido anti-horário.

Em uma realização, é fornecida uma fresa posterior em que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 60 graus.

5 Em uma outra realização, é fornecida uma fresa posterior em que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 30 graus.

10 Em uma outra realização, é fornecida uma fresa posterior em que a largura e a profundidade de todos os sulcos na mencionada parte de corte é igual.

15 Em uma realização adicional, é fornecida uma fresa posterior ou arruelas em que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um ângulo que excede o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual, em que o mencionado sulco é mais largo e mais profundo que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes em espaços iguais.

20 Em ainda outra realização, é fornecida uma fresa posterior ou arruelas em que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um ângulo menor que o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual e o mencionado sulco é mais estreito e raso que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes em espaços iguais.

25 Em uma realização adicional, é fornecida uma fresa posterior, fresas em forma de concha e arruelas em

que o ângulo de hélice é constante ao longo de cada dente e constante de dente para dente na parte de corte das fresas posteriores, fresas em forma de concha e arruelas.

5 Em uma realização adicional, é fornecida uma fresa posterior, fresas em forma de concha e arruelas em que o ângulo de hélice do sulco é variável ao longo de cada dente e idêntico de dente para dente na parte de corte de fresas posteriores, fresas em forma de concha e arruelas.

10 Em ainda uma realização adicional, é fornecida uma fresa posterior em que pelo menos um grupo das mencionadas extremidades de corte é deslocado da posição em espaços iguais e pelo menos um grupo adicional possui extremidades de corte posicionadas em uma configuração em espaços iguais.

15 Compreender-se-á, portanto, que o a ferramenta de corte de pelo menos uma realização serve para romper a regularidade da força introduzida que causa a vibração indesejada na fresa posterior e na peça de trabalho. Ocorre ressonância quando a frequência natural da ferramenta de
20 corte ou da peça de trabalho corresponde ou está próxima da frequência da vibração induzida. A fresa posterior de pelo menos uma realização que possui superfícies de corte em espaços irregulares aplicará a força de corte em um ciclo de tempo irregular, cujo resultado é a inibição da
25 ressonância e grande redução da vibração em qualquer frequência. O controle das vibrações fornece os benefícios desejados de um melhor acabamento de superfície, vida útil de ferramentas mais longa e, naturalmente, menos ruído.

Os cálculos teóricos de frequências de vibração para

a ferramenta de corte e peças de trabalho são difíceis, devido à forma complexa da ferramenta e freqüentemente também da peça de trabalho e porque a fresa posterior é tencionada tanto por torção quanto por forças de dobra. A medição da vibração durante a usinagem de uma peça de teste é, entretanto, uma tarefa simples. Além disso, a entrada de vibração é facilmente calculada com base no número de dentes e na velocidade (RPM) do eixo da máquina. Desta forma, um teste simples indicará qual diâmetro de ferramenta e os benefícios de espaçamento periférico irregular dos dentes em pelo menos uma realização não se limitam a condições de ressonância. Seja qual for a freqüência natural, a vibração indesejada deve-se ainda ao posicionamento periférico irregular das extremidades de corte. A redução de vibrações a amplitude mínima é um requisito prévio da usinagem correta e econômica por qualquer ferramenta de máquina.

Um protótipo de uma ferramenta de corte elaborado conforme pelo menos uma realização foi testado com os resultados a seguir:

Ferramentas:

Diâmetro da fresa posterior de carbureto de sódio: 12 mm;

Nº 1 - 5 sulcos com divisão de espaços de extremidades de corte desiguais conforme uma realização.

Nº 2 - 5 sulcos com divisão de espaços de extremidades de corte iguais.

Material: aço inoxidável 316L.

Condições de corte:

Aplicação de torneamento: profundidade de corte - 12 mm (1D).

Alim.	N° de ferram.	Veloc. m/min				
mm/t		50	60	70	80	90
0,05	n° 1 - Vibrações	não	não	não	não	não
0,05	n° 2 - Vibrações	lenta	média	alta	alta, formação de lascas	alta, quebrado

Veloc.	N° de ferram.	Alim., mm/t				
m/min		0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
80	n° 1 - Vibrações	não	não	não	não	não
80	n° 2 - Vibrações	lenta	alta	alta, formação de lascas	alta, quebrado	alta, quebrado

5 Desta forma, observou-se que a fresa posterior conforme pelo menos uma realização atingiu os objetivos indicados:

Fresas Posteriores de Carbureto Sólido de cinco sulcos com 12 mm de diâmetro com divisão de espaços de extremidades de corte desiguais conforme uma realização evitam a vibração em uma ampla faixa das velocidades: 50 -

90 m/min e alimentações: 0,03 - 0,07 mm/dente.

