



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

(11) PI 0415439-8 B1

(22) Data do Depósito: 12/10/2004

(45) Data de Concessão: 14/03/2017



(54) Título: FERRAMENTA EM FORMA DE DISCO

(51) Int.Cl.: B27B 33/08

(30) Prioridade Unionista: 17/10/2003 JP 2003-358421

(73) Titular(es): KANEFUSA KABUSHIKI KAISHA

(72) Inventor(es): SATORU NISHIO; TOMOYUKI IINUMA; YASUTAKA NAKAJIMA

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"FERRAMENTA EM FORMA DE DISCO"**.

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a uma ferramenta em forma de disco tal como uma lâmina de serra circular usada para processar materiais sem estar limitada a qualquer material específico, porém sendo aplicável à madeira, materiais de estrutura fibrosa, plásticos, ferro e aço, material não ferroso ou semelhante, mais especificamente trata de uma ferramenta em forma de disco em que a vibração ou onduação que acompanha a ação de corte é de ocorrência pouco provável.

Técnica Anterior

[002] Convencionalmente, uma variedade de formas de fendas que são aberturas alongadas formadas em um metal base de uma lâmina de serra circular, tem sido propostas neste tipo de ferramenta em forma de disco. Por exemplo, a publicação de pedido de patente japonesa nº46-21356, a publicação de pedido de Modelo de Utilidade nº 5-18010, a patente EP nº 0640422A1, e a patente alemã nº19648129A1 têm apresentado este tipo de lâmina de serra circular. É fato bem conhecido que a presença de uma fenda dessa natureza aumenta o número de revoluções crítico da lâmina de serra circular e adicionalmente o preenchimento da fenda com resina torna improvável a ocorrência de ruído e vibração que afetam negativamente a qualidade da face de corte. O número de revoluções crítico é um número de revoluções que gera cambamento em uma lâmina de serra circular e genericamente a lâmina de serra circular é usada a um número de revoluções inferior ao crítico. Todavia, como a disposição e a inteira forma da fenda está relacionada com a rigidez e o número de revoluções crítico da lâmina de serra circular e como afeta a durabilidade e a supressão de vibração não foi esclarecido e por conseguinte não é claro se ou não uma

fenda dotada de uma forma apropriada é formada em uma posição apropriada.

[003] A requerente analisou em detalhe como a disposição e a inteira configuração da fenda formada na ferramenta em forma de disco afeta a rigidez da ferramenta em forma de disco, o número de revoluções crítico e a vibração, confirmou o resultado de sua análise baseada sobre resultados de experimentos específicos de modo a investigar aqueles resultados e chegou então a presente invenção baseada sobre aqueles resultados.

[004] A presente invenção se propõe a resolver o problema acima descrito e apresentar uma ferramenta em forma de disco que tem uma alta rigidez e um número de revoluções crítico elevado e assegura uma alta durabilidade e que é improvável de gerar uma vibração que acompanhe o trabalho de corte pelo especificar a posição, disposição e condição das fendas.

Descrição da Invenção

[005] O aspecto característico da configuração da presente invenção para realizar o objetivo acima descrito reside em uma ferramenta em forma de disco em que uma pluralidade de regiões virtuais é formada de tal maneira que seja circundada por duas linhas radiais se estendendo de um centro de rotação de um metal base e dois círculos concêntricos sobre o metal base dispostos em torno do centro de rotação são dispostos continuamente em uma direção circunferente sobre o metal base em forma de disco ao passo que uma única fenda é prevista em cada região virtual para que estabeleça contato com todas as duas linhas radiais e os dois círculos concêntricos, em que um ângulo central formado pelas duas linhas radiais é igual a ou inferior a 90 graus, o número das regiões virtuais é de 4 a 24, o círculo concêntrico localizado em um centro de um intervalo de dois círculos concêntricos formando a região virtual está em uma faixa de $0,6r$ a $0,8r$ com respei-

to ao centro de rotação do metal base quando um máximo raio de fundo de dente do metal base é r , uma superposição das regiões virtuais continuamente confinantes está em uma faixa de 0° a 12° em termos do ângulo central em torno do centro de rotação, uma distância de adjacência mínima entre as fendas contíguas é igual a ou maior que $0,05r$, e uma relação de uma extensão de um arco do círculo concêntrico central em cada região virtual com respeito ao intervalo dos dois círculos concêntricos na região virtual é de 3 para 6.

