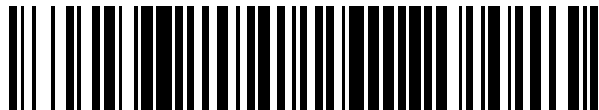


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 017**

51 Int. Cl.:

A61B 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2011 PCT/AU2011/001539**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2012 WO12068641**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2011 E 11843469 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2642930**

54 Título: **Broca**

30 Prioridad:

26.11.2010 AU 2010905238
11.02.2011 AU 2011900459
23.06.2011 AU 2011902465

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2017

73 Titular/es:

CPL HOLDINGS PTY LTD (100.0%)
125A Fassifern Road
Blackalls Park, NSW 2283, AU

72 Inventor/es:

LIS, LIAM PATRICK

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 629 017 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

Broca

5 Campo técnico.

La presente invención se refiere al campo de las brocas y, en particular, se refiere a, pero no se limita a, una broca ortopédica.

10 Antecedentes de la invención

Las brocas están formadas tradicionalmente de una varilla/un vástago de material metálico de alta resistencia amolando dos o más surcos helicoidales, conocidos como estrías, en la pared lateral de la varilla que se extiende desde el extremo frontal operativo de la varilla hacia el extremo posterior, dejando un mango cilíndrico en el extremo posterior de la varilla. Las estrías están separadas por fajas que definen el diámetro total de la varilla. Para reducir la resistencia al avance que de otro modo se experimentaría entre las fajas y la pared del agujero que es taladrado, la zona trasera de cada una de las fajas está amolada, proporcionando un diámetro ligeramente reducido respecto a esta porción de la broca, conocida como destalonado de faja. Esto deja sólo una porción delantera, conocida como margen de la faja, que define el diámetro total de la broca. El borde delantero del margen define un borde de corte secundario afilado con la pared lateral trasera de la estría adyacente, que se conoce como labio de corte. Durante las operaciones de taladrado, sólo la porción de margen de la faja se acopla en la pared del agujero en el material que es taladrado, reduciendo de ese modo la resistencia al avance que actúa sobre la broca y, por consiguiente, reduciendo la probabilidad de que la broca se atasque.

La parte de borde de corte de la broca se forma tradicionalmente amolando la zona de extremo de la varilla para proporcionar una parte de extremo generalmente cónica, conocida como punta, con caras de extremo o de punta que se extienden desde cada faja hacia o bien un borde cincelado, para diseños con dos estrías, o bien una punta afilada para diseños con tres o más estrías. Un borde de corte primario está definido por la unión entre el borde delantero de cada una de las caras de punta y la pared lateral trasera de la estría adyacente. Son estos bordes de corte primarios los que cortan el material que es taladrado en el extremo del taladro. Los recortes de viruta cortados del material pasan a lo largo de las estrías hacia la parte posterior de la broca, creando así espacio para más material que ha de ser cortado o recortado y pasado dentro y a lo largo de las estrías para expulsión desde el extremo posterior de las estrías.

En la parte de cuerpo de la broca, el margen forma un ángulo incluido con la pared lateral trasera de la estría adyacente. Cuanto menor es este ángulo incluido, más afilado es el borde de corte secundario. Tradicionalmente se ha deseado un borde de corte más afilado para incrementar la eficiencia de corte. Un borde de corte secundario más afilado proporciona un acoplamiento más agresivo del material que es cortado. Si el ángulo incluido en el borde de corte secundario es demasiado pequeño, esto puede conducir a disminución del control por parte del operador, por de torsión indeseablemente más alto y potencia de corte incontrolable.

Cuando se proporcionan ángulos incluidos pequeños en los bordes de corte secundarios, si el operador descentra la broca durante el proceso de taladrado, los bordes de corte secundarios tendrán una tendencia a ensanchar el agujero, ya que los bordes de corte secundarios relativamente afilados seguirán cortando y ensanchando el taladro. Esto tendrá un efecto adverso sobre la seguridad de cualquier tornillo enroscado posteriormente dentro del taladro. En aplicaciones ortopédicas esto puede conducir a extracción del tornillo y fallo del implante.

En aplicaciones ortopédicas, los bordes de corte secundarios también pueden tener como resultado daño potencial al tejido blando tal como tendones, ligamentos, tejido adyacente y otros órganos vitales. Los diseños de estría en las brocas tradicionales tienden a acoplarse en el tejido blando, con el resultado de que el tejido se envuelve alrededor de la broca, conduciendo a considerable trauma del tejido. Esto puede conducir a incremento de trauma para el paciente y, posiblemente, en el caso de daño arterial, puede conducir a la muerte.