Segundo pelo menos uma realização possível, o espaçamento entre dois dentes de uma ferramenta de corte ou fresa posterior é ajustado experimentalmente para cancelar substancial ou ao menos parcialmente a vibração que é causada pelo espaçamento entre os outros dentes. Para explicar adicionalmente como forma de exemplo, em uma fresa posterior com cinco dentes de corte, cada par de dentes adjacentes define uma medição angular entre eles. Conforme discutido acima, as medições angulares não são iguais para todos os cinco pares de dentes de corte, a fim de reduzir substancialmente ou eliminar a ressonância causada por vibrações. A fim de atingir essa redução substancial ou eliminação de vibrações, o espaçamento dos dentes de corte e, desta forma, a medição angular entre eles pode ser selecionado durante o projeto da fresa posterior para cada par de dentes. Se, por exemplo, acreditar-se que um espaçamento angular de pelo menos um par de dentes possui ou realmente apresenta um efeito de cancelamento sobre vibrações causadas por um espaçamento angular diferente de um outro par de dentes para uma fresa posterior para um tipo específico de usinagem, a fresa posterior poderá ser conseqüentemente projetada. A fresa posterior poderá ser testada em seguida sobre uma peça de trabalho de teste, em que as vibrações e/ou ressonância poderão ser medidas e observadas para determinar o grau do efeito de cancelamento. Caso o efeito de cancelamento não seja como desejado, o espaçamento angular poderá ser ajustado até que o efeito de cancelamento desejado seja obtido. Desta forma,

poderá ser projetada uma fresa posterior ou ferramenta de corte que não apenas varie as vibrações de um dente de corte para outro para evitar ressonância, mas sim utilize as vibrações causadas pelo espaçamento de um ou mais pares de dentes até cancelar ao menos parcialmente e, desta forma, reduzir substancialmente ou eliminar as vibrações causadas pelo espaçamento de um ou mais outros pares de dentes. Segundo pelo menos uma realização, o espaçamento ideal ou desejado que cancela mais efetivamente as vibrações poderá possivelmente ser determinado por meio de cálculos teóricos, medição das frequências ou uma de suas combinações.

Breve Descrição das Figuras

As realizações serão agora descritas adicionalmente com referência às figuras anexas, que representam exemplos de realizações. Detalhes estruturais são apenas ilustrados conforme o necessário para sua compreensão fundamental. Os exemplos descritos, em conjunto com os desenhos, tornarão evidente para os técnicos no assunto como outras formas da presente invenção podem ser realizadas.

Nas figuras:

- a Figura 1 é uma vista em elevação de uma fresa posterior conforme pelo menos uma realização;

- a Figura 2 é uma vista posterior de uma fresa posterior com dois dentes conforme pelo menos uma realização;

- a Figura 3 é uma vista posterior

de uma fresa posterior com cinco dentes conforme pelo menos uma realização;

- a Figura 4 é uma vista em elevação de uma fresa posterior conforme pelo menos uma realização, que exhibe variação de sulcos;

- a Figura 4a é um diagrama de uma fresa posterior com três sulcos com um ângulo de hélice de sulco constante em cada dente e um ângulo de hélice de sulco constante de um dente para outro;

- a Figura 4b é um diagrama de uma fresa posterior com três sulcos com um ângulo de hélice de sulco variável de baixo a alto em cada dente e a mesma variação de ângulo de hélice de sulco de um dente para outro;

- a Figura 4c é um diagrama de uma fresa posterior com três sulcos com um ângulo de hélice de sulco variável de alto a baixo em cada dente e a mesma variação do ângulo de hélice de sulco de um dente para outro;

- a Figura 5 é uma vista posterior de uma fresa posterior com seis dentes conforme pelo menos uma realização; e

- a Figura 6 é uma vista posterior de uma fresa posterior com oito dentes conforme pelo menos uma realização que possui dois dentes compensados do local dividido igualmente e dois grupos de dentes com espaços iguais.