[006] De acordo com uma modalidade da presente invenção, se o máximo raio de fundo de dente do metal base é presumido ser de r quando uma lâmina de serra circular munida da fenda 14 conforme mostrada na figura 1 é tomada como uma ferramenta em forma de disco, a relação entre a rigidez R (kgf/mm) e o número de revoluções crítico min/Ncr (rpm) da ferramenta em forma de disco em torno da posição na direção radial do círculo concêntrico central localizado no centro dos dois círculos concêntricos formando a região virtual foi obtido pela análise de modelo de elementos finitos (FEM) usando um computador. Como software da análise FEM, foi usado o ANSYS (fabricado pela ANSYS do Japão). Como valores de referência da rigidez R e número de revoluções crítico, foi empregada a rigidez R de 0,59 kgf/mm ou maior e o número de revoluções crítico de 4,430 rpm ou maior, que são valores de uma lâmina de serra circular desprovida de fenda em um metal base convencional como mostrado na figura 8 (tendo quatro fendas na periferia externa). Como resultado, como mostrado na figura 3, no caso onde a posição do círculo concêntrico central foi sobre $0,6r$, a rigidez R foi mais alta que o valor de referência. No caso onde a posição do círculo concêntrico central foi abaixo de $0,8r$, o número de revoluções crítico foi mais alto que o valor de referência. Por conseguinte, a posição do círculo concêntrico central foi especificada estar em uma faixa de $0,6r$ a $0,8r$.

[007] A seguir, a relação da extensão de um arco na região virtual do círculo concêntrico central com respeito ao intervalo dos dois círculos concêntricos na região virtual foi obtida no caso onde a posição do círculo concêntrico central foi de $0,8r$ e de $0,6r$. Quando a posição do círculo concêntrico central é de $0,8r$, a relação do número de revoluções crítico necessita ser superior a 3 embora inexista qualquer problema na rigidez R como mostrado na figura 4. No caso onde a posição do círculo concêntrico central é de $0,6r$, a relação da rigidez R necessita estar abaixo de 6 como mostrado na figura 5 e inexiste qualquer problema no número de revoluções crítico. Como resultado, a relação da extensão do arco com respeito ao intervalo dos círculos concêntricos foi especificada estar em uma faixa de 3 a 6.

[008] A seguir, uma faixa sobreposta de regiões virtuais continuamente contíguas foi obtida. No caso onde a posição do círculo concêntrico central é de $0,7r$, a rigidez R não apresenta qualquer problema se o ângulo de sobreposição é igual a ou inferior a 12° e o número de revoluções crítico é igual a ou maior que -1° como mostrado na figura 6. Outrossim, considerando-se o resultado de uma análise no caso onde a posição do círculo concêntrico central é de $0,6r$ e $0,8r$, o ângulo de sobreposição foi especificado estar em uma faixa de 0° a 12° .

[009] Entrementes, se o ângulo central formado pelas duas linhas radiais exceder de 90° , a rigidez da lâmina de serra circular de maneira que quatro ou mais regiões virtuais são requeridas. Mesmo se a quantidade das regiões virtuais exceder 24, a característica não sofre grande alteração, desse modo aumentando o custo para a formação da fenda. Outrossim, se a distância de adjacência mínima de fendas contíguas é menor que $0,05r$ ou inferior a $0,08r$ sob uma condição severa específica, um intervalo entre as fendas é provavelmente curto-circuitado de forma que existe um temor de que a lâmina de serra circular possa ser facilmente danificada.

[0010] Outrossim não somente a pluralidade de regiões virtuais pode ser formada na mesma configuração. Pelo formar a pluralidade de regiões virtuais na mesma configuração, a propriedade simétrica na direção de rotação da lâmina de serra circular é assegurada, desse modo aumentando a produtividade e aperfeiçoando o sentido estético visual.

[0011] Além disso, não somente a pluralidade de regiões virtuais pode ser formada com a mesma configuração porém também as fendas formadas na pluralidade de regiões virtuais podem ser formadas com a mesma configuração. Devido à pluralidade de regiões virtuais ser formada com a mesma configuração e as fendas formadas na pluralidade de regiões virtuais serem formadas na mesma configuração, as propriedades simétricas na direção de rotação da lâmina de serra circular é assegurada, desse modo elevando adicionalmente a produtividade e aperfeiçoando o sentido estético visual.

[0012] De acordo com uma modalidade da presente invenção, devido à posição de disposição e condição das fendas a serem previstas na ferramenta em forma de disco tal como a lâmina de serra circular serem especificadas concretamente, as presentes invenções pode suprimir a geração de ruído e vibração que afeta negativamente a qualidade de uma face de corte enquanto mantendo a rigidez e o número de revoluções crítico igual ou maior que em uma lâmina de serra circular convencional e assegurando uma alta durabilidade. Além disso, devido à pluralidade de regiões virtuais ser formada com a mesma configuração e as fendas nas respectivas regiões virtuais serem formadas com a mesma configuração, as propriedades simétricas na direção de rotação da ferramenta em forma de disco é assegurada, desse modo aumentando a produtividade e aperfeiçoando um sentido estético visual.