En un esfuerzo por evitar estos problemas, típicamente se emplean mayores ángulos incluidos en los bordes de corte secundarios controlando el diseño de la estría, y particularmente el radio de la sección transversal de la estría. Cuanto mayor es el radio de la estría, mayor es el ángulo incluido en el borde de corte, con el resultado de un borde de corte secundario menos agresivo. Las secciones transversales de estría de mayor radio, sin embargo, tienen una tendencia a producir un mayor diámetro de núcleo de broca y disminuir la cantidad de material en la broca hacia el diámetro total completo de la broca, reduciendo así el momento de inercia de la broca. Esto tiene como resultado

que la broca es más propensa a un fallo destructivo cuando se aplica un momento flector o polar a la broca. Proporcionar un mayor radio de estría para suavizar el borde de corte secundario también tiene como resultado que el borde de corte primario, en la parte de extremo de corte, también se vuelve menos agresivo, reduciendo así la eficiencia de corte de la broca.

5

En aplicaciones ortopédicas, la mayoría de los procedimientos de taladrado requieren el taladrado del hueso a través de la parte central o hueca del hueso conocida como el canal medular. El taladrado para fijar una fractura requiere taladrar desde un lado de la cortical al otro. Estas corticales se conocen como la cortical proximal y la cortical distal. Más allá de la cortical distal se encuentran tejidos blandos tales como músculos, venas y arterias.

10

También en algunos casos las estructuras óseas que son taladradas comprenden en general una capa externa dura, densa, delgada de hueso compacto o cortical y una capa interna de hueso más ligero, esponjoso o reticular. La dureza y densidad del hueso cortical tienen como resultado que es significativamente más difícil de taladrar que el hueso reticular.

15

Con las brocas ortopédicas típicas, es difícil juzgar cuándo la parte de extremo de corte está a punto de penetrar a través del hueso cortical. Esta penetración se produce casi inmediatamente después de que la broca ha avanzado a través al hueso hasta una extensión donde el extremo posterior del borde de corte primario (en el diámetro total de la broca) se acopla en primer lugar en la superficie ósea, proporcionando un agujero en la superficie ósea que es del

20

diámetro total de la broca. Una vez que la broca penetra a través de la cortical proximalbas se desplaza a través de la parte hueca del hueso hasta la cortical distal donde penetra a través de tejido blando. El tejido blando proporciona poca o ninguna resistencia y la carga axial aplicada a la broca por el operador, la hacer avanzar la broca, puede tener como resultado que la penetración sea súbita, con la broca pasándose con rapidez profundamente dentro de los músculos, venas y arterias más allá de la profundidad requerida del agujero, teniendo como resultado potencialmente un significativo incremento de trauma y, en algunos casos, cuando puede causarse daño arterial, la muerte.

25

Las brocas ortopédicas que tienen bordes de corte secundarios afilados también pueden causar dificultad cuando se usan guías para taladrar para situar con exactitud la broca y taladrar un agujero dentro del tejido óseo antes de la colocación exacta de un implante de tornillo. Esta práctica de utilizar guías para taladrar se ha convertido en algo habitual en la cirugía ortopédica moderna. El borde de corte secundario afilado de la broca tiende a rayar y formar rebabas en el interior de la guía, conduciendo a la posibilidad de que la broca se atore dentro de la guía para taladrar. Las rebabas también pueden escaparse de la guía y entrar en el cuerpo del paciente. El atoramiento de una broca también impide el uso posterior de la guía después de la retirada de la broca para desplegar el tornillo de implante por la guía para fijación ósea exacta. La posibilidad de rayado o formación de rebabas de la guía también se aumenta cuando es amolado un destalonado de faja en la zona trasera de cada faja. Esto reduce el área sobre la cual la broca contacta con la guía si se aplica alguna fuerza no axial a la broca, de modo que la fuerza no axial se transfiere por contacto a la guía sobre un área más pequeña, y de este modo con mayor presión, incrementando la posibilidad de rayado o formación de rebabas de la guía. Los bordes de corte secundarios afilados también desgarran los guantes quirúrgicos, lo cual puede conducir a contaminación cruzada.

30

35

40

La patente de EE.UU. N° 5.967.712 describe una barrena para mecanizar orificios en materiales metálicos que tienen un alto grado de recuperación elástica. La barrena tiene una pluralidad de estrías helicoidales y una faja definida entre cada par de estrías adyacentes y que se extiende hasta una parte de extremo de corte cónico. Cada faja es de una configuración biselada y escalonada. Un extremo delantero de cada faja tiene una zona biselada contigua a la parte de extremo de corte cónico. Una porción posterior de cada faja está recortada, proporcionando la configuración escalonada.

45

50 Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es vencer sustancialmente o al menos mejorar al menos una de las desventajas anteriores.

