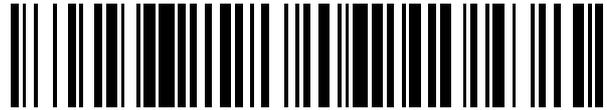


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 183**

51 Int. Cl.:

B23C 5/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2016 PCT/IL2016/051152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17090021**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2016 E 16802156 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3380264**

54 Título: **Fresa de corte de radio angular de carburo cementado con cresta de ángulo continuamente curvada y diseño de filo helicoidal**

30 Prioridad:

23.11.2015 US 201514948712

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.07.2020

73 Titular/es:

**ISCAR LTD. (100.0%)
P.O. Box 11
24959 Tefen, IL**

72 Inventor/es:

SHPIGELMAN, LEONID

74 Agente/Representante:

**INGENIAS CREACIONES, SIGNOS E
INVENCIONES, SLP**

ES 2 775 183 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Fresa de corte de radio angular de carburo cementado con cresta de ángulo continuamente curvada y diseño de filo helicoidal

5 **Campo de la invención**

La materia objeto de la presente solicitud se refiere a una fresa de corte de radio angular con diente integral de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, que tiene una cresta de ángulo de inclinación en una intersección de subsuperficies rebajada de ángulo de inclinación y de corte de ángulo de inclinación, y un diseño de filos helicoidales, especialmente para materiales particularmente difíciles de mecanizar tales como Inconel. A partir del documento US 6846135 B2 se conoce una fresa de corte de radio angular de carburo cementado ejemplar.

Antecedentes de la invención

15 Los tipos de fresas de corte pueden considerarse dentro de tres categorías principales de fresas de corte, en concreto, de radio esférico, cuadrado y angular. La materia objeto de la presente solicitud se refiere solo a la última categoría, fresas de corte de radio angular.

20 Una esquina de una fresa de corte de radio angular comprende un perfil de arco circular. El perfil de arco circular está presente durante la rotación de tales fresas de corte alrededor de un eje de rotación cuando la fresa de corte se ve en una dirección perpendicular al eje de rotación. A los fines de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, esto se denominará "vista de perfil".

25 El perfil de arco circular define una porción de un círculo imaginario. El círculo define localizaciones de referencia que incluyen: un punto central del círculo, líneas tangentes axial y radial, puntos tangentes axial y radial y una línea bisectriz. La línea tangente axial se extiende hacia delante desde el punto central del círculo y en una dirección paralela a un eje de rotación de la fresa de corte. La línea tangente radial se extiende radialmente hacia fuera desde el punto central del círculo y en una dirección perpendicular con el eje de rotación. La línea bisectriz se extiende hacia fuera desde el punto central del círculo e interseca el círculo por un punto bisectriz circunferencialmente espaciado por igual de los puntos tangentes axial y radial. Dicho de otra forma, un primer ángulo subtendido por la línea bisectriz a la línea tangente axial y un segundo ángulo subtendido por la línea bisectriz a la línea tangente radial son iguales. Se entenderá que los parámetros de referencia tales como el círculo y las líneas asociadas, planos y puntos tangentes, que se mencionan anteriormente son imaginarios y, por ende, no son características visibles en una fresa de corte, sino que pueden derivarse de la construcción de la misma, tal y como se ha explicado anteriormente.

35 Debido a un mercado mundial competitivo, existe una demanda cada vez mayor de mecanizado con fresas de corte para proporcionar un mejor acabado y una mayor vida útil de la herramienta, incluso cuando se mecanizan piezas de trabajo hechas de materiales difíciles de mecanizar, tales como Inconel, que degradan rápidamente una fresa de corte. Se cree, en teoría, que dicha degradación se debe al menos en parte a la transferencia de calor que una pieza de trabajo hace a una fresa de corte que está mecanizando la pieza de trabajo.

40 Se cree que, al proporcionar una cresta de ángulo de inclinación en una intersección de subsuperficies rebajada de ángulo de inclinación y de corte de ángulo de inclinación, la transferencia de calor a una fresa de corte puede reducirse. El documento US 2014/0227050 asignado al presente solicitante divulga, por ejemplo, en la Fig. 1B, un ejemplo de tales superficies de ángulo de inclinación con tal cresta de ángulo de inclinación.

45 Es un objeto de la presente solicitud proporcionar una nueva y mejorada fresa de corte de radio angular de carburo cementado.

Sumario de la invención

50 De conformidad con la invención, se proporciona una fresa de corte de radio angular que tiene un diente, comprendiendo el diente una cresta de ángulo de inclinación que se curva continuamente desde una línea bisectriz hasta al menos una localización axial hacia atrás de una superficie de alivio de esquina del diente.

55 Las fresas de corte conocidas del tipo considerado comprenden una discontinuidad a lo largo de la cresta del ángulo de inclinación en una localización axial que coincide con la superficie de alivio de la esquina. La presente solicitud proporciona una geometría en la que la discontinuidad se elimina o se vuelve insignificante, lo que permite mejorar de ese modo el acabado de la pieza y la longevidad de la herramienta en las difíciles condiciones de los materiales de mecanizado tales como Inconel.

60 Concretamente, la materia objeto de la presente solicitud no se refiere a fresas de corte de radio angular hechas de materiales en los que la discontinuidad mostrada en los dibujos de la técnica anterior no está típicamente presente. De manera más precisa, esta solicitud se refiere a fresas de corte hechas de carburo cementado (en el sentido amplio del nombre) y no se refiere a fresas de corte hechas de cerámica o fresas de corte recubiertas con materiales caros

superduros (por ejemplo, CBN, diamante).