[0013] A figura 1 é uma vista lateral mostrando uma lâmina de ser-

ra circular de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[0014] A figura 2 é uma vista lateral parcialmente ampliada mostrando ampliada uma parte maior da lâmina de serra circular;

[0015] A figura 3 é um gráfico mostrando uma relação entre uma posição em uma direção radial de um círculo concêntrico central localizado em um centro de um intervalo entre dois círculos concêntricos formando uma região virtual da lâmina de serra circular, um valor de rigidez R (kgf/mm) e o número de revoluções crítico min-Ncr (rpm) da lâmina de serra circular;

[0016] A figura 4 é um gráfico mostrando uma relação entre uma razão de extensão de um arco (a posição do círculo concêntrico central é $0,8r$) dentro da região virtual do círculo concêntrico central com respeito ao intervalo dos dois círculos concêntricos de cada região virtual, a rigidez R e o número de revoluções crítico min-Ncr da lâmina de serra circular.

[0017] A figura 5 é um gráfico mostrando uma relação entre a razão de uma extensão de arco (a posição do círculo concêntrico central é $0,6r$) dentro da região virtual do círculo concêntrico central com respeito ao intervalo de dois círculos concêntricos de cada região virtual, a rigidez E e o número de revoluções crítico min-Ncr da lâmina de serra circular.

[0018] A figura 6 é um gráfico mostrando uma relação entre um ângulo de sobreposição das regiões virtuais continuamente contíguas, a rigidez R e o número de revoluções crítico min-Ncr da lâmina de serra circular;

[0019] A figura 7 é uma vista lateral mostrando uma lâmina de serra circular de acordo com uma modificação; e

[0020] A figura 8 é uma vista lateral mostrando uma lâmina de serra circular convencional.

Melhor modo de Realização da Invenção

[0021] A seguir, uma modalidade da presente invenção será descrita com referência aos desenhos apensos. A figura 1 é uma vista lateral mostrando uma lâmina de serra circular para cortar alumínio de acordo com a modalidade da presente invenção. A figura 2 é uma vista lateral parcialmente ampliada mostrando uma parte maior da lâmina de serra circular. A lâmina de serra circular 10 é provida de um metal base discíforme 11 e de dentes 12. Os dentes 12 sobressaem externamente de múltiplas posições continuamente dispostas a um intervalo igual sobre uma periferia externa do metal base 11. O metal base 11 tem um orifício de eixo central 11a e fenda na periferia externa 11b que se estendem ligeiramente da periferia externa do fundo de cada dente em seis posições dispostas a um intervalo igual em uma direção circunferente enquanto arredondados na forma de um arco internamente. O metal base 11 contém quatorze regiões virtuais 13 que são formadas por duas linhas radiais 13a, 13b se estendendo de um centro de rotação da mesma e dois círculos concêntricos 13c, 13d sobre o metal base formados em torno do centro de rotação, as regiões virtuais 13 sendo previstas continuamente em torno do centro de rotação. Cada uma das regiões virtuais 13 contém uma única fenda 14 que faz contato com as duas linhas radiais 13a e 13b e os dois círculos concêntricos 13c e 13d, a única fenda 14 sendo formada por processamento a laser ou similar.

[0022] Quanto à fenda 14, um ângulo central formado pelas duas linhas radiais em torno do centro de rotação é substancialmente de 34° e é dividido em termos do ângulo central em três seções, a parte dianteira de pequeno diâmetro 14a, a parte inclinada central 14b e a parte traseira de grande diâmetro 14c, que são formadas continuamente conforme visto do lado dianteiro na direção de rotação. O raio da parte dianteira de pequeno diâmetro 14a é de substancialmente $0,64r$ e o raio da parte traseira de grande diâmetro 14c é substancialmente de

0,76r. Aqui, "r" indica um raio de um máximo raio de fundo de dente do metal base 11, isto é, um raio do centro do metal base para uma raiz do dente 12. A parte central inclinada 14b é disposta obliquamente entre a parte dianteira de pequeno diâmetro 14a e a parte traseira de grande diâmetro 14c e uma parte de junção que é uma fronteira entre a parte dianteira de pequeno diâmetro 14a e a parte traseira de grande diâmetro 14c é conformada em uma forma de arco. Em consequência, a posição do círculo concêntrico central 13e na direção radial (posição no sentido radial) localizada no centro de um intervalo entre dois círculos concêntricos 13c e 13d formando a região virtual 13 é de 0,7r.

[0023] Superpondo-se às regiões virtuais continuamente adjacentes 13 existe um ângulo central θ_s de cerca de $8,29^\circ$ que é um ângulo em torno do centro de rotação. A distância de adjacência mínima entre as fendas contíguas 14 é de cerca de 0,1r. A relação (relação de fenda horizontal para vertical) da extensão de um arco de 0,415r dentro da região virtual 13 do círculo concêntrico central 13e com respeito a um intervalo entre os dois círculos concêntricos em cada uma das regiões virtuais 13 de 0,104r é de cerca de 3,99.