55 Resumen de la invención

En un primer aspecto la presente invención proporciona una broca que tiene un eje central y que comprende:

una parte de extremo de corte cónico que termina en una punta de barrena en un extremo de dicha broca;

- un mango que se extiende desde un extremo opuesto de dicha broca;
un cuerpo que se extiende entre dicha parte de extremo de corte y dicho mango;
una pluralidad de estrías formadas en dicha broca y que se extienden en general helicoidalmente a lo largo de dicho cuerpo dentro de dicha parte de extremo de corte, teniendo cada una de dichas estrías una pared lateral
5 delantera de estría y una pared lateral trasera de estría;
una pluralidad de fajas definidas en dicho cuerpo, definida cada una de dichas fajas entre dos estrías adyacentes y extendiéndose hasta dicha parte de extremo de corte, comprendiendo cada una de dichas fajas un margen de faja y una zona de borde delantero de faja situada entre y contigua a dicho margen de faja y dicha pared lateral trasera de estría de una de dichas estrías adyacentes delanteras;
10 donde, en sustancialmente cualquier plano en corte transversal del cuerpo que se extiende perpendicular a dicho eje central a través de dicho cuerpo, dicha zona de borde delantero de faja de cada una de dichas fajas está curvada convexamente.

Típicamente en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, cada una de dichas
15 zonas de borde delantero de faja tiene un radio de al menos 0,20 mm.

Típicamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal de cuerpo, cada una de dichas zonas de borde delantero de faja tiene un radio de al menos 0,02 veces un diámetro total de dicha broca.

20 Más típicamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, cada una de dichas zonas de borde delantero de faja tiene un radio de al menos 0,04 veces un diámetro total de dicha broca.

En al menos una realización, cada una de dichas fajas comprende además:

- 25 dicha zona de borde delantero de faja de dicha faja;
un margen de faja contiguo a dicha zona de borde delantero de faja de dicha faja;
un destalonado de faja que se extiende desde dicho margen hacia una de dichas estrías adyacentes traseras; y
una zona de transición de faja que fusiona dicho destalonado de faja en dicha pared lateral delantera de estría de dicha estría adyacente trasera;
30 donde, en cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho margen de faja de cada una de dichas fajas se encuentra en un círculo que se extiende alrededor de dicho eje central y cada una de dichas zonas de borde delantero de faja, cada uno de dichos destalonados de faja y cada una de dichas zonas de transición se encuentra enteramente dentro de dicho círculo.

35 Típicamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja está curvado convexamente.

Típicamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja está inclinado con respecto a dicho margen de faja hacia dicho eje central.
40

Preferentemente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja está inclinado con respecto a dicho margen de faja hacia dicho eje central en un ángulo de 2 a 30 grados, más preferentemente 5 a 15 grados, en una unión entre los mismos.

45 Alternativamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja se curva hacia dentro desde dicho margen de faja hacia dicho eje central.

Típicamente, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de transición de faja está curvada y fusiona suavemente dicho destalonado de faja en dicha pared lateral delantera de
50 estría de dicha estría adyacente trasera.

En al menos una forma, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de transición de faja tiene un radio de al menos 0,08 veces un diámetro total de dicha broca.

55 En al menos una forma, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de transición de faja tiene un radio de al menos 0,2 veces un diámetro total de dicha broca.

Típicamente, dicha broca tiene tres de dichas estrías.

Típicamente, dicha broca es una broca ortopédica.

En al menos una realización preferente de la invención, dicha broca comprende además una pluralidad de caras de punta definidas en dicha parte de extremo de corte y que se extienden desde una de dichas fajas hasta dicha punta de barrena, estando separadas dichas caras de punta por dichas estrías hasta un extremo delantero de cada una de dichas estrías, definiendo cada una de dichas caras de punta un borde de corte primario con dicha pared lateral trasera de estría de la dicha estría adyacente delantera; donde cada uno de dichos bordes de corte primarios se extiende desde una de dichas zonas de borde delantero de faja, tiene una zona de transición de borde de corte primario contigua a la dicha zona de borde delantero de faja respectiva y, en sustancialmente cualquier plano en corte transversal de la zona de transición que se extiende perpendicular a dicho eje central a través de dicha zona de transición de borde de corte primario, dicho borde de corte primario está curvado convexamente y/o una zona exterior radialmente contigua de dicha pared lateral trasera de estría de la dicha estría adyacente delantera está configurada de modo que dicho borde de corte primario define un ángulo incluido incrementado entre dicha pared lateral trasera de estría y la dicha cara de punta contigua comparado con un ángulo incluido correspondiente en cualquier plano en corte transversal delante de dicha zona de transición de borde de corte primario.

En una forma, cada uno de dichos bordes de corte primarios tiene un radio en dicha zona de transición de borde de corte primario, medido en uno de dichos planos en corte transversal de la zona de transición que se incrementa hacia la dicha zona de borde delantero de faja respectiva, fusionando dicho borde de corte primario desde una zona afilada delantera de dicho borde de corte primario en dicha zona de borde delantero de faja.

