



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

**(11) BR 112018069775-3 B1**



**(22) Data do Depósito:** 27/03/2017

**(45) Data de Concessão:** 12/07/2022

---

**(54) Título:** CABEÇOTE DE FRESAGEM FRONTAL SUBSTITUÍVEL, E, CONJUNTO DE FRESAGEM FRONTAL

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

**(30) Prioridade Unionista:** 12/04/2016 US 15/096,806.

**(73) Titular(es):** ISCAR LTD..

**(72) Inventor(es):** ELIYAHU BUDDA; JACOB HARPAZ; ELY ERLICH.

**(86) Pedido PCT:** PCT IL2017050379 de 27/03/2017

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/179037 de 19/10/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 27/09/2018

**(57) Resumo:** Uma cabeça de fresagem frontal substituível (14) configurada para girar em torno de um eixo geométrico de rotação central (AR). A cabeça (14) inclui uma porção de corte (36) e uma porção de conector de haste rosqueada integralmente formada (34), sendo esta última configurada para conectar a uma haste (12). Uma razão comprimento-diâmetro LDR, definida como um comprimento de porção de corte LC dividido por um diâmetro de porção de corte DE, cumpre a condição:  $0,3 = LDR = 1,00$ .

**“CABEÇOTE DE FRESAGEM FRONTAL SUBSTITUÍVEL, E, CONJUNTO DE FRESAGEM FRONTAL”**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A matéria do presente pedido refere-se a cabeçotes de fresagem substituíveis e, mais particularmente, a cabeçotes de fresagem substituíveis configurados com pelo menos uma borda de corte axial para operações frontais. Esses cabeçotes de fresagem substituíveis também são chamados de “cabeçotes de fresagem frontal” ou, para ser sucinto, “cabeçotes de fresagem” ou “cabeçotes” doravante, todos os quais, neste pedido, se destinam a referir especificamente a cabeçotes de fresagem configurados com pelo menos uma borda de corte axial desses. Tal(is) “borda(s) de corte axial” também é/são chamada(s) de “borda(s) de corte primária(s) na face frontal do cabeçote” abaixo.

**FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

[002] As fresas de topo diferem das brocas, pois elas também podem usinar em uma direção não axial e, geralmente, a maioria, se não toda, sua usinagem é em uma direção não axial.

[003] De um modo geral, as fresas de topo podem ser divididas teoricamente nas seguintes categorias: fresas de inserção, fresas de topo sólidas e cabeçotes de fresagem substituíveis.

[004] Fresas de inserção são ferramentas de fresagem que compreendem porta-ferramentas com bolsas e insertos substituíveis, tipicamente indexáveis, configurados para serem montados nas bolsas. Uma vantagem dos fresas de inserção é que os insertos substituíveis, que são feitos de material comparativamente caro e mais duro, constituem uma porção relativamente pequena da ferramenta de fresagem. Os porta-ferramentas compreendem uma haste que é preso com segurança por uma pinça ou mandril durante a fresagem.

[005] Ao contrário das fresas de inserção, que exigem apenas a

substituição de pequenos insertos, as fresas de topo sólidas compreendem dentes integralmente formados e toda a fresa de topo sólida é substituída após o desgaste. Fresas de topo sólidas também compreendem uma haste integralmente formada que é presa de forma segura por uma pinça ou mandril durante a fresagem. Assim, as fresas de topo sólidas utilizam um material muito mais caro comparativamente do que as fresas de inserção. Apesar do custo comparativamente mais alto, pelo menos uma vantagem das fresas de topo sólidas sobre as fresas de inserção é que o corpo integralmente formado de forma única da fresa de topo sólida, pode ser fabricado comparativamente menor permitindo a fresagem em locais relativamente menores.

[006] Os cabeçotes de fresagem substituíveis são semelhantes às fresas de topo de sólidas, pois possuem dentes formados integralmente. No entanto, eles diferem em que eles têm uma porção de conector de haste configurada para fixação e remoção de uma haste. Embora as fresas de topo sólidas com suas hastes integralmente formadas possam, por exemplo, ser vantajosas em termos de resistência, vibração e fabricação simplificada, uma haste de cabeçote de fresagem substituível, que é mantida por uma pinça ou mandril durante a fresagem, não precisa ser substituída após o cabeçote ser usado. Além disso, embora os cabeçotes de fresagem substituíveis usem materiais mais caros que as fresas de inserção, eles usam menos do que as fresas de topo sólidas.

[007] A matéria do presente pedido é direcionada apenas para a última categoria, ou seja, cabeçotes de fresagem substituíveis.

[008] Mais especificamente, o presente pedido é direcionado a cabeçotes configurados para operações frontais (isto é, configuradas com pelo menos uma borda de corte axial para uma operação frontal, isto é, uma operação realizada na face frontal do cabeçote, mas em uma direção não axial). As modalidades preferenciais são também direcionadas a cabeçotes configurados apenas para operações frontais, isto é, sem utilizar quaisquer

bordas de corte radiais ao longo da periferia de uma porção de corte. As modalidades mais preferenciais são direcionadas especificamente a cabeçotes que têm configurações de dentes de alimentação rápida, isto é, para usinagem apenas com bordas de corte axiais (apresentadas diferentemente, configurados para não utilizar até mesmo bordas de corte de aresta, que estão localizadas entre as bordas de corte radiais e axiais).

[009] É um objetivo do presente pedido fornecer um novo e aperfeiçoado cabeçote de fresagem frontal substituível.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

[0010] De acordo com um primeiro aspecto da matéria do presente pedido, é fornecido um cabeçote de fresagem frontal substituível que compreende pelo menos uma borda de corte primária em uma porção frontal do cabeçote e distinguido por uma razão comprimento-diâmetro LDR definida como o comprimento da porção de corte  $L_C$  dividido pelo diâmetro da porção de corte  $D_E$  cumpre a condição:  $LDR \leq 1,00$ .

[0011] Para os fins do relatório descritivo e das reivindicações, salvo indicação em contrário, cada valor dado deve ter uma tolerância de  $\pm 0,01$ . Por exemplo, uma condição que afirma:  $LDR = 1,00$ , poderia alternativamente ser escrito como  $LDR = 1,00 \pm 0,01$ .

[0012] Embora uma razão comprimento-diâmetro LDR inferior ou igual a 1,00 seja vantajosa em relação aos projetos conhecidos, devido à redução de material necessário, uma proporção específica de  $LDR = 1,00$  tem um benefício especial, pois ainda é suficientemente longo para geometrias de dente de alimentação não rápida, particularmente aquelas configuradas para operações de usinagem de acabamento ou de aresta que apenas incorrem em forças de usinagem relativamente pequenas e, correspondentemente, baixa transferência de calor para uma porção de conector de haste da mesma.

[0013] Adicionalmente, de preferência para cabeçotes onde as bordas de corte axiais são configuradas para realizar a maioria da fresagem, ou mais

preferencialmente a totalidade da operação de fresagem (como é o caso da configuração de dente de alimentação rápida), verificou-se que mesmo taxas de LDR inferiores a 1,00 são viáveis e até benéficas.