[0024] De acordo com a modalidade dotada da estrutura acima descrita, a posição de disposição e condição da fenda 14 a ser prevista na lâmina de serra circular 10 são especificadas dentro da faixa numérica acima descrita. Como resultado, a modalidade pode aumentar a durabilidade e suprimir a geração de ruído e a vibração que afeta negativamente a qualidade de uma face de corte enquanto mantendo uma rigidez e número de revoluções crítico característicos que são equivalentes a uma lâmina de serra igual ou superior a uma lâmina de serra circular convencional desprovida de qualquer fenda no seu metal base. Outrossim, devido à fenda 14 ser formada dentro de cada uma das regiões virtuais 13 é conformada com o mesmo perfil assim como ao perfil de cada uma da pluralidade de regiões virtuais 13 é confor-

mada com o mesmo perfil, uma propriedade simétrica na direção de rotação da lâmina de serra circular 10 é assegurada e a produtividade e o sentido estético visual são intensificados. Todavia, a pluralidade de regiões virtuais nem sempre necessita ter o mesmo perfil enquanto preservando uma rigidez e número de revoluções crítico que são equivalentes ou mais altos que uma lâmina de serra circular convencional desprovida de fenda no seu metal base. Além disso, devido à fenda 14 formada dentro de cada uma das regiões virtuais 13 ser formada com o mesmo perfil assim como com o perfil de cada uma da pluralidade de regiões virtuais 13 é formado com a mesma configuração, uma propriedade simétrica na direção de rotação da lâmina de serra circular 10 é assegurada e a produtividade e sentido estético visual são intensificados. Todavia, a pluralidade de regiões virtuais nem sempre necessita ter a mesma forma ou o perfil da fenda nem sempre necessita ser idêntico.

[0025] A seguir, uma modificação da modalidade acima será descrita.

[0026] Uma lâmina de serra circular 20 da modificação é de tal modo construída que como mostrado na figura 7, quatro dentes 22 dispostos a um intervalo igual de um passo continuamente e um dente 23 deslocado por um passo de 1,5 deste são projetados como uma combinação externamente na direção de diâmetro de uma pluralidade de posições da periferia externa de um metal base em forma de disco 21. A quantidade dos dentes 22 distribuídos a intervalos iguais pode ser de três ou cinco embora de preferência seja de quatro. A configuração da fenda 24 formada sobre o metal base 21 e da região virtual (não mostrada) é a mesma da fenda 14 e da região virtual 13 da modalidade acima.

[0027] A lâmina de serra circular 20 da modificação assegura o mesmo efeito da modalidade acima pelo munir a mesma de fendas

predeterminadas, tendo se evidenciado que a inclusão de um dente 23 deslocado em passo na pluralidade de dentes distribuídos a um passo idêntico é de grande eficácia para o corte de um tubo metálico tal como de aço e ferro.

[0028] A seguir, experimentos específicos com a modalidade acima descrita e com sua modificação passam a ser descrito.

[0029] Como peça de teste, peças de teste 1 para o corte de material de alumínio da modalidade tradicional e peças de teste 2 para o corte de aço/ferro da modificação foram preparadas. As peças de teste 1 são lâminas de serra circulares baseadas sobre três tipos de especificações (diâmetro externo x espessura de dente x espessura de metal base x diâmetro de furo central x número de dentes (1) a (3) tendo a estrutura de fenda acima descrita como mostrada na Tabela 1 abaixo, estas lâminas de serra circulares munidas de seis fendas de periferia externa se estendendo em 10 mm da periferia externa para o centro de rotação. A condição de corte é um número de revoluções N e uma velocidade de alimentação F, que é diferente para cada uma as lâminas de serra circulares. O material do objeto a ser cortado é material extrusado de alumínio A6063.

[0030] As peças de testes 2 são lâminas de serra circulares baseadas sobre dois tipos de especificações (1) e (2) tendo a estrutura de fenda acima descrita (diâmetro externo x espessura de dente x espessura de metal base x diâmetro de furo central x número de dentes) e não têm quaisquer fendas na sua periferia externa. A condição de corte é um número de revoluções N e uma velocidade de alimentação F, que são comuns. Os materiais do objeto a ser cortado são respectivos tipos de tubos de aço, STKM13C, 15A, e 15B.