En una forma, cada uno de dichos bordes de corte primarios define un ángulo incluido entre dicha pared lateral trasera de estría y la dicha cara de punta contigua, medido en uno de dichos planos en corte transversal de la zona de transición que se incrementa hacia la dicha zona de borde delantero de faja respectiva.

Típicamente para cada uno de dichos bordes de corte primarios, en un plano en corte transversal que se extiende a través de una intersección entre cada uno de dichos bordes de corte primarios y dicha zona de borde delantero de faja respectiva, dicho borde de corte primario tiene un radio sustancialmente igual a un radio de dicha zona de borde delantero de faja. Típicamente, dicho radio es al menos 0,20 mm.

En al menos una realización, cada una de dichas estrías se extiende hasta dicha punta de barrena adyacente y cada uno de dichos bordes de corte primarios se extiende desde una de dichas zonas de borde delantero de faja de una manera helicoidal cónica variable con un ángulo de hélice de borde de corte primario que disminuye desde sustancialmente igual a un ángulo de hélice de la dicha zona de borde delantero de faja respectiva, en dicha zona de borde delantero de faja, hacia cero a medida que se aproxima a dicha punta de barrena.

En el contexto de la presente memoria descriptiva, una hélice cónica variable se define como una curva tridimensional que tiene la forma general de una hélice cónica excepto que el ángulo de hélice, definido entre una tangente a la curva en cualquier punto y el eje central de la curva, no es constante como con una hélice regular, sino que varía.

En una forma, cada una de dichas fajas comprende además:

una zona de transición de faja que fusiona dicho margen de faja en dicha pared lateral delantera de estría de dicha estría adyacente trasera; donde, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho margen de faja de cada una de dichas fajas se encuentra en un círculo que se extiende alrededor de dicho eje central y dicho margen de faja se extiende a través de al menos una mayoría de una anchura de dicha faja.

En una forma, dicho cuerpo está provisto de una rosca que se extiende desde dicha parte de extremo de corte adyacente hacia dicho mango, estando definida dicha rosca en dichos márgenes de faja.

En sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de borde delantero de faja curvada convexamente puede estar definida por una pluralidad de superficies biseladas discretas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones preferentes de la presente invención, únicamente a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos donde:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de una broca de acuerdo con una primera realización;
 la figura 2 es una vista en perspectiva a escala ampliada de la parte de extremo de corte de la broca de la figura 1;
- 5 la figura 3 es una vista en alzado frontal de la broca de la figura 1; y
 las figuras 3a a 3e son cada una vistas en corte transversal de la broca de la figura 1 tomadas por las secciones A-A a E-E de la figura 3, respectivamente.
 La figura 4 es una vista en perspectiva de una broca de acuerdo con una segunda realización; la figura 5 es una vista en perspectiva a escala ampliada de la parte de extremo de corte de la broca de la figura 4;
- 10 la figura 6 es una vista en alzado frontal de la broca de la figura 4;
 las figuras 6a a 6e son cada una vistas en corte transversal de la broca de la figura 4 tomadas por las secciones A-A a E-E de la figura 6, respectivamente;
 la figura 7 es una vista en alzado desde un extremo de la broca de la figura 4;
 las figuras 8 a 10 son cada una vistas en perspectiva/en perspectiva parcial de la broca de la figura 4 tal como se ve desde diversos ángulos.
- 15 La figura 11 es un gráfico que representa la carga axial frente al tiempo para la broca de la figura 4 taladrando dentro de material óseo;
 la figura 12 es una vista en perspectiva de una broca de acuerdo con una tercera realización; la figura 13 es una vista en alzado frontal de la broca de la figura 12;
- 20 las figuras 13a a 13c son cada una vistas en corte transversal de la broca de la figura 12 tomadas por las secciones A-A a C-C de la figura 13 respectivamente;
 la figura 14 es una vista en alzado desde un extremo de la broca de la figura 12; y
 la figura 15 es una vista en perspectiva adicional de la broca de la figura 12.

25 Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención

Haciendo referencia a las figuras 1 a 3e de los dibujos adjuntos, una broca (1) de acuerdo con una primera realización tiene una parte de extremo de corte cónico (2) que termina en una punta de barrena (3) en un extremo frontal operativo de la broca (1), con un mango (4) que se extiende desde un extremo posterior opuesto de la broca (1). El mango (4) está configurado para ser recibido dentro del portabroca de una taladradora de la manera habitual, y será típicamente cilíndrico aunque puede ser de sección transversal hexagonal o cualquier otra forma adecuada. Un cuerpo (4a) de la broca (1) se extiende entre la parte de extremo de corte (2) y el mango (4). En la broca (1) está formada una pluralidad de estrías (5). En la realización representada existen tres estrías (5) que se extienden cada una helicoidalmente a lo largo del cuerpo (4a) desde el mango adyacente (4) hasta la parte de extremo de corte (2), aunque está previsto que la broca (1) pueda tener sólo dos estrías (5) o cuatro o más estrías (5). Cada una de las estrías (5) se extiende hasta la parte de extremo de corte (2) hacia la punta de barrena (3), pero acaba justo antes de la punta de barrena (3) como resultado de la conicidad de la parte de extremo de corte (2).