De conformidad con la invención, se proporciona una fresa de corte de radio angular que tiene un eje de rotación que define direcciones hacia delante y hacia atrás, y que comprende: extremos frontal y trasero y una superficie periférica que se extiende entre ellos; una porción de corte que se extiende hacia atrás desde el extremo frontal; y una porción de vástago situada hacia atrás de la porción de corte; teniendo la porción de corte un diámetro de porción de corte en el extremo frontal y una longitud de corte efectiva, y comprendiendo: dientes formados integralmente que se extienden desde el extremo frontal hasta la superficie periférica; y un filo helicoidal situado entre cada par de dientes adyacentes y que tiene un ángulo de hélice H que cumple la condición: $25^\circ \leq H \leq 60^\circ$; hay un ángulo de indexación S subtendido entre cada par de dientes adyacentes; comprendiendo cada diente: una superficie de alivio; una superficie de ángulo de inclinación; un borde de corte formado en una intersección de las superficies de alivio y de ángulo de inclinación; y una esquina que comprende un perfil de arco circular que define un círculo que tiene un punto central de círculo, un radio circular, líneas tangentes axial y radial y una línea bisectriz; comprendiendo la superficie de alivio: una superficie de alivio axial en el extremo frontal; una superficie de alivio radial en la superficie periférica; y una superficie de alivio de esquina que conecta las superficies de alivio axial y radial; comprendiendo la superficie de ángulo de inclinación: una subsuperficie de corte de ángulo de inclinación que se extiende adyacente al borde de corte; una subsuperficie rebajada de ángulo de inclinación; y una cresta de ángulo de inclinación formada en una intersección de las subsuperficies de corte de ángulo de inclinación y rebajada de ángulo de inclinación; comprendiendo el borde de corte: un subborde axial en el extremo frontal que se extiende hasta la línea tangente axial; un subborde de esquina que se extiende desde la línea tangente axial a la línea tangente radial; y un subborde radial que se extiende hacia atrás desde la línea tangente radial; entre la cresta del ángulo de inclinación y el borde de corte: se puede medir un ancho de subsuperficie de corte radial a lo largo de la línea tangente radial; un ancho de subsuperficie de corte de bisectriz puede medirse a lo largo de la línea bisectriz; y el ancho de la superficie de corte axial puede medirse a lo largo de la línea tangente axial; en donde la cresta del ángulo de inclinación de uno o más de los dientes está curvada continuamente desde la línea bisectriz hasta al menos una localización axial hacia atrás de la superficie de alivio de esquina.

Se cree que cada característica anterior, por separado y en combinación, puede contribuir a un mejor acabado de la pieza de trabajo y/o a la longevidad de la herramienta, particularmente cuando se mecanizan materiales difíciles de mecanizar tales como Inconel.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar cómo se puede llevar a cabo en la práctica, a continuación se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1A es una vista lateral de una fresa de corte de conformidad con la invención;
 la figura 1B es una vista de extremo frontal de la fresa de corte en la figura 1A;
 la figura 2A es una vista lateral de una parte de una porción de corte de una fresa de corte de la técnica anterior;
 la figura 2B es una vista de perfil ampliada de una esquina designada IIB en la figura 2A;
 la figura 2C es una vista ampliada de una porción designada IIC en la figura 2A;
 la figura 3A es una vista lateral de una parte de una porción de corte de la fresa de corte en las figuras 1A y 1B que se muestra en una vista correspondiente a la figura 2A;
 la figura 3B es una vista de perfil ampliada de una esquina designada IIIB en la figura 3A;
 la figura 3C es una vista ampliada de una porción designada IIIC en la figura 3A; y
 la figura 4A es una vista ligeramente girada de la fresa de corte en la figura 3A;
 la figura 4B es una vista ampliada de una esquina designada IVB en la figura 4A;
 la figura 4C es otra vista ampliada más de una esquina de la fresa de corte en la figura 4A tomada en la vista mostrada por la flecha IVA, que está en un ángulo de 45° (mostrado como ángulo "V") con respecto al eje de rotación; y
 las figuras 5A y 5B son vistas ampliadas que ejemplifican subsuperficies rebajadas de ángulo de inclinación.

Descripción detallada

Las figuras 1A y 1B ilustran una fresa de corte de radio angular 10, hecha de carburo cementado, y particularmente configurada para mecanizar materiales difíciles de mecanizar tales como Inconel.

La fresa de corte 10 está configurada para girar alrededor de un eje de rotación 12, que puede extenderse longitudinalmente a través de su centro y coincidir con un punto central de la fresa de corte C_E . En este ejemplo, una dirección de rotación de la fresa de corte D_A está en sentido levógiro en la vista de extremo frontal mostrada en la figura 1B. El eje de rotación 12 puede definir direcciones opuestas hacia delante y hacia atrás D_F , D_R (observando que si bien estas direcciones son paralelas al eje de rotación 12, no necesitan ser coaxiales con el mismo).

La fresa de corte 10 comprende extremos opuestos frontal y trasero 14, 16 y una superficie periférica 18 que se extiende entre los extremos frontal y trasero 14, 16.

La fresa de corte 10 comprende una porción de corte 20 y una porción de vástago 22 situada hacia atrás de la porción

de corte 20.