Tabela 1

	Peça de Teste 1(para alumínio)	Peça de Teste 2(para o tubo)
Posição na direção radial 0,6~0,8	0,7 vezes de raio de fundo de dente	0,7 vezes de raio de fundo de dente
Ângulo de sobreposição 0°~12°	6.29°	6.29°
Relação de fenda horizontal para vertical 3~6 vezes	3,76 vezes	3,76 vezes
Especificações das lâminas de serra circulares	(1)Φ405xT2.0xt1.5xΦ25.1x011Z (2)Φ610xT3,3xt2,7xΦ40x38Z (3)Φ650xT3.5xt3.0xΦ40x138Z *fendas periferia externa 10mm x 6	(1)Φ285xT2.0xt1.75xΦ40x80Z (2)Φ285xT1.6xt1.3xΦ40x80Z * Ausência de fendas na periferia externa
Condição cortante	(1)N-4.500rpm. F=5m/min (2)N-3,000rpm F=5m/min (3)n-2-830rpm F=5m/min	Ambas (1) (2) N-130rpm, F0,52m/min
Durabilidade (comparada com uma lâmina de serra circular convencional)	Cerca de 1,5 vezes	Cerca de 1,5 vezes
Materiais do objeto a ser cortado	Respectivos tipos de perfis produzidos de material de alumínio extrusado	STKM13CΦ20.38xt3 STKM26AΦ22;38xt2 STKM15BΦ51.2xt3. 1

[0031] O resultado do experimento mostra que a durabilidade de

ambas as peças de teste 1 e 2 é aumentada em cerca de 1,5 vezes quando comparada com uma lâmina de serra circular convencional mostrada na figura 8. Isto é, este é um resultado produzido devido à rigidez e ao número de revoluções crítico das peças de teste terem sido aumentadas quando comparadas com aqueles de um produto convencional. Devido ao número de revoluções crítico ter sido aumentado, a vibração que acompanha um trabalho de corte é suprimida quando comparada com o produto convencional, desse modo suprimindo a geração de ruído e aumentando a precisão de processamento sobre uma face cortante.

[0032] Embora na modalidade acima, o fundo de dente da lâmina de serra circular seja formado de maneira uniforme, o fundo de dente pode ser não-uniforme e naquele caso, como o valor de r , o máximo raio de fundo de dente é utilizado. Na modalidade acima descrita, a geração de vibração é proposta para ser suprimida enquanto mantendo a rigidez e número de revoluções crítico apropriados pelo especificar a fenda a ser prevista na lâmina de serra circular. Uma condição especificadora de fenda dessa natureza não está limitada à lâmina de serra circular porém é aplicável a outras ferramentas cortantes rotativas disciformes, por exemplo rebolos de esmeril cortantes em forma de disco, lâminas rotatórias de fender e semelhantes.

Aplicabilidade Industrial

[0033] A presente invenção é muito vantajosa para o projeto ou semelhante de uma ferramenta disciforme pelo fato da posição de disposição e o inteiro perfil da fenda formada na ferramenta disciforme ser definindo, desse modo aumentado a rigidez e o número de revoluções crítico da ferramenta disciforme, de tal maneira que a geração de vibração pode ser suprimida.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta em forma de disco em que uma pluralidade de regiões virtuais é de tal modo formada a serem circundadas por duas linhas radiais se estendendo de um centro de rotação de um metal base em forma de disco e dois círculos concêntricos sobre o metal base dispostos em torno do centro de rotação são dispostos continuamente em uma direção circunferente sobre o metal base em forma de disco enquanto uma única fenda é prevista em cada uma das regiões virtuais de modo a estabelecer contato com todas as duas linhas radiais e dois círculos concêntricos **caracterizada pelo fato de que:**

um ângulo central formado pelas duas linhas radiais é igual a ou inferior a 90 graus;

as regiões virtuais são 4 a 24 em número;

o círculo concêntrico localizado em um centro de um intervalo dos dois círculos concêntricos formando a região virtual está em uma faixa de $0,6r$ a $0,8r$ com respeito ao centro de rotação do metal base quando um máximo raio de fundo de dente do metal base é r :

uma superposição das regiões virtuais continuamente confinantes entre si está em uma faixa de 0° a 12° em termos do ângulo central em torno do centro de rotação;

uma distância de adjacência mínima entre as fendas contíguas é igual a ou maior que $0,05r$;

e uma relação de uma extensão de um arco do círculo concêntrico central na região virtual com respeito ao intervalo dos dois círculos concêntricos na região virtual é de 3 para 6.

2. Ferramenta em forma de disco, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a pluralidade de regiões virtuais tem a mesma forma.

3. Ferramenta em forma de disco, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada pelo fato de que** as fendas formadas na plu-

ralidade de regiões virtuais são do mesmo formato.