En la realización representada, la broca (1) está configurada para hacerse rotar en una dirección horaria cuando se ve desde la parte posterior de la broca (1). A lo largo de toda esta memoria descriptiva, se hará referencia a diversas características de la broca como "delantero" o "trasero", indicando esta terminología características que van por delante o van por detrás respectivamente a medida que la broca rota de la manera prevista. Cada una de las estrías (5) tiene una pared lateral delantera de estría (6) (que está orientada en contra de la dirección de rotación prevista) y una pared lateral trasera de estría (7) (que está orientada en la dirección de rotación prevista). La pared lateral delantera de estría (6) está unida a la pared lateral trasera de estría (7) por medio de una base de estría (8) situada entre las mismas. Tal como mejor se representa en las vistas en corte transversal de las figuras 3a a 3d, la pared lateral delantera de estría (6), la base de estría (8) y la pared lateral trasera de estría (7) forman efectivamente una superficie continua suave. Cada una de las estrías (5) está formada con un ángulo de hélice de aproximadamente 13 grados en la realización representada, aunque el ángulo de hélice puede adaptarse según se desee para diferentes aplicaciones. Ángulos de hélice típicos estarán entre 10 grados y 45 grados. La hélice de las estrías (5) está configurada de modo que el extremo posterior de cada estría (5) va por detrás del extremo frontal a medida que la broca (1) rota en la dirección prevista. Las bases de estría (8) tienen un ligero ahusamiento de aproximadamente 1 grado con respecto al eje central A de la broca, reduciendo la profundidad de las estrías (5) hacia el mango (4). Ángulos de ahusamiento típicos estarán entre 0 grados y 3 grados.

55 Está definida una faja (9) entre cada una de las estrías (5). Tal como mejor se representa en la vista en corte transversal de la figura 3a, cada faja (9) tiene una zona de borde delantero de faja (11) contigua a la pared lateral trasera de estría adyacente (7) de la estría adyacente (5) que va directamente por delante de la faja (9). Está definido un margen de faja (10) contiguo y que va por detrás de la zona de borde delantero de faja (11). Cada faja

(9) también tiene un destalonado de faja (12) que se extiende desde el margen de faja (10) hacia la pared lateral delantera de estría adyacente (6) de la estría (5) que va directamente por detrás de la faja (9).

La zona de borde delantero de faja (11) de cada faja (9) está curvada convexamente cuando se ve en al menos 5 sustancialmente cualquier plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A de la broca a través del cuerpo (4a) (denominado aquí como plano en corte transversal del cuerpo, tal como el plano en corte transversal representado en la figura 3a). Esto puede contrastarse con las brocas típicas de la técnica anterior que definen un borde de corte afilado en la intersección entre el borde delantero de cada faja y la pared lateral trasera de estría adyacente. Como resultado, el cuerpo (4a) de la broca (1) no está provisto de ningún borde de corte 10 secundario, como es el caso con las brocas conocidas típicas, dejando toda la operación de corte a la parte de extremo de corte (2), tal como se describirá con más detalle más adelante. Como resultado, en caso de que el operador descentre la broca durante el proceso de taladrado, habrá menos tendencia a que el taladro sea cortado y ensanchado por el cuerpo desalineado de la broca comparado con cuando están provistos bordes de corte secundarios afilados en el cuerpo. También hay una reducida posibilidad de daño al tejido blando en aplicaciones 15 ortopédicas, reduciendo la posibilidad de que el cuerpo de la broca muerda en el tejido blando y que tenga tejido blando acoplado y envuelto alrededor del cuerpo. Proporcionar una zona de borde delantero de faja curvada convexamente en cada faja también mejora la suavidad de la operación de la broca, reduciendo la agresividad de acoplamiento de la broca, permitiendo la provisión de un proceso de corte suave bajo par de torsión reducido. Estos beneficios también pueden conseguirse sin afectar negativamente a la integridad estructural de la broca, 20 manteniendo un momento de inercia significativo de la broca por no tener que reducir la cantidad de material en el cuerpo de la broca en el diámetro completo para tener cabida para un mayor ángulo entre la cara trasera de estría y la faja para suavizar un borde de corte secundario. La curvatura convexa de la zona de borde delantero de faja (11) puede conseguirse con una pluralidad de superficies biseladas discretas más que con una curva continua.