[0014] Em relação à transferência de calor, os cabeçotes são tipicamente utilizados de modo que o material mais barato, tipicamente menos resistente ao calor, pode ser usado para a haste de acompanhamento (por exemplo, aço em vez de carboneto cimentado). Uma desvantagem na produção de cabeçotes de fresagem substituíveis e relativamente curtos é que, com a diminuição do comprimento do cabeçote, uma quantidade maior de calor é transferida de uma peça para o cabeçote, por exemplo, através do contato com os cavacos usinados a partir dos mesmos, o que, por sua vez, pode aquecer excessivamente a área de conexão de um conector de haste do cabeçote e a haste presa ao cabeçote através do conector de haste. O superaquecimento pode impedir ou, às vezes, impedir a remoção de um cabeçote de uma haste, o que pode anular o benefício principal de usar um cabeçote substituível. Outra desvantagem é a incapacidade de fornecer um cabeçote de fresagem curto com um projeto que incorpore um “ponto ideal” (isto é, velocidade de fresagem estável) que pode reduzir ainda mais a vibração.

[0015] Sem estar vinculado à teoria, não foi verificado aquecimento excessivo com cabeçotes de fresagem frontal devido à sua área principal de contato com a peça estar em uma face frontal do cabeçote e não ao longo da sua periferia, afastando assim o calor de uma haste que segura o cabeçote e permitindo até cabeçotes comparativamente mais curtos do que as anteriormente conhecidas do requerente.

[0016] Além disso, acredita-se que uma razão LDR de comprimento-diâmetro reduzido fornece uma estabilidade adicional que também compensa, por exemplo, a falta de um ponto ideal.

[0017] Esse projeto de cabeçote poderia talvez ser considerado uma

nova fresa de topo híbrida entre cabeçotes de fresagem e fresas de inserção conhecidos, uma vez que a quantidade de material caro usado para o cabeçote (normalmente, embora não limitado a, carboneto cimentado) é menor do que a anteriormente conhecida e, portanto, se aproxima mais da quantidade utilizada para insertos de fresas de inserção.

[0018] De acordo com um segundo aspecto da matéria do presente pedido, é fornecida um cabeçote de fresagem frontal substituível configurado para girar em torno de um eixo geométrico de rotação central  $A_R$  que define direções axiais opostas para a frente e para trás  $D_F$ ,  $D_R$  e direções precedentes e sucessivas de rotação opostas  $D_P$ ,  $D_S$ , sendo que a direção precede  $D_P$  a direção de corte, o cabeçote de fresagem frontal que compreende: uma face posterior do cabeçote, uma face frontal do cabeçote e uma superfície periférica do cabeçote que se estende desde a face posterior do cabeçote até a face frontal do cabeçote; uma porção do conector da haste formada com rosca externa e que se estende para frente a partir da face posterior do cabeçote; uma porção de corte formada integralmente com a porção do conector da haste e que se estende para frente a partir da porção do conector da haste até a face frontal do cabeçote; um comprimento de porção de corte  $L_C$  mensurável paralelo ao eixo geográfico de rotação central  $A_R$ ; e um plano perpendicular  $P_P$  na face frontal do cabeçote e que se estende perpendicularmente ao eixo geográfico de rotação central  $A_R$ ; sendo que a porção de corte compreende: uma pluralidade de dentes integralmente formados, sendo que cada um dos dentes compreende uma borda de corte primária na face frontal do cabeçote; uma pluralidade de canais que alterna com a pluralidade de dentes; e um diâmetro de porção de corte  $D_E$ ; distinguido por uma razão comprimento-diâmetro LDR definida como o comprimento da porção de corte  $L_C$  dividido pelo diâmetro da porção de corte  $D_E$  cumpre a condição:  $0,3 \leq LDR \leq 1,00$ .

[0019] De acordo com um terceiro aspecto da matéria do presente pedido, é fornecido um cabeçote de fresagem frontal substituível distinguido

por uma razão comprimento-diâmetro LDR definida como um comprimento de porção de corte  $L_C$  dividido por um diâmetro de porção de corte  $D_E$  cumpre a condição:  $LDR \leq 1,00$  e os dentes do cabeçote de fresagem frontal são configurados com uma geometria de alimentação rápida.

[0020] Uma chamada “geometria de alimentação rápida” é uma geometria frontal específica configurada para usinar comparativamente pequenos cavacos compensados com uma taxa de alimentação comparativamente alta para aumentar a quantidade relativamente pequena de material removido pelos cavacos comparativamente menores. Tal projeto pode ser particularmente benéfico para altas taxas de remoção (isto é, operações de desbaste). Embora as operações de desbaste gerem mais transferência de calor do que as operações de acabamento, até agora foi descoberto que a geometria de alimentação rápida e/ou a localização impedem suficientemente o superaquecimento da área de conexão de um conector da haste e de uma haste conectada. As características adicionais descritas abaixo, tais como, por exemplo, um orifício de refrigerante, também beneficiam este propósito.

[0021] Mais precisamente, cada dente com uma geometria de alimentação rápida pode ser definido como compreendendo: uma borda de relevo que se estende ao longo de uma superfície periférica do cabeçote; uma aresta externa curvada de forma convexa conectada à borda de relevo e que compreende um ponto de extremidade radial de uma porção de corte; a dita porção de corte primária conectada à, e que se estende em uma direção para frente e internamente a partir da, aresta externa; uma aresta interna curvada de forma convexa conectada à borda de corte primária; e uma borda de corte em rampa conectada a, e que se estende em uma direção para trás e internamente a partir da aresta interna.

[0022] De acordo com um quarto aspecto da matéria do presente pedido, é fornecido um cabeçote de fresagem frontal substituível distinguido

por uma razão comprimento-diâmetro LDR definida como um comprimento de porção de corte  $L_C$  dividido por um diâmetro de porção de corte  $D_E$  cumpre ambas as condições:  $LDR = 0,50 \pm 0,05$  (ou mais preferencialmente  $LDR = 0,50 \pm 0,01$ ) ou  $LDR = 1 \pm 0,01$ . As vantagens especiais desses valores precisos de razão comprimento-diâmetro são descritas abaixo.

[0023] De acordo com um quinto aspecto da matéria do presente pedido, é fornecido um cabeçote de fresagem frontal substituível que compreende pelo menos uma borda de corte primária na face frontal do cabeçote, uma porção de corte formada integralmente e porção da haste rosqueada, distinguido por o cabeçote estar desprovido de uma construção de fixação e uma razão comprimento-diâmetro LDR definido como o comprimento da porção de corte  $L_C$  dividido pelo diâmetro da porção de corte  $D_E$  cumpre a condição:  $LDR \leq 1,00$ .

[0024] De acordo com um sexto aspecto da matéria do presente pedido, é fornecido um conjunto de fresagem frontal que compreende um cabeçote de fresagem frontal de acordo com qualquer um dos aspectos anteriores e uma haste; sendo que a haste compreende: uma face posterior da haste; uma face frontal da haste; e uma superfície periférica da haste que se estende desde a face posterior da haste até a face frontal da haste; sendo que a face frontal da haste é formada com uma abertura configurada para receber uma porção do conector da haste do cabeçote.

[0025] Será entendido que o acima mencionado é um sumário e que qualquer um dos aspectos acima pode ainda compreender qualquer uma das características descritas abaixo. Especificamente, as seguintes características, isoladas ou combinadas, podem ser aplicáveis a qualquer um dos aspectos acima:

A. um cabeçote pode compreender uma face posterior do cabeçote, uma face frontal do cabeçote e uma superfície periférica do cabeçote que se estende desde a face posterior do cabeçote até a face frontal



do cabeçote.