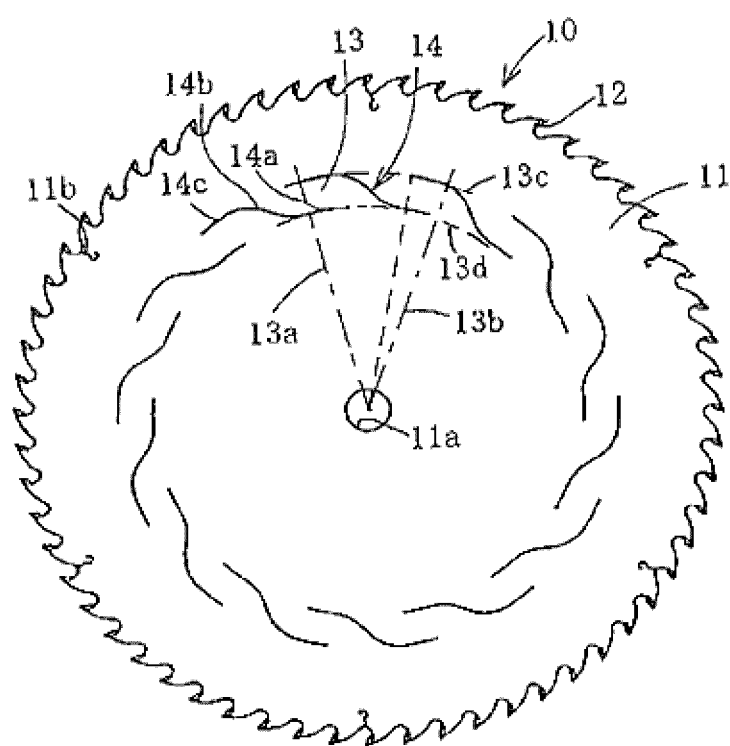
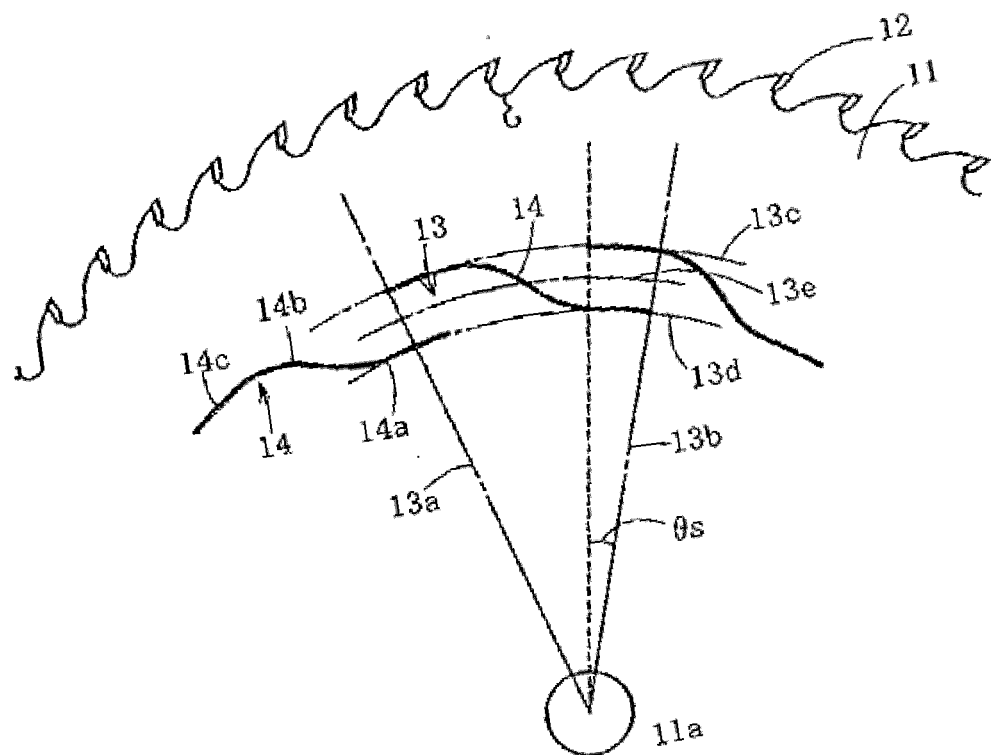