Descrição Completa da Invenção

É observada na Figura 1 uma fresa posterior

resistente a trepidações 10 que compreende uma parte de haste 12 para fixação por uma ferramenta de máquina. As partes de corte 14, 16 são observadas sobre o lado e a face posterior. A parte de corte 14 é dividida em quatro dentes 18 por quatro sulcos 20 dispostos entre os dentes 18.

A Fig. 2 exhibe uma fresa posterior com dois dentes 22 e é observada a extremidade de corte posterior 24 de cada dente 18 na parte de corte 16. Um primeiro ângulo B e um segundo ângulo C separam as duas extremidades de corte 24a de um primeiro dente 18a a partir da extremidade de corte 24b do segundo dente. A diferença entre os ângulos A e B é de cerca de 30° no diagrama, mas pode ser de até 60° para fresas posteriores, se desejado. Dever-se-á observar que $A + B = 360^\circ$.

Com referência ao restante das figuras, foram utilizados algarismos de referência similares para identificar partes similares.

A Fig. 3 ilustra uma fresa posterior com cinco dentes 26 em que a diferença entre os primeiro e o segundo ângulos B e C encontra-se na faixa de 0,2 a 30 graus. O diferencial menor é apropriado para ferramentas de corte que possuem cinco dentes (ou mais), conforme observado na figura. Existem dois pares B e C de espaçamento irregular de extremidades de corte e um único vão A que é o ângulo resultante do espaçamento igual, ou seja, 72° no exemplo observado. O mesmo perfil de sulco 28 é utilizado para todos os dentes para simplicidade de fabricação.

Voltando agora para a Fig. 4, é ilustrada uma fresa posterior 30 que exhibe diferentes sulcos 32, 34

dispostos entre extremidades de corte 36 de dentes adjacentes 38. Os dentes adjacentes 38 são espaçados entre si em um ângulo B que excede o ângulo A que resultaria de espaçamento angular igual, conforme observado na Fig. 3.

5 O sulco 32 relativo ao ângulo B é mais largo e profundo que o sulco 34 relativo ao ângulo A, de forma a aumentar a alimentação de refrigerante e facilitar a liberação e remoção de lascas quando os dentes trabalham com alimentação mais alta por dente em comparação com a
10 divisão igual do espaço entre os dentes (por ângulo A).

A Fig. 4A é um diagrama de uma extremidade de três sulcos com um ângulo helicoidal de sulco constante em cada dente e um ângulo helicoidal de sulco constante de um dente para outro.

15 A Fig. 4b é um diagrama de uma fresa posterior com três sulcos com um ângulo helicoidal de sulco variável de baixo para alto em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

20 A Fig. 4c é um diagrama de uma fresa posterior com três sulcos com um ângulo helicoidal de sulco variável de alto para baixo em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

A Fig. 5 exibe uma fresa posterior com seis dentes 40 em que quatro vãos de extremidades de corte A possuem espaços iguais ($A = 60^\circ$), enquanto os dois vãos restantes B e C são irregulares e, em combinação, cobrem os
25 120° restantes.

A Fig. 6 ilustra uma fresa posterior com oito dentes 42. Dois grupos de vãos regulares A alternam-se com

dois grupos de dentes em espaços irregulares B e C.

Outras ferramentas de corte e seus componentes são descritos nas Patentes Norte-Americanas e Pedidos de Patentes Publicados Norte-Americanos publicados a seguir:

5 US 6.991.409 de Noland; US 4.497.600 de Kishimoto; US 4.963.059 de Hiyama; US 2005/0105973 de MacArthur; US 2005/0084341 de Long, II et al; e US 2005/0117982 de Dov et a. Uma outra ferramenta de corte é exibida em um folheto nº HAN03040B da Kennametal Inc. de 2003. As publicações

10 anteriores, bem como todas as demais publicações aqui mencionadas, são incorporadas ao presente como referência como se aqui totalmente descritas.