- 5 La porción de corte 20 comprende un diámetro de porción de corte D_E , que se puede medir en el extremo frontal 14 y una longitud de corte efectiva L_E . La longitud de corte efectiva L_E se extiende desde el extremo frontal 16 hasta una localización axial donde las superficies de alivio de los dientes ya no son efectivas, lo que es visible en este ejemplo en la localización axial designada con el carácter de referencia "23". También se ejemplifica la mitad frontal de la longitud de corte efectiva, designada como L_H , que se extiende desde el extremo frontal 14 hasta una localización axial L_M en el medio de la longitud efectiva L_E .
- 10 La porción de corte 20 comprende dientes 24 formados integralmente (por ejemplo, dientes primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo 24A, 24B, 24C, 24D, 24E, 24F, 24G).
- 15 Un ángulo de indexación S (por ejemplo, ángulos de indexación primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo $S_A, S_B, S_C, S_D, S_E, S_F, S_G$) está subtendido entre cada par de dientes adyacentes. En el ejemplo que se muestra, todos los ángulos de indexación tienen valores diferentes en el extremo frontal 14. No obstante, los ángulos de indexación convergen hacia la igualdad (que para una fresa de corte con siete dientes es $360^\circ/7 = 51,4^\circ$) con una proximidad creciente a la localización axial en el medio de la longitud efectiva L_M y en este ejemplo luego divergen a partir de ahí.
- 20 La porción de corte 20 comprende un filo helicoidal 26 (por ejemplo, filos primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo 26A, 26B, 26C, 26D, 26E, 26F, 26G), es decir, que se extiende al menos helicoidalmente adyacente al extremo frontal 14, situado circunferencialmente entre cada par de dientes adyacentes 24.
- 25 Cada filo 26 puede tener un ángulo de hélice H formado con el eje de rotación 12.
- Con referencia ahora también a la figura 3A, cabe destacar que, al menos adyacente al extremo frontal 14, la fresa de corte 10 puede comprender un núcleo cónico que se muestra esquemáticamente por un ángulo en reducción gradual μ .
- 30 Cada diente 24 puede comprender las siguientes porciones generalmente designadas: una superficie de alivio 28, una superficie de ángulo de inclinación 30, un borde de corte 32 formado en una intersección de la superficie de alivio 28 y la superficie de ángulo de inclinación 30 y una esquina 34. Cabe destacar que la superficie de alivio 28 identificada en la figura 3A es la superficie de alivio de un diente 24 diferente del diente mostrado con las designaciones numéricas de los otros elementos, debiéndose esto solo a que la superficie de alivio del diente superior en la figura 3A no es visible en la vista de perfil que se muestra.
- 35 En la vista de perfil que se muestra en la figura 3A, durante la rotación de la fresa de corte 10 alrededor del eje de rotación 12, la esquina 34 presenta un perfil de arco circular que define una porción 36 de un círculo imaginario I_C .
- 40 Con referencia también a la figura 3C, cabe destacar que el círculo I_C tiene: un punto central circular C_C ; líneas tangentes axial y radial L_A, L_R ; puntos tangentes axial y radial P_{AP}, P_{RP} situados en las intersecciones de las líneas tangentes axial y radial L_A, L_R y el borde de corte 32; una línea bisectriz L_B espaciada angularmente por igual entre las líneas tangentes axial y radial L_A, L_R .
- 45 La superficie de alivio 28 comprende diferentes porciones, en concreto, una superficie de alivio axial 28A (figura 1B) en el extremo frontal 14, una superficie de alivio radial 28B (figura 3A) en la superficie periférica 18, y una superficie de alivio de esquina 28C (figura 3C) que conecta las superficies de alivio axial y radial 28A, 28B.
- 50 La figura 3B muestra la superficie de ángulo de inclinación 30 que comprende diferentes porciones, en concreto, una subsuperficie de corte de ángulo de inclinación 30A que se extiende adyacente al borde de corte 32, una subsuperficie rebajada de ángulo de inclinación 30B, y una cresta de ángulo de inclinación 30C formada en una intersección de las subsuperficies de corte de cresta y rebajada de ángulo de inclinación 30A, 30B.
- 55 El borde de corte 32 comprende diferentes porciones, en concreto, un subborde axial 32A en el extremo frontal 14 que se extiende hasta la línea tangente axial L_A , un subborde de esquina 32B que se extiende desde la línea tangente axial L_A a la línea tangente radial L_R , y un subborde radial 32C que se extiende hacia atrás desde la línea tangente radial L_R .
- 60 Tal y como se muestra en las figuras 4A y 4B, un ángulo de inclinación axial Φ está subtendido entre una línea de superficie de recorte 33 al eje de rotación 12. El ejemplo del ángulo de inclinación axial Φ mostrado es un ángulo positivo.
- 65 De manera similar, como se muestra en la figura 4C, un ángulo de inclinación de la esquina ϵ está subtendido entre el subborde de la esquina 32B y el eje de rotación 12.
- Con referencia a las figuras 5A y 5B, se muestran ejemplos de subsuperficies de corte de ángulo de inclinación 30A,

subsuperficies rebajadas de ángulo de inclinación 30B y crestas de ángulo de inclinación 30C. Concretamente, cada cresta de ángulo de inclinación 30C tiene una forma de cresta, es decir, en la vista que se muestra, un ápice que desciende a las superficies de corte de ángulo de inclinación y rebajada de ángulo de inclinación 30A, 30B. Esta forma se produce independientemente de si la cresta de ángulo de inclinación 30C está situada debajo de una línea radial 42 que se extiende desde el eje de rotación 12 hasta el subborde radial 32C, tal como el que se muestra en la figura 5A (y, por ende, ejemplifica un ángulo de inclinación radial positivo, es decir, $\beta_A > 0^\circ$), o por encima de la línea radial 42 tal y como se ejemplifica en la figura 5B (que muestra un ángulo de inclinación radial negativo, es decir, $\beta_B < 0^\circ$).