Fig. 1

**Fig. 2**

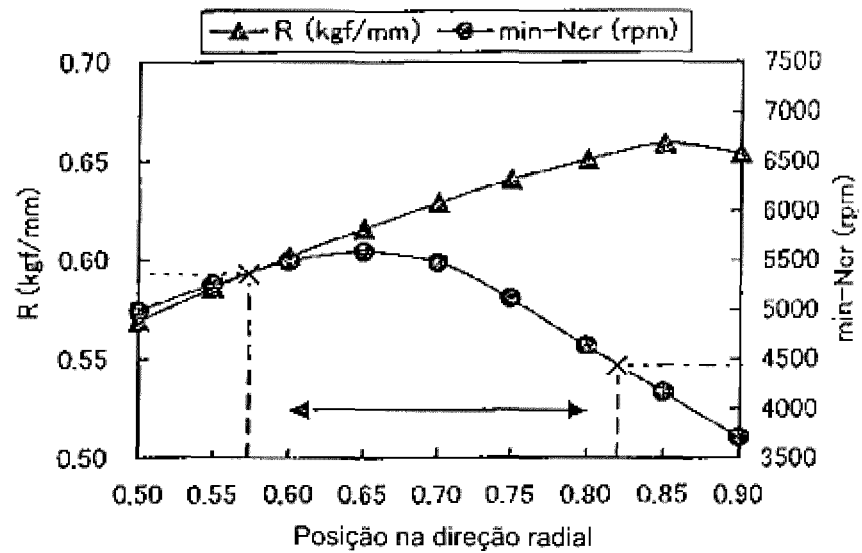


Fig. 3

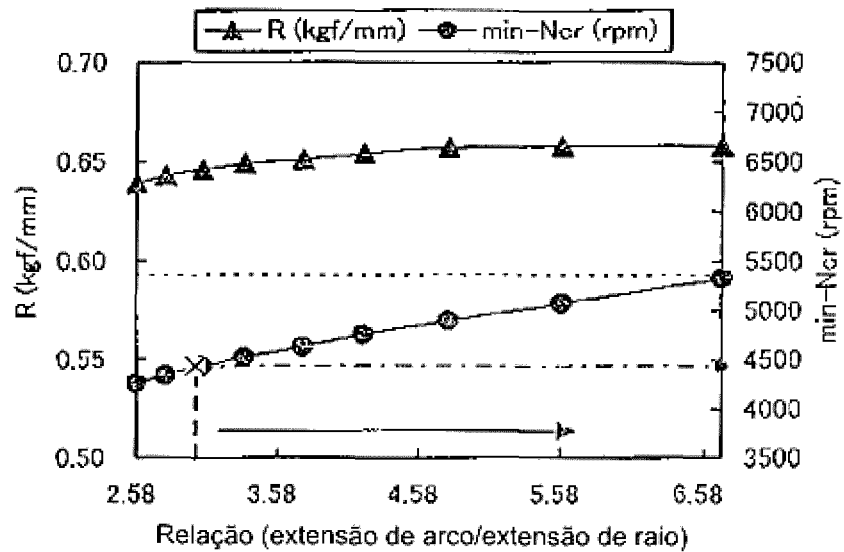


Fig. 4

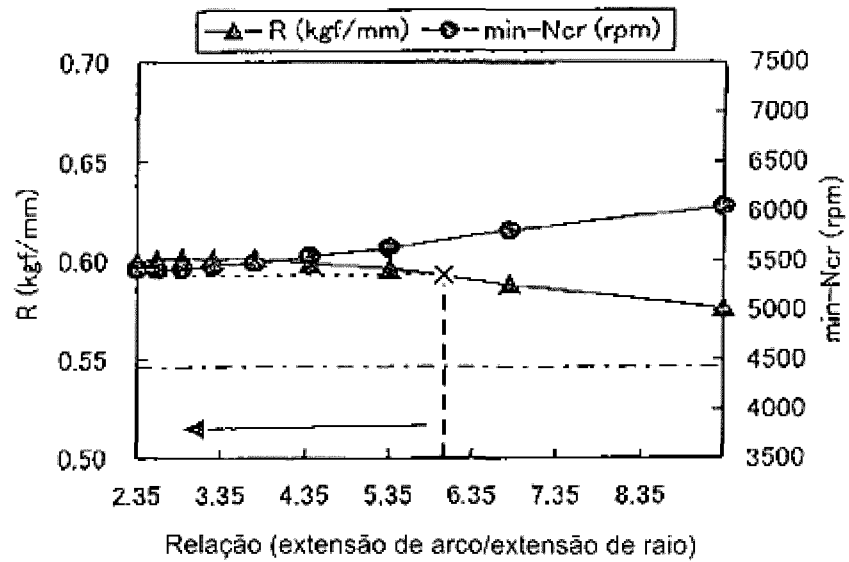