O escopo das realizações descritas destina-se a incluir todas as realizações que se encontrem dentro do

15 significado das reivindicações a seguir. Os exemplos acima ilustram formas úteis de uma ou mais realizações, mas não devem ser considerados limitadores do seu escopo, pois os técnicos no assunto saberão que modificações e variações adicionais podem ser facilmente formuladas sem abandonar o

20 significado das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Fresa posterior resistente a trepidações, fresa de desbaste, **caracterizada** por compreender uma parte de haste e pelo menos uma parte de corte dividida em uma série de dentes por sulcos dispostos entre os mencionados dentes, em que cada dente possui pelo menos uma extremidade de corte e em que um primeiro ângulo que separa a mencionada extremidade de corte de um primeiro dente a partir da extremidade de corte de um segundo dente adjacente no sentido horário é diferente de um segundo ângulo que separa a mencionada extremidade de corte do mencionado primeiro dente a partir da extremidade de corte de um dente adjacente no sentido anti-horário.

2. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 60 graus.

3. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 30 graus.

4. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a largura e a profundidade de todos os sulcos na mencionada parte de corte é igual.

5. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um

ângulo maior que o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual, em que o mencionado sulco é mais largo e mais profundo que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes com espaços iguais.

5 6. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um
10 ângulo menor que o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual, em que o mencionado sulco é mais estreito e mais raso que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes com espaços iguais.

 7. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a
15 ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco constante em cada dente e um ângulo helicoidal de sulco constante de um dente para outro.

 8. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a
20 ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco variável de baixo para alto em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

 9. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a
25 ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco variável de alto para baixo em cada dente e a mesma variação do ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

 10. Fresa posterior de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que pelo menos

um grupo das mencionadas extremidades de corte é deslocado da posição com espaços iguais e pelo menos um grupo adicional possui extremidades de corte posicionadas em uma configuração com espaços iguais.

5 11. Fresa posterior, **caracterizada** por ser resistente a trepidações e substancialmente conforme descrito nas reivindicações precedentes e com referência às figuras anexas.

10 12. Método de fabricação de fresas posteriores resistentes a trepidações conforme descrito na reivindicação 1, **caracterizado** por o mencionado método compreender as etapas de:

15 (a) formação de uma fresa posterior que possui espaçamento angular desigual entre dentes adjacentes, em que a vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um par de dentes adjacentes é configurada para cancelar pelo menos uma parte da vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um outro par de dentes adjacentes;

20 (b) corte de uma peça de trabalho de teste com a fresa posterior e medição das vibrações e ressonância causadas pelo espaçamento angular entre dentes adjacentes;

25 (c) mediante detecção de níveis indesejados de vibração e ressonância, ajuste do espaçamento angular entre dentes adjacentes para reduzir a vibração e ressonância e formação de uma outra fresa posterior que possui o espaçamento angular ajustado;

(d) corte de uma peça de trabalho de

teste com a fresa posterior ajustada e medição de vibrações e ressonância causadas pelo espaçamento angular ajustado entre dentes adjacentes;

(e) repetição das etapas (c) e (d) até a formação de uma fresa posterior na qual uma vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um par de dentes adjacentes cancela pelo menos uma parte da vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um outro par de dentes adjacentes; e

(f) elaboração de pelo menos uma fresa posterior de produção de acordo com a fresa posterior produzida de acordo com a etapa (e).

13. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 60 graus.

14. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a diferença entre o mencionado primeiro e o mencionado segundo ângulo encontra-se na faixa de 0,2 a 30 graus.

15. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a largura e a profundidade de todos os sulcos na mencionada parte de corte é igual.

16. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um ângulo que excede o ângulo que resultaria do espaçamento

angular igual, em que o mencionado sulco é mais largo e mais profundo que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes com espaços iguais.

17. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre si em um ângulo menor que o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual, em que o mencionado sulco é mais estreito e mais raso que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes com espaços iguais.

18. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco constante em cada dente e um ângulo helicoidal de sulco constante de um dente para outro.

19. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco variável de baixo para alto em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

20. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a ferramenta possui um ângulo helicoidal de sulco variável de alto para baixo em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

21. Método de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos um grupo das mencionadas extremidades de corte é deslocado

da posição com espaços iguais e pelo menos um grupo adicional possui extremidades de corte posicionadas em uma configuração com espaços iguais.