[0026] B. Um cabeçote pode compreender uma porção de corte e uma porção de conector de haste. A porção de corte pode se estender para frente a partir de uma porção do conector da haste. A porção de corte pode ser formada integralmente com a porção do conector da haste. O cabeçote inteiro pode ser integralmente formado ou declarado de forma diferente pode ter construção unitária de uma peça. Isto é preferido para estabilidade durante a usinagem. Por exemplo, o cabeçote inteiro pode ser produzido como um único corpo prensado e sinterizado. Tal corpo pode ser prensado até uma forma desejada finalizada ou essencialmente finalizada, isto é, incluindo dentes e canais, ou alternativamente, por exemplo, pode ter os canais e os dentes triturados em um processo de fabricação subsequente.

[0027] C. Uma porção de corte e uma porção de conector da haste podem se encontrar em uma interseção. Uma porção de corte pode compreender uma superfície anular de porção de corte voltada para trás que circunda o conector da haste. A interseção pode ser localizada em um local axial ao longo do eixo geométrico de rotação central, onde a porção do conector da haste e a superfície anular da porção de corte frontal para trás estão localizadas.

[0028] D. Uma porção de corte pode compreender uma pluralidade de dentes formados integralmente e uma pluralidade de canais que alterna com a pluralidade de dentes.

[0029] E. Uma porção de corte pode incluir um diâmetro de porção de corte  $D_E$ . Mais precisamente, o diâmetro da porção de corte  $D_E$  pode ser definido como o maior diâmetro da porção de corte. O diâmetro da porção de corte  $D_E$  pode estar localizado em ou adjacente a uma face frontal do cabeçote.

[0030] F. Uma porção do conector da haste pode se estender para frente a partir de uma face posterior do cabeçote.

[0031] G. Um diâmetro do conector da haste  $D_{SC}$  pode ser menor que um diâmetro da porção de corte  $D_E$ . De preferência, o diâmetro  $D_{SC}$  do conector da haste pode ser menor do que o menor diâmetro externo  $D_M$  da porção de corte. De preferência, uma razão de diâmetro  $DDR$  definida como o diâmetro do conector de haste  $D_{SC}$  dividido pelo diâmetro da porção de corte  $D_E$  cumpre a condição:  $0,6 \leq DDR \leq 0,8$ .

[0032] H. Um comprimento  $L_S$  do conector da haste pode ser medido a partir de uma face posterior do cabeçote até a porção de corte.

[0033] I. Uma razão de comprimento de porção de corte de haste  $SCR$  é definida como o comprimento de porção de corte  $LC$  dividido por um comprimento  $L_S$  de conector da haste e pode cumprir a condição:  $0,3 \leq SCR \leq 1,5$ .

[0034] J. Uma porção do conector da haste pode preferencialmente ser formada com rosqueamento externo. De preferência, o ponto mais externo de cada rosca pode ficar ao longo de um cilindro imaginário. De preferência, o ponto mais interno de cada rosca pode ficar ao longo de um cilindro imaginário.

[0035] K. A porção do conector da haste pode compreender uma seção troncocônica localizada entre a rosca externa e a porção de corte. De preferência, a seção troncocônica pode ter um comprimento axial que constitua menos de um terço e, mais preferencialmente, menos de um quarto, de um comprimento de conector de haste  $L_S$ .

[0036] L. O comprimento total de um cabeçote  $L_T$  é definido de uma face posterior do cabeçote para uma face frontal do cabeçote.

[0037] M. Um comprimento de porção de corte  $L_C$  pode ser medido paralelamente a um eixo geométrico de rotação central  $A_R$ . Mais precisamente, o comprimento da porção de corte  $L_C$  é definido como se estendendo de uma interseção de uma porção de conector da haste e uma porção de corte para uma face frontal do cabeçote.

[0038] N. Um plano perpendicular  $P_P$  pode se localizar em uma face frontal do cabeçote e pode estender perpendicular a um eixo geométrico de rotação central  $A_R$ .

[0039] O. Uma razão comprimento-diâmetro LDR é definida como um comprimento de porção de corte  $L_C$  dividido pelo diâmetro da porção de corte  $D_E$ . A razão comprimento-diâmetro LDR é menor ou igual a 1,00 ( $LDR \leq 1,00$ ). A razão comprimento-diâmetro LDR pode preferencialmente cumprir a condição:  $0,3 \leq LDR \leq 1,00$ . Será entendido que, de um modo geral, é preferida uma razão menor do que a uma razão maior (isto é, valores mais próximos de 0,3 são geralmente preferidos). No entanto, há uma série de considerações descritas no presente documento para levar em conta as razões preferenciais.

[0040] P. É estruturalmente mais seguro produzir bordas axiais com uma razão comprimento-diâmetro  $LDR \geq 0,3$  ou preferencialmente maior que ou igual a 0,4 ( $LDR \geq 0,40$ ), mesmo que material caro adicional seja utilizado com uma razão maior. Uma razão especial, que permite a simplificação da fabricação em diferentes tamanhos de diâmetro, que utiliza apenas uma pequena quantidade de material extra, é  $LDR = 0,50 \pm 0,05$ . Mais preferencialmente,  $LDR = 0,5 \pm 0,01$ .

[0041] Q. Enquanto uma razão comprimento-diâmetro LDR menor ou igual a 1,00 é vantajoso sobre projetos conhecidos, com uma razão cada vez menor, por exemplo  $LDR \leq 0,90$  a vantagem é mais significativa devido ao aumento da estabilidade e menos material. No entanto, embora a razão diminua abaixo de  $LDR = 1,00$ , um material comparativamente menos caro é necessário, uma razão especial de  $LDR = 1,00$  ainda é considerada benéfica.

[0042] R. Será entendido que uma construção de fixação é normalmente usada para prender um cabeçote de fresagem a uma haste. Por exemplo, um cabeçote de fresagem pode ser configurado com uma construção de fixação formada na porção de corte ao longo da superfície periférica do

cabeçote. Uma construção típica ao longo da superfície periférica do cabeçote pode ser dois recessos planos em lados opostos da superfície periférica do cabeçote configurada para engatar uma chave inglesa. Nesse caso, uma razão preferida é  $0,50 \leq \text{LDR} \leq 1,00$ , preferencialmente  $0,6 \leq \text{LDR} \leq 0,90$ , com valores destinados ao meio dessas razões sendo mais preferido. No entanto, uma opção alternativa seria o uso de uma chave especial configurada para ser colocada sobre ou ao redor do cabeçote de fresagem para girá-lo firmemente em uma posição montada na haste e nesse caso, o cabeçote pode ser desprovido de uma construção de fixação. Essas chaves são menos típicas, pois são tipicamente produzidas especialmente para cada configuração de dente-canal. No entanto, é concebível que um cabeçote de fresagem de acordo com a matéria da presente invenção possa ser desprovido de qualquer construção de fixação e nesse caso, a razão comprimento-diâmetro LDR poderia usar uma quantidade particularmente pequena de material, por exemplo  $\text{LDR} \leq 1,00$ , preferencialmente  $0,3 \leq \text{LDR} \leq 0,7$ .