25 Para cada faja, la zona de borde delantero de faja (11) tendrá típicamente un radio medio de al menos 0,2 mm. En particular, para una broca ortopédica típica que tiene un diámetro total de 4,5 mm, las zonas de borde delantero de faja tendrán típicamente un radio constante de al menos 0,2 mm medido en al menos sustancialmente cualquier plano en corte transversal del cuerpo que se extiende perpendicular al eje central A a través del cuerpo 4a. En la disposición particular representada, el radio de la zona de borde delantero de faja (11) es aproximadamente 0,3 mm. 30 El radio de la zona de borde delantero de faja puede variar en cualquier plano en corte transversal (es decir, la zona de borde delantero de faja (11) no tiene que estar formada como un arco de radio constante). En al menos sustancialmente cualquier plano en corte transversal del cuerpo perpendicular al eje central A que se extiende a través del cuerpo (4a), el radio medio de cada zona de borde delantero de faja (11) sería típicamente al menos 0,02 veces el diámetro total de la broca, más particularmente al menos 0,04 veces el diámetro total de la broca. 35

En la disposición particular representada, una zona de transición de faja (13) fusiona el destalonado de faja (12) en la pared lateral delantera de estría (6), tal como mejor se representa en la figura 3a. Esto puede contrastarse con una broca típica de la técnica anterior donde el destalonado de faja y la pared lateral delantera de estría se encuentran en un borde afilado (aunque está previsto que la zona de borde delantero de faja curvada descrita 40 anteriormente pueda usarse conjuntamente con un destalonado de faja/pared lateral delantera de estría convencional). La zona de transición (13) típicamente estará curvada para fusionar suavemente el destalonado de faja (12) en la pared lateral delantera de estría (6). La zona de transición de faja (13) tendrá preferentemente un radio, cuando se mide en un plano en corte transversal del cuerpo perpendicular al eje central A de la broca (tal como los planos en corte transversal representados en las figuras 3a a 3e) que puede variar dentro del intervalo de 45 0,08 a 0,3 veces el diámetro total de la broca (1), o entre 0,2 y 0,3 veces el diámetro total. En la realización específica representada, la broca (1) tiene un diámetro total de 4,5 mm, y la zona de transición de faja (13) tiene un radio que varía entre aproximadamente 1,08 mm adyacente al destalonado de faja (6) y 0,4 mm adyacente a la pared lateral delantera de estría (6). En lugar de estar curvadas, las zonas de transición de faja (13) podrían estar definidas cada una por una, o preferentemente dos o más, superficies biseladas. 50

El margen de faja (10) constituye una porción cilíndrica parcial de la faja (9) que no es amolada del vástago cilíndrico del cual está formada la broca (1). El margen de faja (10) tiene una anchura (medida en un plano en corte transversal del cuerpo) de aproximadamente 0,2 mm en la realización representada, sin embargo, está previsto que el margen de faja (10) pueda tener una anchura mínima, definida efectivamente por la intersección de la zona de 55 borde delantero de faja (11) y el destalonado de faja (12). Los márgenes de faja (10) se encuentran cada uno en un círculo B que se extiende alrededor del eje central A y que tiene un diámetro igual al diámetro total de la broca (que es igual al diámetro del mango (4) en la realización representada). La zona de borde delantero de faja (11), el destalonado de faja (12) y la zona de transición de faja (13) de cada faja son amolados del vástago cilíndrico del cual está formada la broca (1). Por consiguiente, en cualquier plano en corte transversal del cuerpo que se extiende

perpendicular al eje central A a través de las fajas (9), cada zona de borde delantero de faja (11), destalonado de faja (12) y zona de transición de faja (13) se encuentra totalmente dentro del círculo B tal como se representa en la figura 3a. El destalonado de faja (12) está curvado convexamente y está inclinado típicamente con respecto al margen de faja (10) hacia el eje central A, definiendo un borde entre el margen de faja (10) y el destalonado de faja (12). Alternativamente, el destalonado de faja (12) puede curvarse gradualmente hacia dentro desde el margen de faja (10) hacia el eje central A sin dejar ningún borde definido entre los mismos. En la realización representada, el destalonado de faja (12) está inclinado con respecto al margen de faja (10), cuando se mide en un plano en corte transversal del cuerpo, aproximadamente 11 grados en la unión entre los mismos. Ángulos de inclinación típicos estarán entre 5 grados y 25 grados. Como tal, el destalonado de faja (12) proporciona una mayor área entre su superficie y el círculo B que los diseños típicos de la técnica anterior, que son en general parcialmente cilíndricos con un diámetro sólo ligeramente inferior al diámetro total de la broca.