22. Método de fabricação de fresas posteriores resistentes a trepidações, **caracterizado** pelo fato de o mencionado método compreender as etapas de:

(a) formação de uma fresa posterior que possui espaçamento angular desigual entre dentes adjacentes, em que a vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um par de dentes adjacentes é configurada para cancelar pelo menos uma parte da vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um outro par de dentes adjacentes;

(b) corte de uma peça de trabalho de teste com a fresa posterior e medição de vibrações e ressonância causadas pelo espaçamento angular entre dentes adjacentes;

(c) mediante detecção de níveis indesejados de vibração e ressonância, ajuste do espaçamento angular entre dentes adjacentes para reduzir vibração e ressonância e formação de uma outra fresa posterior que possui o espaçamento angular ajustado;

(d) corte de uma peça de trabalho de teste com a fresa posterior ajustada e medição de vibrações e ressonância causadas pelo espaçamento angular ajustado entre dentes adjacentes;

(e) repetição das etapas (c) e (d) até a formação de uma fresa posterior na qual a vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um par

de dentes adjacentes cancela pelo menos uma parte da vibração produzida pelo espaçamento angular entre pelo menos um outro par de dentes adjacentes; e

(f) elaboração de pelo menos uma fresa posterior de produção conforme a fresa posterior produzida de acordo com a etapa (e).

23. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior em que a diferença entre o espaçamento angular de pelo menos dois pares de dentes adjacentes encontra-se na faixa de 0,2 a 60 graus.

24. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior em que a diferença entre o espaçamento angular de pelo menos dois pares de dentes adjacentes encontra-se na faixa de 0,2 a 30 graus.

25. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior em que a largura e a profundidade de todos os sulcos em uma parte de corte da fresa posterior são iguais.

26. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior em que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, em que os mencionados dentes adjacentes

são espaçados entre si em um ângulo que excede o ângulo que resultaria do espaçamento angular igual e o mencionado sulco é mais largo e profundo que um segundo sulco apropriado para um par de dentes adjacentes com espaços iguais.

27. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior em que um sulco é disposto entre dois dentes adjacentes, os mencionados dentes adjacentes são espaçados entre em um ângulo menor que o ângulo que resultaria de espaçamento angular igual e o mencionado sulco é mais estreito e raso que um segundo sulco apropriado a um par de dentes adjacentes em espaços iguais.

28. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior que possui um ângulo helicoidal de sulco constante em cada dente e um ângulo helicoidal de sulco constante de um dente para outro.

29. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior que possui um ângulo helicoidal de sulco variável de baixo para alto em cada dente e a mesma variação de ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

30. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que o

mencionado método compreende adicionalmente a formação de uma fresa posterior que possui um ângulo helicoidal de sulco variável de alto para baixo em cada dente e a mesma variação do ângulo helicoidal de sulco de um dente para outro.

31. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos um grupo das mencionadas extremidades de corte é deslocado da posição com espaços iguais e pelo menos um grupo adicional possui extremidades de corte posicionadas em uma configuração com espaços iguais.