[0043] S. O centro de gravidade do cabeçote pode estar localizado na porção de corte. Tal configuração pode requerer o aumento do LDR para um valor maior que o valor mínimo requerido para considerações de resistência do dente e transferência de calor, mas pode ser benéfico nos casos em que a porção de corte é moída de maneira padrão em oposição a, por exemplo, moldada por injeção ou retida de maneira atípica durante a moagem. Dito de forma diferente, a porção de corte pode ser dimensionada de modo que o seu peso seja maior do que o peso da porção do conector da haste.

[0044] T. Cada dente de uma pluralidade de dentes pode, em uma vista ao longo do eixo geométrico de rotação central em direção à face frontal, pode ter uma sua maioria que se prolonga internamente de um menor diâmetro externo da porção de corte.

[0045] U. Cada dente de uma pluralidade de dentes pode ser posicionado de frente para o centro. Essa geometria pode ter um efeito

vantajoso de ejeção de cavacos, reduzindo assim a transferência de calor para a porção de corte. Isso pode ser particularmente vantajoso em combinação com um orifício de refrigerante central devido a etapas de produção reduzidas.

[0046] V. Um cabeçote pode incluir um arranjo de refrigeração. De preferência, um orifício de refrigerante pode abrir-se no centro de uma face frontal. Além do efeito refrigerante padrão, essa posição para fresagem frontal pode ter um efeito de ejeção de cavaco vantajoso (caso em que até mesmo ar, em vez de fluido, também poderia ser utilizado) reduzindo assim a transferência de calor para a porção de corte. Isto pode ser particularmente vantajoso em combinação com os dentes posicionados na frente dos dentes centrais devido as etapas de produção reduzidos requeridas. Mais preferencialmente, o orifício de refrigerante pode se estender de forma coaxial com um eixo geométrico de rotação central  $A_R$ .

[0047] W. Cada dente de uma pluralidade de dentes pode compreender: uma borda de relevo que se estende ao longo de uma superfície periférica do cabeçote; uma aresta externa curvada de forma convexa conectada à borda de relevo e que compreende um ponto de extremidade radial de uma porção de corte; uma borda de corte primária conectada a, e que se estende em uma direção para frente a partir da aresta externa; uma aresta interna curvada de forma convexa conectada à borda de corte primária; e uma borda de corte em rampa conectada a, e que se estende em uma direção interna e para trás a partir da aresta interna. Essa geometria do dente pode ser vantajosa ao permitir usinagem em alta taxa de alimentação, que tem transferência de calor relativamente pequena para o conector da haste.

[0048] X. Em uma vista posterior ao longo de um eixo geométrico de rotação central  $A_R$ , cada dente de uma pluralidade de dentes da porção de corte pode ser curvado de forma convexa, pelo menos de uma aresta interna para uma aresta externa. De preferência, uma totalidade de cada dente pode

ser curvada de forma convexa. No exemplo descrito abaixo, a totalidade de cada dente é curvada de forma convexa em tal vista, no entanto, é notado que o raio de curvatura próximo ao centro da face frontal é muito grande, de modo que a curvatura não é facilmente visível sem ampliação.

[0049] Y. Uma borda de corte primária pode ser reta ou, de preferência, curvada de forma convexa com um raio de borda de corte. O raio da borda de corte pode ser maior que o raio da aresta externa. O raio da borda de corte pode preferencialmente ser pelo menos oito vezes maior que o raio da aresta externa.

[0050] Z. Uma aresta externa de cada dente pode ter um raio de aresta externa. O raio da aresta externa pode preferencialmente ser menor ou igual a 2 mm.

[0051] AA. Uma aresta interna de cada dente pode ter um raio de aresta interna.

[0052] BB. Uma borda de relevo de cada dente pode, de preferência, se estender em uma direção interna e para trás a partir da aresta externa. Essa geometria pode ser benéfica particularmente para operações de desbaste.

[0053] CC. Um primeiro ponto de conexão pode ser definido onde a borda de corte principal e a aresta interna se conectam; um segundo ponto de conexão pode ser definido onde a borda de corte principal e a aresta externa se conectam; e uma linha reta imaginária é definida entre o primeiro e o segundo pontos de conexão e, junto com o plano perpendicular, pode subtender um ângulo de corte  $\alpha$  cumprindo a posição:  $10^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ . Os ângulos de corte  $\alpha$  que se aproximam do meio desta faixa (isto é,  $17,5^\circ$ ) são mais preferidos, já que este valor ou valores próximos permitem a remoção de cavacos/material relativamente grandes, quando comparados com ângulos menores, embora isso possa resultar em um aumento da transferência de calor para a porção de corte.

[0054] DD. Um ângulo de entrada  $\Theta$  subtendido por um plano

perpendicular  $P_p$  e uma borda de corte pode cumprir a condição:  $10^\circ \leq \Theta \leq 30^\circ$ . Os valores de ângulo de entrada nessa faixa e os particularmente próximos de  $20^\circ$  são os mais preferidos, por permitir uma desaceleração rápida, embora essa seja tipicamente uma parte muito pequena do processo geral de usinagem.

[0055] EE. Uma pluralidade de dentes pode, de preferência, compreender 5 a 7 dentes. Um número mais preferido de dentes sendo exatamente 6 dentes. Esse número relativamente alto de dentes também ajuda a reduzir a transferência de calor para o cabeçote de usinagem.

[0056] FF. Uma pluralidade de dentes pode se estender de forma helicoidal a partir da face frontal do cabeçote até ao longo da superfície periférica do cabeçote.

[0057] GG. Um conjunto de fresagem frontal pode incluir uma haste e um cabeçote de fresagem.

[0058] HH. Uma haste pode compreender uma face posterior da haste; uma face frontal da haste; e uma superfície periférica da haste que se estende da face posterior da haste até a face frontal da haste.

[0059] II. Uma face frontal da haste pode ser formada com uma abertura configurada para receber a porção do conector da haste. A abertura pode ser formada com uma rosca interna. A face frontal da haste pode incluir uma superfície anular da haste frontal.

[0060] JJ. Uma haste pode ter um comprimento de haste  $LSH$  pelo menos três vezes maior que um comprimento total  $L_T$  do cabeçote de fresagem.

[0061] KK. Uma haste pode ser configurada para ser mais resistente ao calor do que o aço. Por exemplo, a haste pode ser revestida com um revestimento resistente ao calor. A haste pode ser feita de carboneto cimentado ou outro material que tem uma resistência ao calor maior que o aço.

## **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0062] Para uma melhor compreensão da matéria do presente pedido e para mostrar como a mesma pode ser realizada na prática, será feita referência aos desenhos em anexo produzidos a partir de um modelo 3D proporcional, em que:

a Figura 1 é uma vista lateral explodida de um cabeçote de fresagem e haste de acordo com a matéria do presente pedido;

a Figura 2 é uma vista frontal de um cabeçote de fresagem na Figura 1;

a Figura 3 é uma vista lateral ampliada do cabeçote de fresagem na Figura 1;

a Figura 4 é uma vista lateral de uma parte de uma porção de corte do cabeçote das Figuras 1 a 3;

a Figura 5 é uma vista lateral da mesma parte da porção de corte na Figura 3, girada para corresponder à orientação mostrada nas Figuras 1 e 3; e

a Figura 6 é uma vista de perfil do dente mais inferior mostrado na Figura 5.