El destalonado de faja (12) proporciona una holgura entre la mayor parte de la faja (9) y la pared del agujero que es taladrado, reduciendo así aún más la resistencia al avance de la broca. Tal como se ha indicado anteriormente, esta holgura es generalmente mayor que la proporcionada con los diseños típicos de la técnica anterior, particularmente hacia la zona de transición de faja (13). Este incremento de holgura, junto con la holgura adicional proporcionada por la zona de transición de faja (13), proporciona un recorrido de flujo adicional secundario para que la viruta pase a lo largo de la broca (1) a medida que las estrías (5) empiezan a llenarse e incrementar la presión. La zona de transición de faja (13) también proporciona una oportunidad para que el material en virutas que no se hace pasar inmediatamente a las estrías (5), pero que se ha desplazado al destalonado de faja (12), fluya a las estrías (5). Se cree que la zona de transición de faja (12) crea una zona de presión reducida que extrae activamente la viruta del destalonado de faja (12) hasta la estría adyacente (5). De este modo, la eficiencia de la broca (1) no se ve afectada por una acumulación de material en virutas atrapado dentro de la zona de destalonado de faja (12).

Cada una de las estrías (5) y la zona de borde delantero de faja adyacente (11), la zona de transición de faja (13) y el destalonado de faja (12) pueden ser formados amolando el vástago del cual está formada la broca (1) en una sola operación de amolado con una muela de una sola forma.

La parte de extremo de corte cónico (2) puede ser de una configuración convencional. Alternativamente, la parte de extremo de corte (2) puede ser ventajosamente de cualquiera de las formas específicas representadas en los dibujos adjuntos.

Haciendo referencia específicamente a la figura 2, la parte de extremo de corte cónico (2) de la broca (1) comprende tres caras de punta (14), uno correspondiente a cada una de las fajas (9). Cada cara de punta (14) se extiende desde la faja correspondiente (9) hasta la punta de barrena (3) y constituye efectivamente un extremo cónico de la faja correspondiente (9). Las caras de punta (14) definen un ángulo de punta de broca incluido, que es aproximadamente 60° en la realización representada, aunque el ángulo de punta de broca puede alterarse según se desee para adaptarse al material que ha de ser taladrado. Serían típicos ángulos de punta de broca de entre 40° y 80°. Las estrías (5) se extienden entre las caras de punta (14) hasta que terminan donde la parte de extremo de corte cónico (2) está ahusada hasta el espesor del alma central (15) que separa las bases de estría (8).

Cada cara de punta (14) está separada en dos zonas. Una primera zona de cara de punta (16) se extiende desde el adyacente al extremo (17) de cada una de las estrías (5) hasta la punta de barrena (3). Esta primera zona de cara de punta (16) constituye el extremo delantero macizo de la parte de extremo de corte (2) donde cada una de las caras de punta (14) se encuentra sin una estría (5) entre las mismas. La segunda zona de cara de punta (18) constituye la zona que se extiende desde la primera zona de cara de punta (16) hasta el extremo delantero de la faja adyacente (9). Las segundas zonas de cara de punta (18) están cada una separadas por una de las estrías (5).

Cada una de las segundas zonas de cara de punta (18) tiene una configuración similar a la de cada una de las fajas (9). Esta configuración se aprecia de la mejor manera a partir de cada una de las vistas en corte transversal de las figuras 3b a 3d, que representan planos en corte transversal sucesivos tomados a través de las segundas zonas de cara de punta (18). Cada segunda zona de cara de punta (18) tiene un margen de cara delantera (20) que define un borde de corte primario (21) con la pared lateral trasera de estría adyacente (7) de la estría adyacente (5) que va directamente por delante de la segunda zona de cara de punta (18). En ausencia de un borde de corte secundario en el cuerpo (4a) de la broca (1), los bordes de corte primarios (21) realizan sustancialmente toda la función de corte (1) (junto con los bordes de corte terciarios (75) descritos más adelante). Proporcionar zonas de borde delantero de faja curvadas convexamente (11) en lugar de bordes de corte secundarios permite que los bordes de corte primarios (21) se mantengan afilados usando una muela de pequeño radio para formar las estrías (5) a lo largo de su longitud, manteniendo un ángulo incluido relativamente pequeño entre la pared lateral trasera de estría (7) y el

margen de cara (20). Aun así puede proporcionarse un corte agresivo mediante los bordes de corte primarios (21), manteniendo un proceso de corte eficiente y suave.

Un destalonado de cara (22) se extiende desde el margen de cara (20) hacia la pared lateral delantera de estría adyacente (6) de la estría (5) que va directamente por detrás de la segunda zona de cara de punta (18). En la realización representada, el margen de cara (20) está representado efectivamente por una línea delgada definida por el borde de corte primario (21), más que un margen más sustancial como es el caso con el margen de faja (10), con el destalonado de cara (22) fusionándose suavemente en el margen de cara (20). Una zona de transición de cara (23) fusiona el destalonado de cara (22) en la pared lateral delantera de estría (6). Esto puede contrastarse de nuevo con una broca típica de la técnica anterior donde la cara de punta típicamente se encuentra con la pared lateral delantera de estría en un borde afilado.