Cada subsuperficie de corte de ángulo de inclinación 30A tiene un ángulo de corte interno real γ que tiene un valor mayor que un ángulo de corte interno imaginario λ asociado con la subsuperficie rebajada de ángulo de inclinación 30B. De manera más precisa, con referencia a la figura 5B como ejemplo, una línea de extensión de ángulo de inclinación imaginario 38, que extiende la subsuperficie rebajada del ángulo de inclinación 30B desde la cresta del ángulo de inclinación 30C se interseca con una línea de extensión de alivio imaginaria 40 que extiende la superficie de alivio radial 28B.

Las subsuperficies de corte de ángulo de inclinación 30A pueden tener una forma plana (como se entiende por la línea recta visible en las vistas laterales en las figuras 5A y 5B).

Las subsuperficies rebajadas de ángulo de inclinación 30B de cada diente pueden tener la misma forma, que puede ser una forma cóncava tal y como se muestra en las figuras 5A y 5B. Concretamente, la forma está rebajada respecto de la subsuperficie de corte de ángulo de inclinación asociada 30A de modo que las virutas que se han mecanizado respecto de una pieza de trabajo (no mostrada) pueden pasar preferiblemente sobre la subsuperficie rebajada de ángulo de inclinación 30B sin contacto, especialmente en puntos inmediatamente adyacentes a la cresta de ángulo de inclinación 30C, reduciendo de ese modo la transferencia de calor a la fresa de corte.

Volviendo a la figura 3B, los anchos de subsuperficie de corte W (por ejemplo, W_R , W_B , W_A) pueden medirse entre los puntos más cercanos de la cresta del ángulo de inclinación 30C y el borde de corte 32. Un ancho de subsuperficie de corte radial W_R es puede medirse a lo largo de la línea tangente radial L_R , un ancho de subsuperficie de corte de bisectriz W_B puede medirse a lo largo de la línea bisectriz L_{B2} , y un ancho de subsuperficie de corte axial W_A puede medirse a lo largo de la línea tangente axial L_A .

La subsuperficie de corte de ángulo de inclinación 30A puede comprender tres subporciones distintas. En concreto, una subporción radial 30A1, una subporción axial 30A2 y una subporción de esquina 30A3. Unas líneas de curvatura primera y segunda 44A, 44B pueden verse para mostrar los límites de las subporciones.

Con referencia a la figura 3C, un plano perpendicular S_P , que se extiende en perpendicular al eje de rotación 12, se puede definir en el punto más posterior 45 de la superficie de alivio de la esquina 28C. El plano perpendicular S_P define una localización axial a lo largo del eje de rotación 12. La fresa de corte 10 se puede girar alrededor del eje de rotación 12 hasta que la vista de perfil mostrada en la figura 3B sea visible. Tal y como se muestra, el plano perpendicular S_P también es derivable en la figura 3B a pesar de que la superficie de alivio de la esquina 28C no es visible, puesto que se ha observado la localización axial. Se entenderá que la localización axial precisa del plano perpendicular S_P en la figura 3B se ha agregado esquemáticamente solo con fines explicativos.

La figura 3B muestra que la cresta de ángulo de inclinación 30C está curvada continuamente desde la línea bisectriz L_B hasta al menos una localización axial, que se muestra por el plano perpendicular S_P , hacia atrás de la superficie de alivio de la esquina 28C. De hecho, la cresta de ángulo de inclinación 30C está curvada continuamente en toda la vista mostrada en la figura 3B. En este contexto, "continuamente curvada" significa que la cresta del ángulo de inclinación 30C no contiene una discontinuidad.

Por el contrario, una fresa de corte 10' de la técnica anterior se muestra en las figuras 2A a 2C con elementos básicamente correspondientes que tienen los mismos caracteres de referencia seguidos de un apóstrofo ('). Se observa que en lugar de tres subporciones distintas 30, la esquina 34' tiene dos subporciones, en concreto, una subporción radial 30A1' y una subporción axial de esquina única 30A4' que se muestra que cumple con la subporción radial 30A1' en una sola línea de curvatura 44C'. Una porción de cresta de ángulo de inclinación de esquina axial 30C1' que se extiende a lo largo de la subporción axial de esquina única 30A4' no se curva continuamente a la porción de cresta de ángulo de inclinación radial conectada 30C2' tal y como muestra la discontinuidad 46'. Concretamente, un plano perpendicular S_P' , que sitúa la localización axial del punto más posterior 45' de la superficie de alivio de la esquina 28C' (figura 2C), está situado hacia atrás de la discontinuidad 46'.

También se entenderá que un ángulo de alivio externo Θ (figura 3C), medido entre la esquina y los subbordos radiales 32B, 32C puede estar ventajosamente más cerca de 180° que el ángulo de alivio externo comparativamente más pequeño Θ' (figura 2C) de la herramienta 10' de la técnica anterior.