## **DESCRIÇÃO DETALHADA**

[0063] Com referência à Figura 1, características típicas de um conjunto de fresagem frontal 10 do tipo ao qual o presente pedido é direcionado serão descritas. O conjunto frontal 10 compreende uma haste 12 e um cabeçote 14.

[0064] A haste 12 compreende uma face posterior da haste 16, uma face frontal da haste 18 e uma superfície periférica da haste 20.

[0065] A face frontal da haste 18 pode ser formada com uma abertura 22. A abertura 22 pode ser localizada centralmente. A abertura 22 pode ser formada com uma rosca interna 24.

[0066] A face frontal da haste 18 pode ainda compreender uma



superfície anular da haste 26 frontal para a frente. A superfície anular da haste 26 pode envolver a abertura 22.

[0067] A haste pode ter o eixo geométrico AS, ao longo do qual um LSH de comprimento da haste pode ser medido. O comprimento da haste LSH pode ser configurado com um comprimento padrão para ser mantido por uma pinça (não mostrada).

[0068] O cabeçote 14 pode compreender uma face posterior do cabeçote 28, uma face frontal do cabeçote 30 e uma superfície periférica do cabeçote 32 que se prolonga da face posterior do cabeçote 28 para a face frontal do cabeçote 30.

[0069] O cabeçote 14 compreende ainda uma porção de conector de haste 34 e uma porção de corte 36.

[0070] A porção do conector da haste 34 pode se estender a partir da face posterior 28 para uma interseção 38 da porção do conector da haste 34 e da porção de corte 36.

[0071] A porção de conector de haste 34 pode ser formada com rosca externa 40. Mais precisamente, a porção de conector de haste 34 pode compreender uma seção de conector inferior 42 e uma seção de conector superior 44. A seção 44 de conector superior pode conectar a seção 42 de conector inferior e a porção 36 de corte. A rosca externa 40 pode ser formada na seção 42 de conector inferior. A seção 44 de conector superior pode ser de preferência troncocônica.

[0072] A porção de corte 36 pode compreender uma superfície anular de porção de corte 46 circundando conector de haste 34. Mais precisamente, a superfície anular de porção de corte 46 circunda o conector de haste 34 na interseção 38.

[0073] O cabeçote 14 pode ser fixado à haste 12 através das roscas internas e externas 24, 40, com a superfície anular da haste 26 encostada na superfície anular da porção de corte 46.

[0074] Com referência agora às Figuras 2 e 3, características mais especificamente relacionadas com a matéria do presente pedido serão descritas.

[0075] Um eixo geométrico de rotação central  $A_R$  se estende longitudinalmente através do centro do cabeçote 14, definindo direções axialmente para frente e para trás  $D_F$ ,  $D_R$  e direções precedentes e sucessivas de rotação opostas  $D_P$ ,  $D_S$ , sendo que a direção precedente  $D_P$  é a direção de corte. Um exemplo de direção interna  $D_I$  é mostrado para entendimento, mas será entendido que o termo “direção interna” significa geralmente direcionado para o eixo geométrico central de rotação  $A_R$ . Da mesma forma, uma direção externa  $D_O$  também é exemplificada e deve ser entendida como geralmente direcionada para longe do eixo geométrico central de rotação  $A_R$ . Doravante, são utilizadas direções combinadas, como “direção interna para frente” e “direção interna para trás”, que definem uma única direção resultante de uma combinação de componentes de ambas as direções mencionadas, embora não necessariamente uma bissetriz exata entre as duas direções mencionadas.

[0076] Um plano perpendicular  $P_P$  está localizado na face frontal do cabeçote 30 (isto é, estendendo-se em uma intersecção de um ponto frontal do mesmo, que nesse caso é constituído pelas arestas internas 60, sendo a primeira aresta frontal designada 60A para explicação a seguir) e se estende perpendicularmente ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ .

[0077] Um comprimento de porção de corte  $L_C$  é mensurável paralelamente ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ . Mais precisamente, o comprimento da porção de corte  $L_C$  pode ser definido como se estendendo da intersecção 38 até a face frontal do cabeçote 30 (ou, diferentemente, indicado para o plano perpendicular  $P_P$ ).

[0078] Um comprimento do conector da haste  $L_S$  é mensurável paralelamente ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ . Mais precisamente, o comprimento do conector da haste  $L_S$  pode ser definido como se estendendo

da face posterior 28 até a interseção 38.

[0079] Um diâmetro de conector de haste  $D_{SC}$  (isto é, um diâmetro de conector de haste máximo) pode ser menor do que um diâmetro de porção de corte  $D_E$  mensurável perpendicularmente ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ . De preferência, o diâmetro  $D_{SC}$  do conector da haste pode ser menor do que o menor diâmetro externo  $D_M$  da porção de corte 36.

[0080] Um comprimento total  $L_T$  pode ser definido a partir da face posterior do cabeçote 28 para o plano perpendicular  $P_P$ .

[0081] A porção de corte 36 compreende uma pluralidade de dentes integralmente formados 50 (por exemplo, primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto e sexto dentes 50A, 50B, 50C, 50D, 50E, 50F) e uma pluralidade de canais 52 (por exemplo primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto e sexto canais 52A, 52B, 52C, 52D, 52E, 52F) alternando com a pluralidade de dentes 50.

[0082] Com referência também às Figuras 4 a 6, os dentes 50 e os canais 52 podem ser idênticos, como mostrado, portanto, uma descrição abaixo relacionada a qualquer dente ou canal deve ser considerado como relacionada a todos.

[0083] O primeiro dente 50A pode compreender uma borda em relevo 54A, uma aresta externa curvada de forma convexa 56A, uma aresta de corte primária 58A, uma aresta interna curvada de forma convexa 60A, e uma borda de corte em rampa 62A.

[0084] A borda de relevo 54A pode se estender ao longo da superfície periférica 32. A borda de relevo 54A pode se estender em uma direção interna para trás  $D_R$ ,  $D_I$  da aresta externa 56A.

[0085] A aresta externa 56A pode ser conectada à borda de relevo 54A e compreende um ponto de extremidade radial 57A (Figura 3) da porção de corte 36. Um raio de aresta externa  $R_{OC}$  pode ter um valor preferido ainda exemplificativo de 0,6 mm.

[0086] A borda de corte primária 58A pode ser conectada à aresta externa 56A e pode se estender em uma direção interna e para frente  $D_F$ ,  $D_I$  a partir da aresta externa 56A. Nos casos em que a borda de corte 58A é curvada em uma medida mensurável, um valor preferido ainda exemplificativo de um raio de borda de corte  $R_{CE}$  pode ser de 10 mm.

[0087] A aresta interna 60A pode ser conectada à borda de corte primária 58A.

[0088] A borda de corte em rampa 62A pode ser conectada à aresta interna 60A e pode se estender em uma direção interna para trás  $D_F$ ,  $D_I$  a partir da aresta interna 60A.

[0089] Mais precisamente, um primeiro ponto de conexão 64A (Figura 3) pode ser definido onde a borda de corte principal 58A e a aresta interna 60A se conectam, um segundo ponto de conexão 64B pode ser definido onde a borda de corte primária 58A e a aresta externa 56A se conectam.