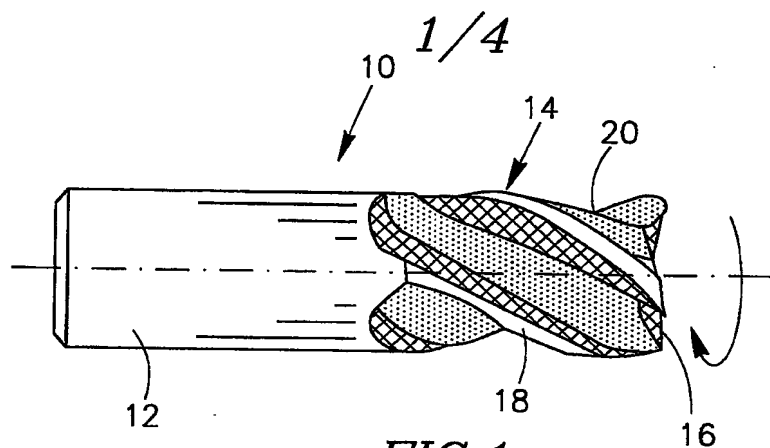


FIG. 1

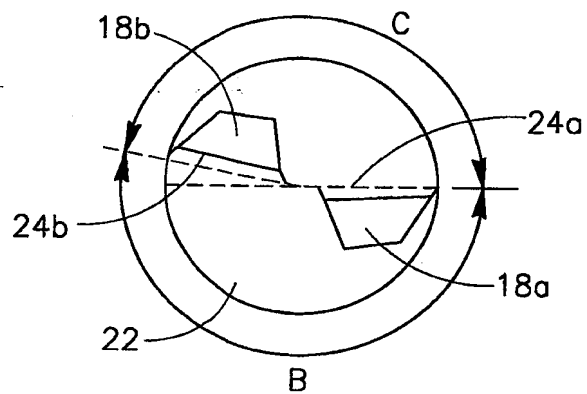


FIG. 2

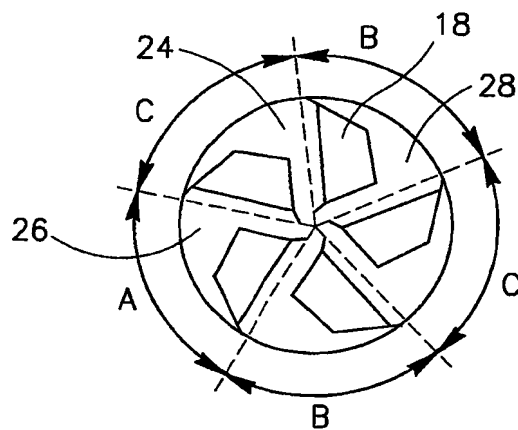
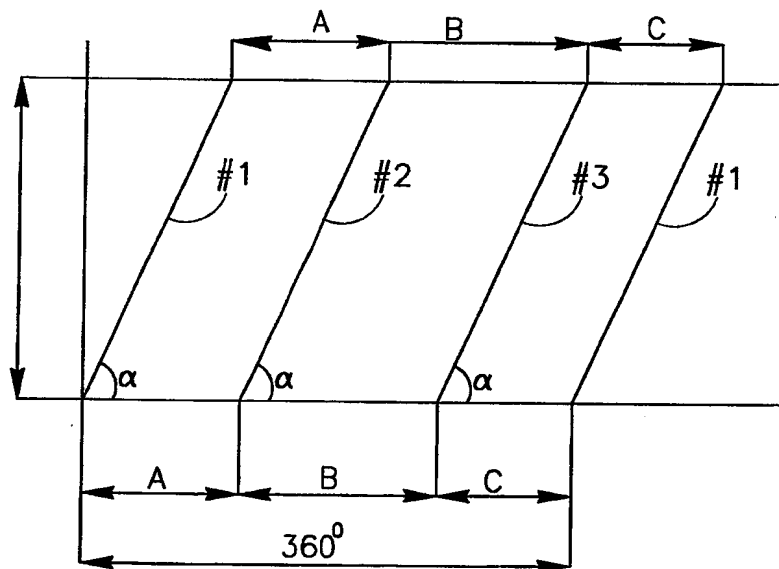
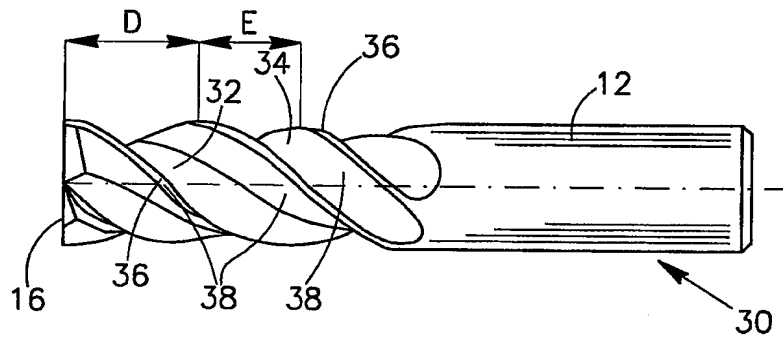