La descripción anterior incluye una realización y detalles ejemplares y no excluye las realizaciones y detalles no ejemplificados del alcance de las reivindicaciones de la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Una fresa de corte de radio angular de carburo cementado (10) que tiene un eje de rotación (12) que define direcciones hacia delante y hacia atrás (D_F , D_R), y que comprende:
- 5 extremos frontal y trasero (14, 16) y una superficie periférica (18) que se extiende entre medias; una porción de corte (20) que se extiende hacia atrás desde el extremo frontal (14); y una porción de vástago (22) situada hacia atrás de la porción de corte (20);
- 10 teniendo la porción de corte (20) un diámetro de porción de corte (D_E) en el extremo frontal (14) y una longitud de corte efectiva L_E y comprendiendo:
- 15 dientes formados integralmente (24) que se extienden desde el extremo frontal (14) hasta la superficie periférica (18); y un filo helicoidal (26) situado entre cada par de dientes adyacentes (24) y que tiene un ángulo de hélice H que cumple la condición: $25^\circ \leq H \leq 60^\circ$;
- estando subtendido un ángulo de indexación S entre cada par de dientes adyacentes (24); comprendiendo cada diente (24):
- 20 una superficie de alivio (28); una superficie de ángulo de inclinación (30); un borde de corte (32) formado en una intersección de las superficies de alivio y ángulo de inclinación (28, 30); y una esquina (34) que comprende un perfil de arco circular que define una porción (36) de un círculo (I_C) que tiene un punto central del círculo (C_C), un radio circular (R_C), líneas tangentes axial y radial (L_A , L_R) y una línea bisectriz (L_B);
- 25 comprendiendo la superficie de alivio (28):
- 30 una superficie de alivio axial (28A) en el extremo frontal (14); una superficie de alivio radial (28B) en la superficie periférica (18); y una superficie de alivio de esquina (28C) que conecta las superficies de alivio axial y radial (28A, 28B);
- comprendiendo la superficie de ángulo de inclinación (30):
- 35 una subsuperficie de corte de ángulo de inclinación (30A) que se extiende adyacente al borde de corte (32); una subsuperficie rebajada de ángulo de inclinación (30B); y una cresta de ángulo de inclinación (30C) formada en una intersección de las subsuperficies de corte de ángulo de inclinación y rebajada de ángulo de inclinación (30A, 30B);
- 40 caracterizada por que el borde de corte (32) comprende:
- 45 un subborde axial (32A) en el extremo frontal (14) que se extiende hasta la línea tangente axial (L_A); un subborde de esquina (32B) que se extiende desde la línea tangente axial (L_A) hasta la línea tangente radial (L_R); y un subborde radial (32C) que se extiende hacia atrás desde la línea tangente radial (L_R);
- en donde entre la cresta de ángulo de inclinación (30C) y el borde de corte (32):
- 50 un ancho de subsuperficie de corte radial (W_R) puede medirse a lo largo de la línea tangente radial (L_R); un ancho de subsuperficie de corte de bisectriz (W_B) puede medirse a lo largo de la línea bisectriz (L_B); y un ancho de subsuperficie de corte axial (W_A) puede medirse a lo largo de la línea tangente axial (L_A); en donde la cresta de ángulo de inclinación (30C) de uno o más de los dientes (34) está curvada continuamente desde la línea bisectriz (L_B) hasta al menos una localización axial hacia atrás de la superficie de alivio de esquina (28C).
- 55 2. La fresa de corte (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, en una intersección de las superficies radial y de alivio de esquina (28B, 28C), los subbordos radial y de esquina (32B, 32C) forman un ángulo de alivio externo Θ que cumple la condición: $170^\circ \leq \Theta \leq 180^\circ$, preferiblemente el ángulo de alivio externo Θ cumple la condición: $178^\circ \leq \Theta \leq 180^\circ$.
- 60 3. La fresa de corte de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el ancho de subsuperficie de corte radial W_R y el ancho de subsuperficie de corte de bisectriz W_B cumplen la condición: $0,9 W_B \leq W_R \leq 1,1 W_B$.
- 65 4. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada ancho de subsuperficie de corte W que puede medirse entre la cresta de ángulo de inclinación y el borde de corte, y tomado entre la línea tangente radial y la línea bisectriz, cumple la condición: $0,9 W_B \leq W \leq 1,1 W_B$.

5. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el ancho de subsuperficie de corte radial W_R y el ancho de subsuperficie de corte axial W_A cumplen la condición: $0,9 W_A \leq W_R \leq 1,1 W_A$.
- 5 6. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde cada ancho de subsuperficie de corte W que puede medirse entre la cresta de ángulo de inclinación y el borde de corte, y tomado entre la línea tangente radial y la línea tangente axial, cumple la condición: $0,9 W_A \leq W \leq 1,1 W_A$.
- 10 7. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos un ancho de subsuperficie de corte W que puede medirse entre la cresta de ángulo de inclinación y el borde de corte, y tomado entre la línea tangente axial y la línea bisectriz, cumple la condición: $0,008 D_E \leq W \leq 0,02 D_E$; preferiblemente cada ancho de subsuperficie de corte W tomado entre la línea tangente axial y la línea bisectriz, cumple la condición: $0,008 D_E \leq W \leq 0,02 D_E$; y más preferiblemente, el ancho de subsuperficie de corte W que puede medirse entre la línea tangente axial y la línea tangente radial, cumple la condición: $0,008 D_E \leq W \leq 0,02 D_E$.
- 15 8. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cada subsuperficie de corte de ángulo de inclinación (30A) tiene forma plana.
- 20 9. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el radio del círculo R_C cumple la condición: $R_C \leq 0,08 D_E$.
10. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la porción de corte (20) comprende exactamente o siete dientes (24) o nueve dientes (24).
- 25 11. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde uno o más de los dientes (24) tiene un ángulo de inclinación radial β que puede medirse a lo largo de la línea tangente radial (L_R) cumpliendo la condición: $-12^\circ \leq \beta \leq 7^\circ$, y preferiblemente cada diente (24) tiene un ángulo de inclinación radial β que puede medirse a lo largo de la línea tangente radial (L_R) cumpliendo la condición: $-5^\circ \leq \beta \leq 5^\circ$.
- 30 12. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde uno o más de los dientes (24) tiene un ángulo de inclinación radial β que puede medirse a lo largo de la línea tangente radial (L_R) cumpliendo la condición: $\beta > 0^\circ$.
- 35 13. La fresa de corte (10) de acuerdo con la reivindicación 12, en donde uno o más de los dientes (24) tiene un ángulo de inclinación radial β que puede medirse a lo largo de la línea tangente radial (L_R) cumpliendo la condición: $\beta < 0^\circ$.
14. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde, en el extremo frontal (14), una mayoría de los ángulos de indexación S tiene valores diferentes, preferiblemente cada ángulo de indexación S , en el medio de una longitud efectiva (L_M), tiene un valor más cercano a un valor igual al número total de dientes (24) dividido por 360, que un valor del mismo ángulo de indexación S en el extremo frontal (14).
- 40 15. La fresa de corte (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde cada diente (24) tiene una cresta de ángulo de inclinación (30C) que se curva continuamente desde la línea bisectriz (L_B) hasta al menos una localización axial hacia atrás de la superficie de alivio de esquina (28C).
- 45