[0090] Uma linha reta imaginária LI pode ser definida entre o primeiro e o segundo pontos de conexão 64A, 64B e em conjunto com o plano perpendicular  $P_P$  pode subtender um ângulo de corte  $\alpha$ . No presente exemplo, o raio da borda de corte  $R_{CE}$  é tão grande que a borda de corte primária 58A se sobrepõe essencialmente à linha reta imaginária LI.

[0091] Um comprimento de corte efetivo LE pode ser definido a partir do segundo ponto de conexão 64B para o plano perpendicular  $P_P$ .

[0092] Cada dente 50 pode ser posicionado em frente do centro como mostrado. Para elaborar, com referência à Figura 2, um cabeçote 14 pode ser girado até que uma linha radial  $L_R$  intersecte um ponto de interseção  $P_I$  de uma borda de corte primária 58A, como é mostrado nesse caso para o primeiro dente 50A. O ponto de interseção  $P_I$  coincide com o início da borda de corte principal pretendida, ou seja, o segundo ponto de conexão 64B. Notavelmente, em pontos ao longo da borda de corte primária 58A mais

próxima do eixo geométrico de rotação central  $A_R$  do que o ponto de interseção  $P_I$ , a borda de corte primária 58A está na frente da linha radial  $L_R$  na direção anterior  $D_P$  (isto é, a direção de corte). Consequentemente, como um cavaco (não mostrado) contata a borda de corte primária 58A é ejetada para fora do cabeçote 14, sendo a direção básica mostrada esquematicamente pela seta designada 66 (que é direcionada mais para a direção externa  $D_O$  que a direção interna  $D_I$ ).

[0093] Na Figura 6 é mostrado um ângulo de entrada  $\Theta$ .

[0094] Um orifício de refrigerante 68 pode abrir para a face frontal 30.

[0095] Usando o primeiro canal 52A como um exemplo, durante uma aplicação frontal, a refrigeração que sai do orifício de refrigerante 68 (não mostrado) flui através dos dentes adjacentes (por exemplo na direção mostrada pela seta 69) que pode auxiliar ainda a ejeção de cavacos (não mostrado) já impelido na direção mostrada pela seta 66.

[0096] Na Figura 4 um ângulo de hélice  $H$  é mostrado. Enquanto os valores do ângulo de hélice para esse tipo de cabeçote não são limitados, uma faixa preferencial preenche a condição  $10^\circ \leq H \leq 30^\circ$ . Com valores próximos a  $20^\circ$  sendo considerados mais preferidos.

[0097] Revertendo para a Figura 3, é notado que o cabeçote 14 é configurado com uma construção de fixação 70 ao longo da superfície periférica 32. A construção de fixação exemplificativa 70 compreende dois recessos planos idênticos 72 em lados opostos do cabeçote 14 (sendo apenas um deles mostrado) que são configurados para engate com uma chave inglesa (não mostrada).

[0098] Uma vez que uma construção de fixação 70 ao longo da superfície periférica do cabeçote 32 pode requerer algum do comprimento da porção de corte (isto é, a construção de fixação 70 mostrada requer um comprimento de construção de fixação  $LF$ ), o cabeçote 14 pode ser alongado

para um maior comprimento de porção de corte  $L_C$  do que seria estritamente necessário para fins de aquecimento ou usinagem (isto é, tal alongamento sendo, em vez disso, para facilitar a montagem do cabeçote 14 à haste 12).

[0099] No exemplo mostrado, o comprimento da porção de corte  $L_C$  e o diâmetro da porção de corte  $D_E$  são iguais e, portanto,  $LDR = 1,00$ .

## REIVINDICAÇÕES

1. Cabeçote de fresagem frontal substituível (14), configurado para girar em torno de um eixo geométrico de rotação central  $A_R$  que define direções axiais opostas para a frente e para trás  $D_F$ ,  $D_R$  e direções precedentes e sucessivas de rotação opostas  $D_P$ ,  $D_S$ , sendo que a direção precedente  $D_P$  é a direção de corte, o cabeçote de fresagem frontal (14) compreendendo:

uma face posterior do cabeçote (28), uma face frontal do cabeçote (30) e uma superfície periférica do cabeçote (32) que se estende desde a face posterior do cabeçote (28) até a face frontal do cabeçote (30);

uma porção de conector da haste (34) formada com rosca externa (40) e que se estende para frente a partir da face posterior do cabeçote (28);

uma porção de corte (36), que compreende uma superfície anular de porção de corte (46) voltada para trás circundando a porção de conector da haste (34), formada integralmente com a porção de conector da haste (34) e que se estende para frente a partir da porção de conector da haste (34) até a face frontal do cabeçote (30), uma interseção (38) onde a porção de conector da haste (34) e a face frontal do cabeçote (30) se encontram estando localizada numa posição axial ao longo do eixo de rotação central  $A_R$  onde a porção de conector da haste (34) e a superfície anular de porção de corte (46) voltada para trás ficam localizadas;

um comprimento de porção de corte (36)  $L_C$  mensurável paralelo ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ , da interseção (38) para a face frontal do cabeçote (30); e,

um plano perpendicular  $P_P$  na face frontal do cabeçote (30) e que se estende perpendicularmente ao eixo geométrico de rotação central  $A_R$ ;

sendo que a porção de corte (36) compreende:

uma pluralidade de dentes (50) integralmente formados, sendo

que cada um dos dentes compreende uma borda de corte primária (58A) na face frontal do cabeçote (30);

uma pluralidade de canais (52) que alterna com a pluralidade de dentes (50); e

um diâmetro de porção de corte (36)  $D_E$ ;

caracterizado pelo fato de que uma razão comprimento-diâmetro LDR definida como o comprimento da porção de corte (36)  $L_C$  dividido pelo diâmetro da porção de corte (36)  $D_E$  cumpre a condição:  $0,3 \leq LDR \leq 1,00$ .

2. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a razão comprimento-diâmetro LDR cumpre a condição:  $LDR \leq 0,90$ , preferencialmente  $LDR = 0,50 \pm 0,05$ .

3. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a razão comprimento-diâmetro LDR cumpre a condição:  $0,90 \geq LDR \geq 0,40$ .

4. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o centro de gravidade do cabeçote está localizado na porção de corte (36).

5. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que cada dente da pluralidade de dentes (50) é posicionado na frente do centro.

6. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que cada dente (50) da pluralidade de dentes (50) compreende ainda: uma borda de relevo (50A) que se estende ao longo da superfície periférica (32); uma aresta externa (56A) curvada de forma convexa conectada à borda de relevo (50A) e que compreende um ponto de extremidade radial (57A) da porção de corte (36); a borda de corte primária (58A) conectada à, e se estendendo em uma



direção interna e para frente ( $D_F$ ,  $D_I$ ) a partir da, aresta externa (56A); uma aresta interna (60A) curvada de forma convexa conectada à borda de corte primária (58A); e uma borda de corte em rampa (62A) conectada à, e que se estende em uma direção interna e para trás ( $D_R$ ,  $D_I$ ) a partir da, aresta interna (60A).

7. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que em uma vista posterior ao longo do eixo geométrico de rotação central  $A_R$ , cada dente (50) da pluralidade de dentes (50) é curvado de forma convexa, pelo menos desde a aresta interna (60A) até a aresta externa (56A).

8. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que: a borda de corte principal (58A) é curvada de forma convexa e possui um raio de borda de corte  $R_{CE}$ ; a aresta externa (56A) tem um raio de aresta externa  $R_{OC}$ ; e o raio da borda de corte  $R_{CE}$  é maior que o raio da aresta externa  $R_{OC}$ , preferencialmente o raio da borda de corte  $R_{CE}$  é pelo menos oito vezes maior do que o raio da aresta externa  $R_{OC}$ .

9. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado pelo fato de que o raio da aresta externa  $R_{OC}$  é menor ou igual a 2 mm.

10. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, caracterizado pelo fato de que a borda de relevo (50A) se estende em uma direção interna e para trás ( $D_R$ ,  $D_I$ ) a partir da aresta externa (56A).

11. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 10, caracterizado pelo fato de que: um primeiro ponto de conexão (64A) é definido onde a borda de corte principal (58A) e a aresta interna (60A) se conectam; um segundo ponto de conexão (64B) é definido onde a borda de corte principal (58A) e a aresta externa

(56A) se conectam; e uma linha reta imaginária  $L_1$  é definida entre o primeiro e o segundo pontos de conexão e juntamente com o plano perpendicular  $P_P$  subtende um ângulo de corte  $\alpha$  cumprindo a condição:  $10^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ .

12. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 11, caracterizado pelo fato de que um ângulo de entrada  $\Theta$  subtendido pelo plano perpendicular  $P_P$  e o eixo geométrico de rotação central  $A_R$  cumpre a condição:  $10^\circ \leq \Theta \leq 30^\circ$ .

13. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que uma construção de fixação (70) é formada na porção de corte (36) ao longo da superfície periférica de cabeçote (32) da mesma e a razão comprimento-diâmetro LDR cumpre a condição:  $0,50 \leq LDR \leq 1,00$ .

14. Cabeçote de fresagem frontal (14) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de dentes (50) é de 5 a 7 dentes, preferencialmente a pluralidade de dentes (50) é de exatamente 6 dentes.

15. Conjunto de fresagem frontal (10), caracterizado pelo fato de que compreende: um cabeçote de fresagem frontal (14) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 14; e uma haste (12); sendo que a haste (12) compreende: uma face posterior da haste (16); uma face frontal da haste (18); e uma superfície periférica da haste (20) que se estende da face posterior da haste (16) até a face frontal da haste (18); a face frontal da haste (18) sendo formada com uma abertura configurada para receber a porção de conector da haste (34).