Fig. 5

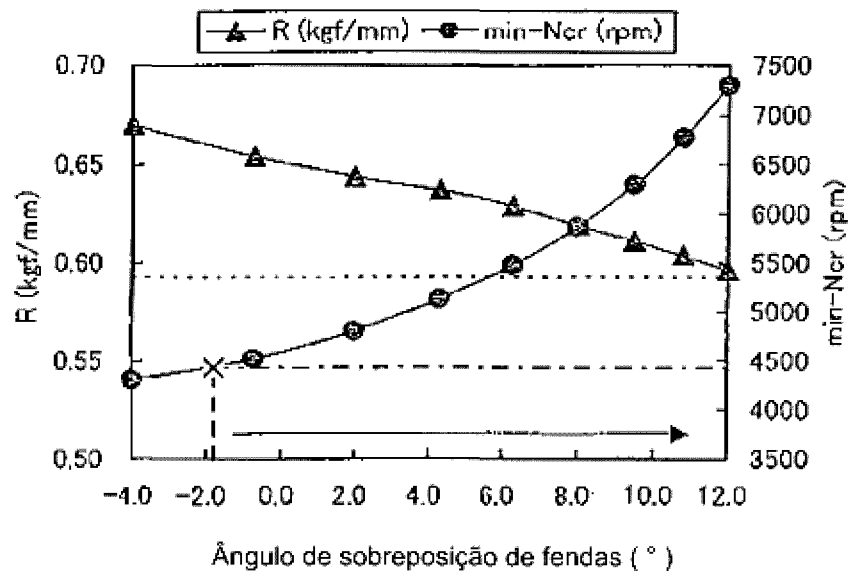


Fig. 6

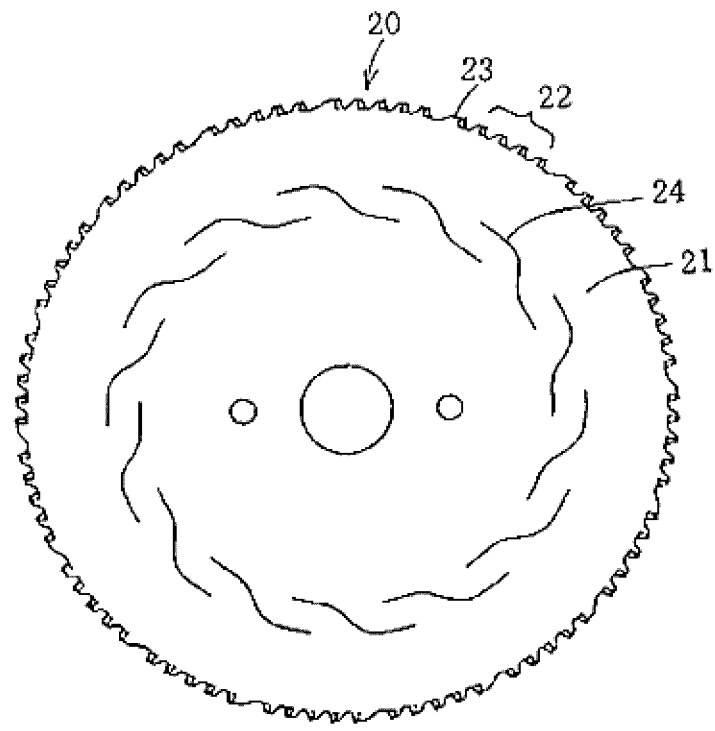


Fig. 7

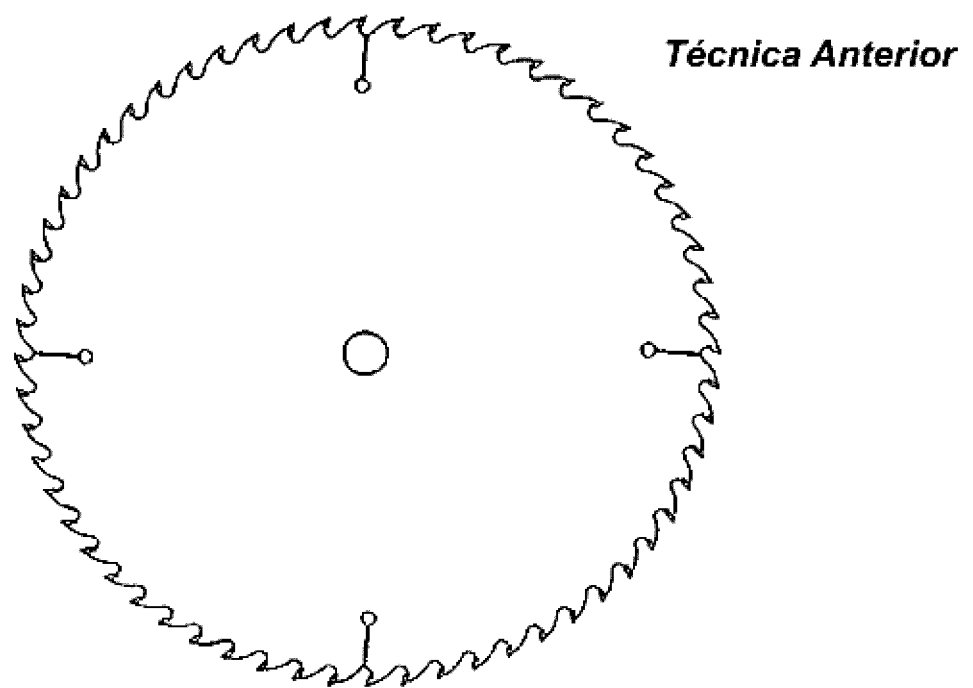


Fig. 8