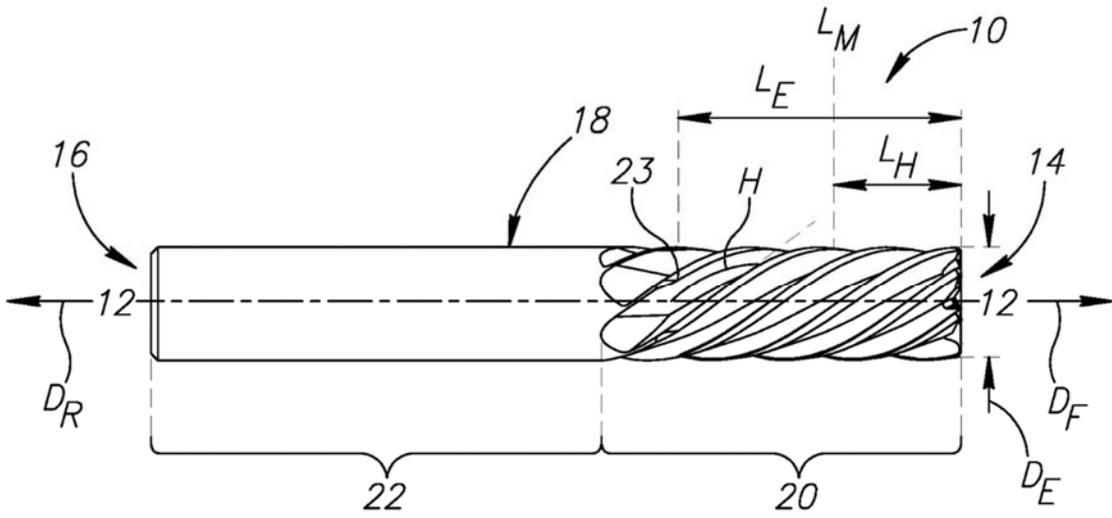


FIG. 1A

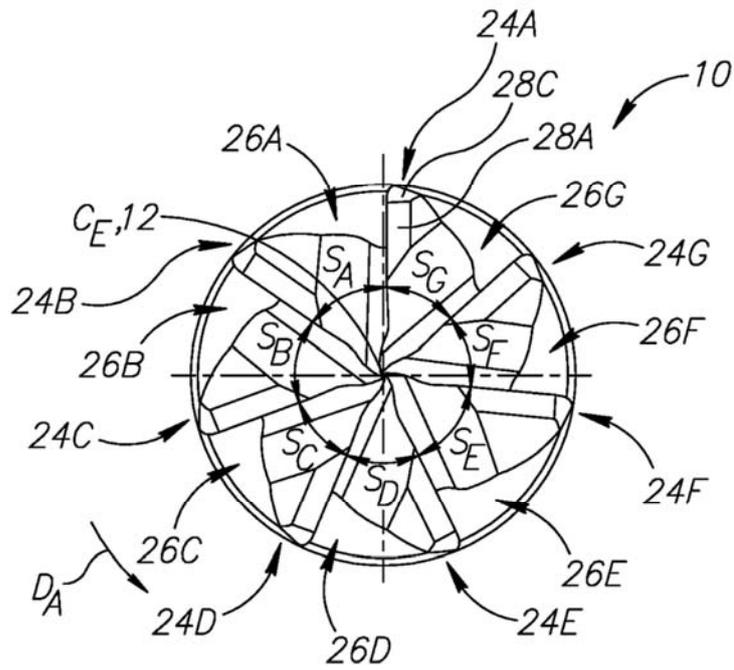


FIG. 1B

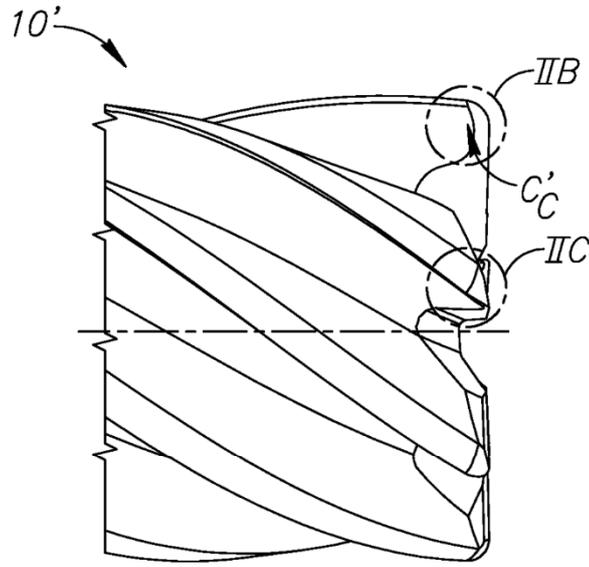


FIG. 2A
(TÉCNICA ANTERIOR)

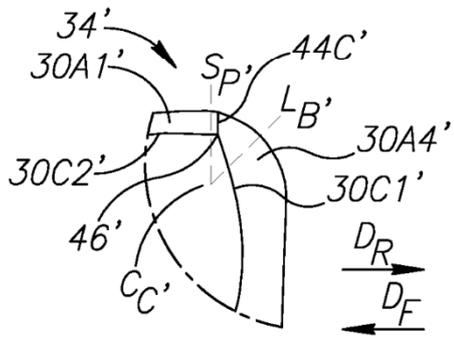


FIG. 2B
(TÉCNICA ANTERIOR)

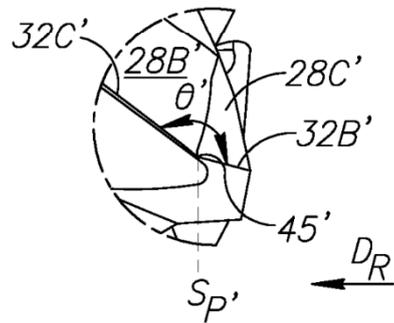


FIG. 2C
(TÉCNICA ANTERIOR)