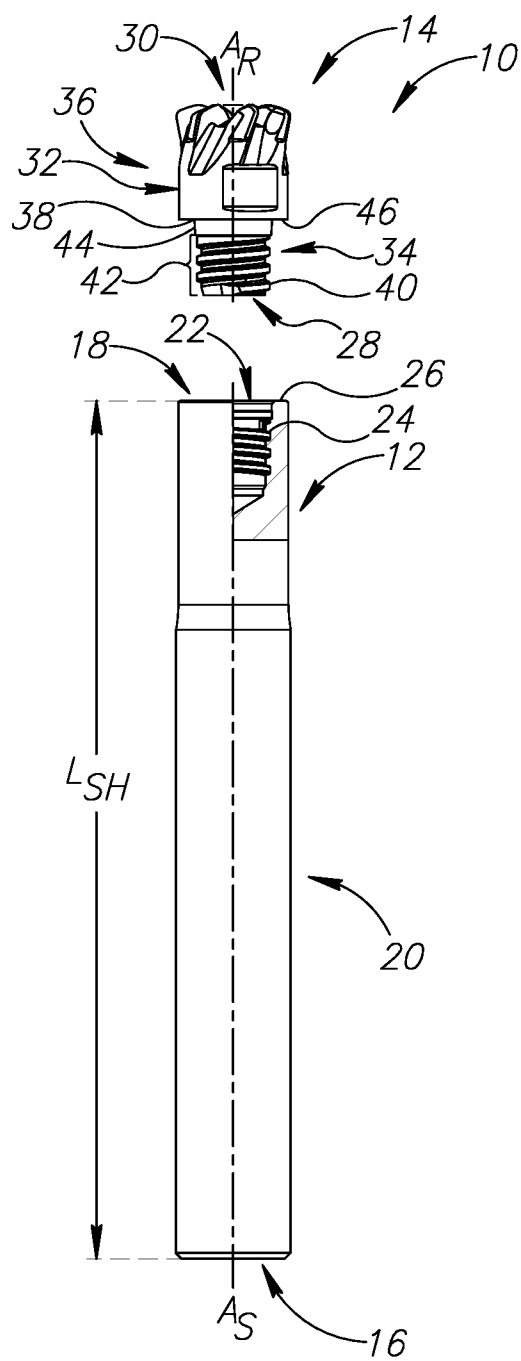


FIG.1

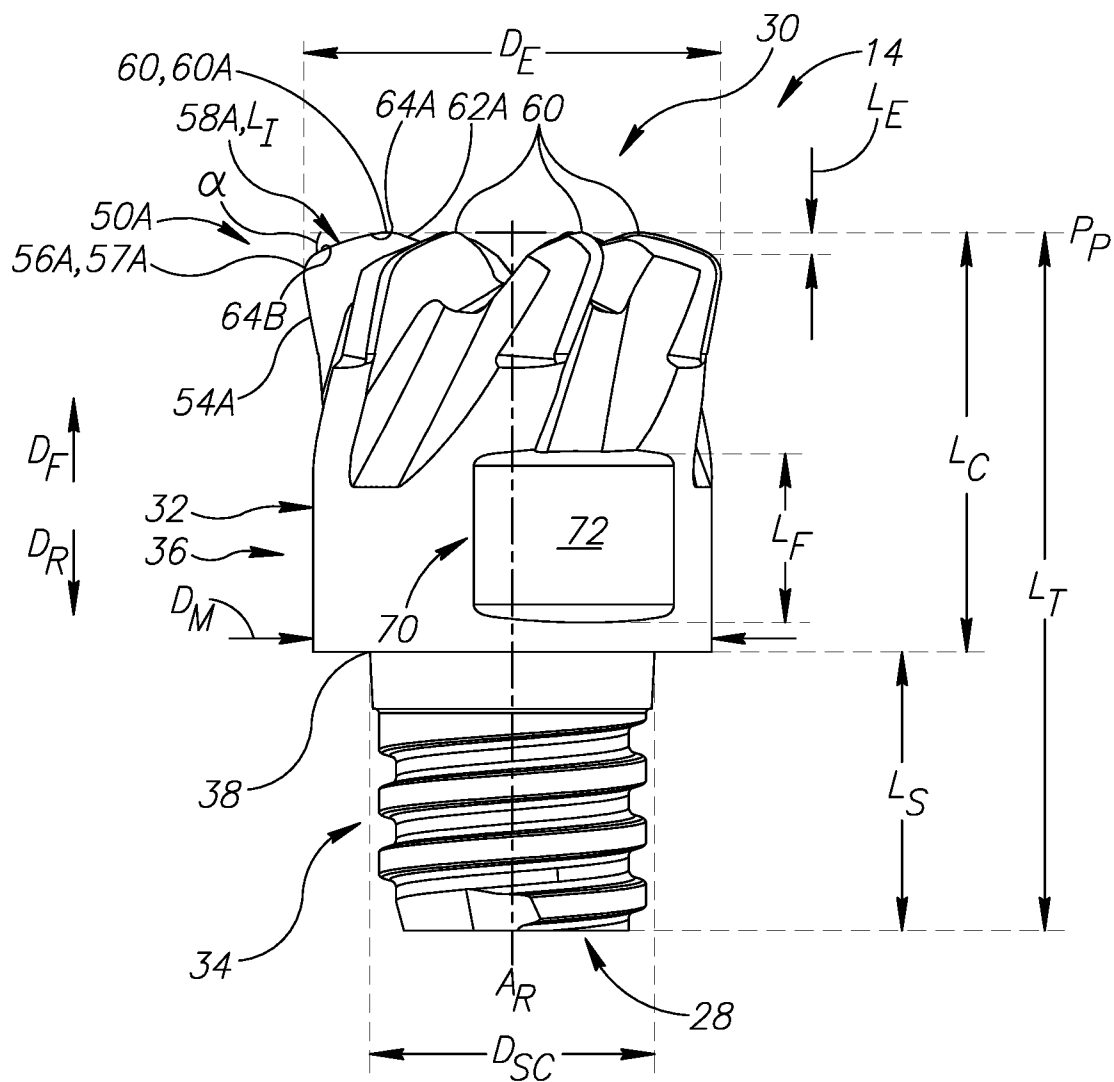
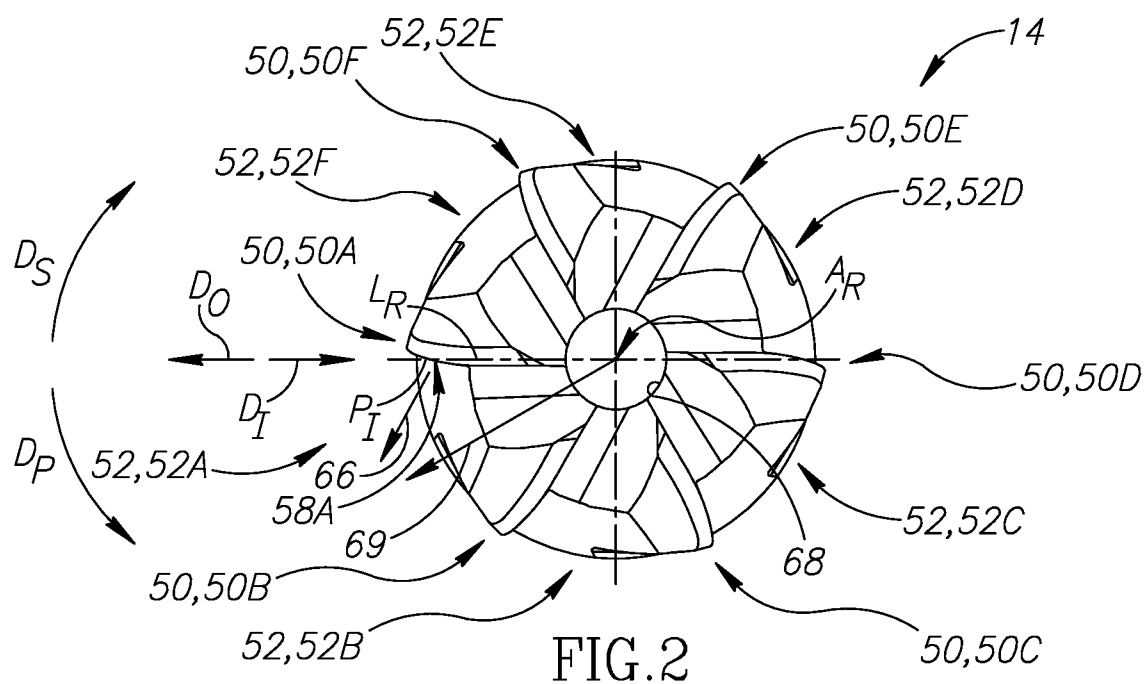


FIG.3

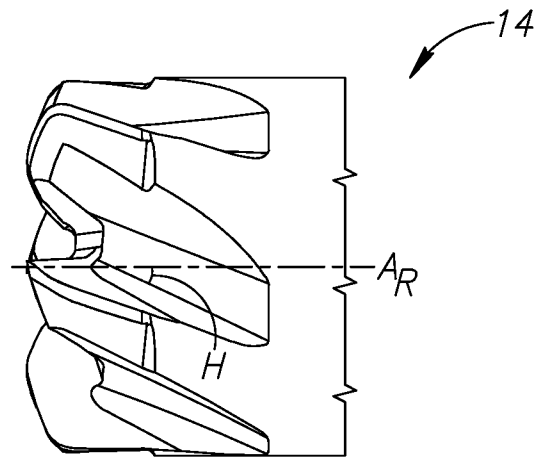


FIG. 4

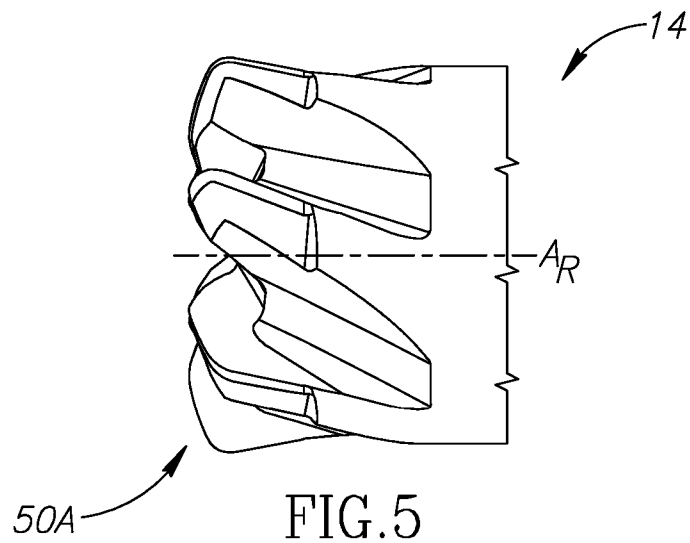


FIG. 5

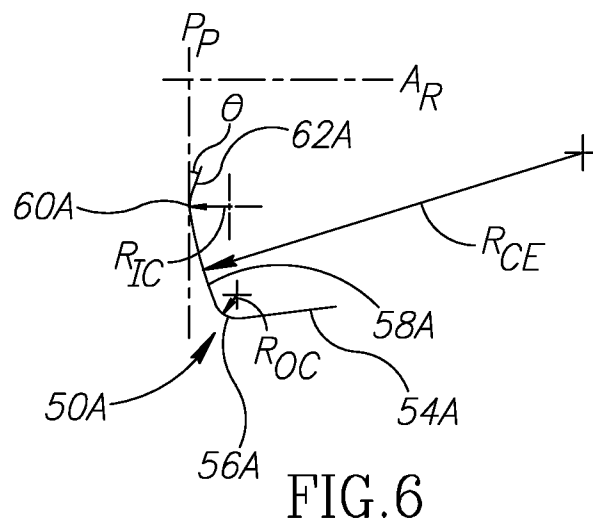


FIG. 6