FIG. 3

2/4



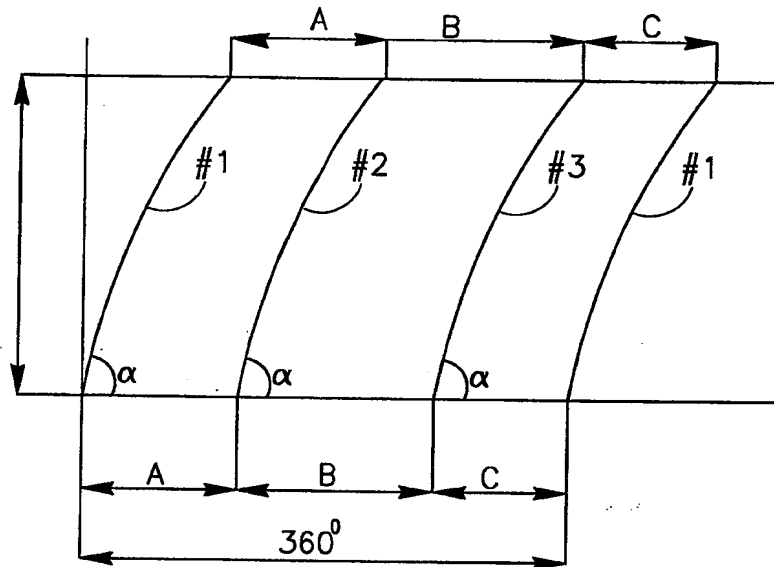
$3/4$ 

FIG. 4B

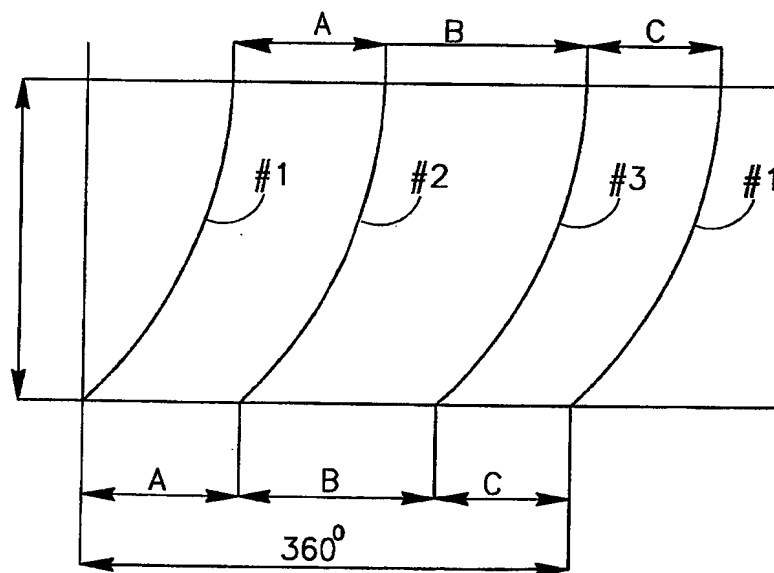


FIG. 4C

4/4

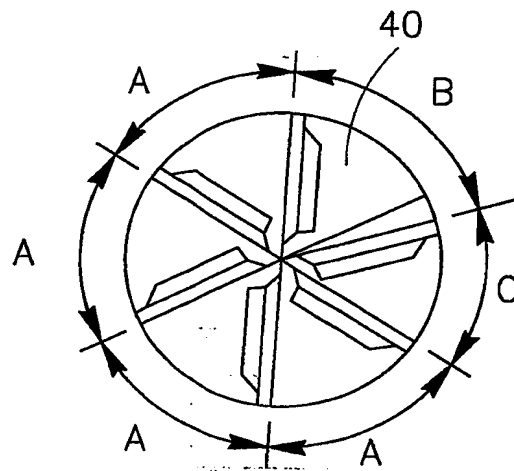


FIG. 5

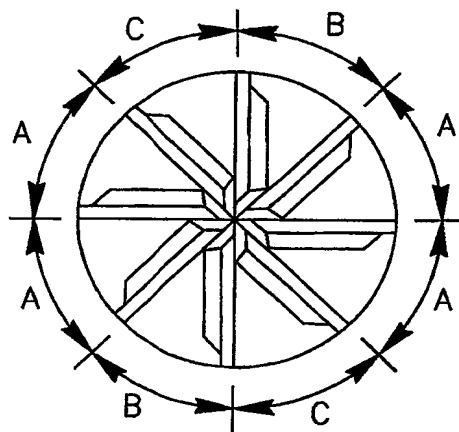


FIG. 6

RESUMO

**FRESA POSTERIOR RESISTENTE A TREPIDAÇÕES E MÉTODOS DE
FABRICAÇÃO DESTA**

A presente invenção refere-se a uma fresa
5 posterior resistente a trepidações e um método de
fabricação dessa fresa, em que os dentes da fresa
posterior possuem espaços irregulares entre si para
reduzir substancialmente ou eliminar vibrações
produzidas durante o corte de uma peça de trabalho.