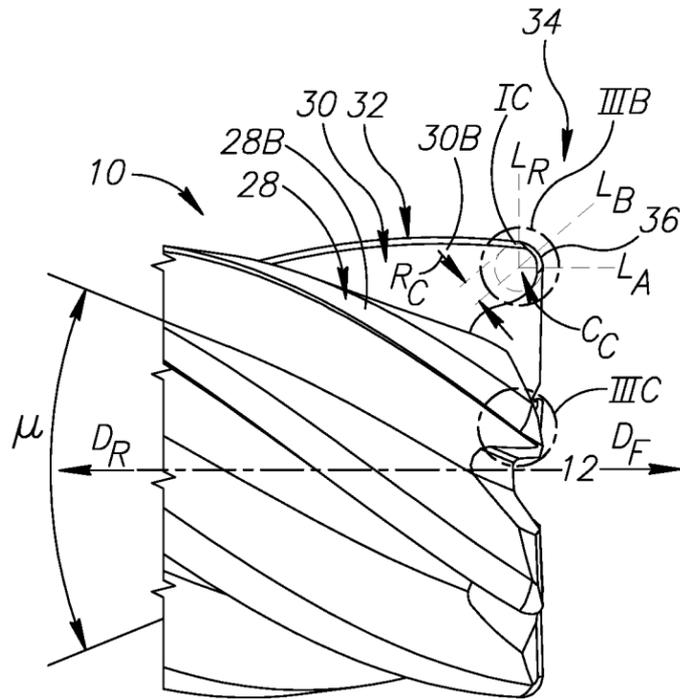


FIG. 3A

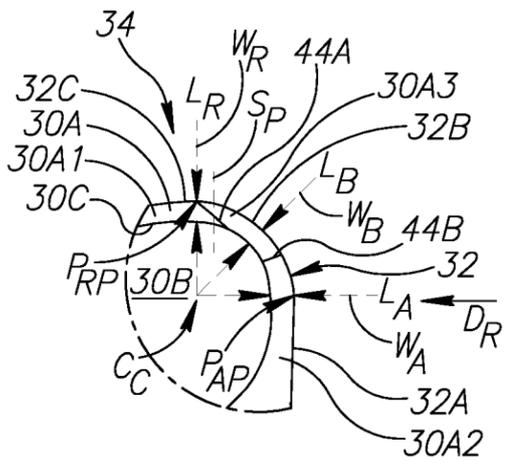


FIG. 3B

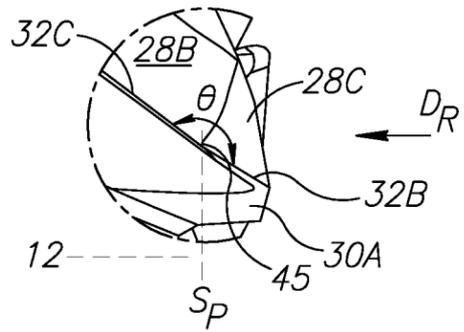


FIG. 3C

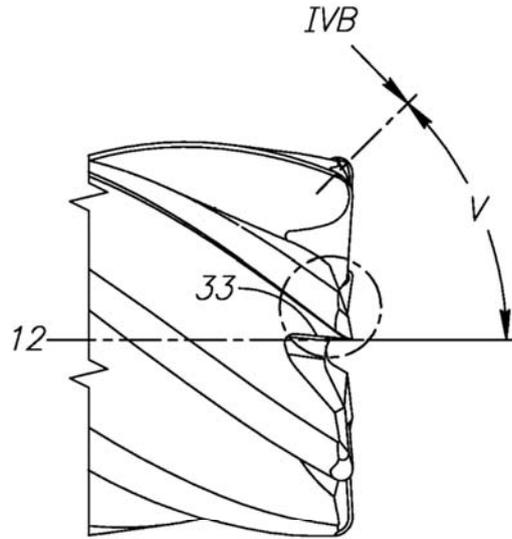


FIG. 4A

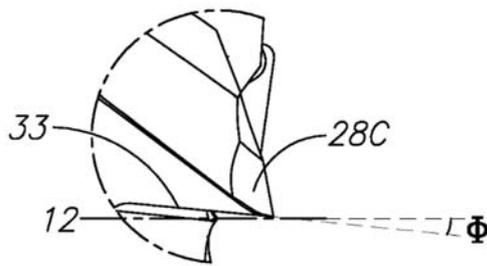


FIG. 4B

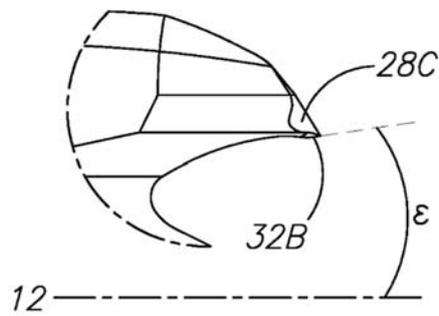


FIG. 4C

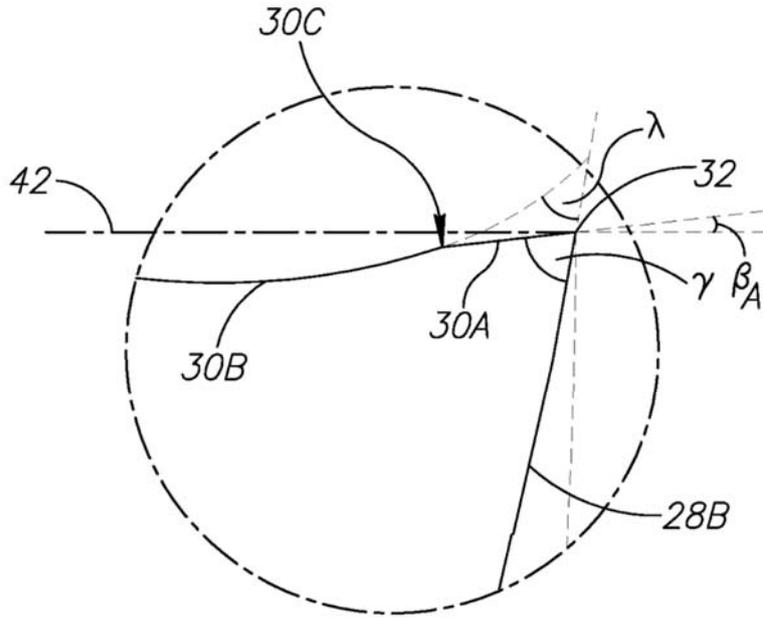


FIG. 5A

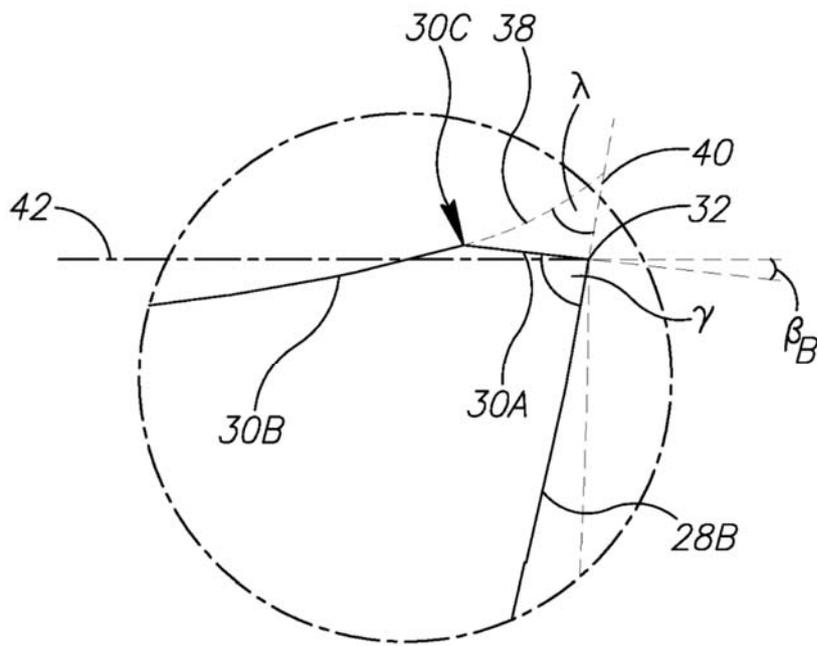


FIG. 5B