Haciendo referencia a la figura 3c, los márgenes de cara (20) se encuentran cada uno en un círculo C que se extiende alrededor del eje central A, y que tiene un diámetro que es reducido comparado con el diámetro total de la broca, dada la conicidad de la parte de extremo de corte cónica (2). El destalonado de cara (22) y la zona de transición de cara (23) son amolados de la forma cónica básica de la parte de extremo de corte (2). Por consiguiente, en cualquier plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A a través de las segundas zonas de cara de punta (18), cada destalonado de cara (22) y zona de transición de cara (23) se encuentra totalmente dentro del círculo C tal como se representa en la figura 3c.

De manera similar al destalonado de faja (12), el destalonado de cara (22) reduce la resistencia al avance sobre la broca (1). La configuración de la zona de transición de cara (23), que fusiona el destalonado de cara (22) en la pared lateral delantera de estría adyacente (6) también mejora el flujo de exceso de viruta, la cual se hace pasar inicialmente a un área adyacente al destalonado de cara (22) en lugar de directamente a la estría (5), de manera similar a la analizada anteriormente en relación con la zona de transición de faja (13).

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3e, la primera zona de cara de barrena (16) también comparte algunos aspectos de la configuración tanto de las fajas (9) como de las segundas zonas de cara de punta (18). Cada primera zona de cara de punta (16) tiene un margen de punta delantero (24) que define un borde de corte terciario (25) con el borde trasero de la primera zona de cara de punta adyacente (16). Al igual que con los márgenes de cara (20), los márgenes de punta (24) estarán definidos típicamente por una línea que constituye el borde de corte terciario (25). Los márgenes de punta (24) pueden, sin embargo, tener una anchura más amplia. Un destalonado de punta (26) se extiende desde el margen de punta (24) hacia la primera zona de cara de punta trasera adyacente (16). Está formado un surco (27) en cada primera zona de cara de punta (16) entre el destalonado de punta (26) y el borde delantero de la primera zona de cara de punta que va directamente por detrás. Una zona de transición de punta curvada (28) fusiona cada destalonado de punta (26) en el surco adyacente (27). Las zonas de transición de punta (28) representan cada una continuación de una zona de transición de cara (23). Cada uno de los surcos (27) comunica con el extremo de una estría adyacente (5) y se extiende hacia la punta de barrena (3) aunque está previsto que, en la mayoría de las aplicaciones, el surco no se extenderá del todo hasta la punta de barrena (3) tal como puede verse en las figuras 2 y 4. Esto se debe en gran medida a limitaciones en la creación de los surcos (27) en una zona tan fina en la punta de barrena (3).

Los márgenes de punta (24) se encuentran cada uno en un círculo D que se extiende alrededor del eje central A tal como se representa en la figura 3e. Cada destalonado de punta (26), zona de transición de punta (28) y surco (27) se encuentra totalmente dentro del círculo D.

Los destalonados de punta (26) funcionan de nuevo de manera similar tanto a los destalonados de faja (12) como a los destalonados de cara (22), reduciendo la resistencia al avance y también proporcionando espacio para el paso de viruta. Los surcos (27) proporcionan cada uno un recorrido de flujo para viruta desde la punta de barrena adyacente (3) para hacer avanzar la viruta dentro de las estrías (5). Esto puede contrastarse con las brocas típicas de la técnica anterior, donde la porción de extremo maciza de la parte de extremo de corte es sustancialmente de forma piramidal sin provisión de ningún recorrido de flujo para el paso de viruta. La disposición de los surcos (27) adyacentes a los bordes de corte terciarios (25) también proporciona bordes de corte terciarios mucho más fuertes (25) que en el caso de diseños de parte de extremo de forma piramidal.

Las figuras 4 a 10 de los dibujos adjuntos representan una broca (101) de acuerdo con una segunda realización. Las características de la broca (101) de la segunda realización que son idénticas o equivalentes a las características de la broca (1) de la primera realización descrita anteriormente se identifican en general con números de referencia que corresponden a los de la primera realización, incrementados en 100.

La broca (101) tiene una parte de extremo de corte cónico (102) que termina en una punta de barrena (103) en un extremo frontal operativo de la broca (101), con un mango (104) que se extiende desde un extremo posterior opuesto de la broca (101). El mango (104) está configurado para ser recibido dentro del portabroca de una taladradora. Un cuerpo (104a) de la broca (101) se extiende entre la parte de extremo de corte (102) y el mango (104). Una pluralidad de estrías (105) están formadas en la broca (101). En la segunda realización representada existen tres estrías (105) que se extienden cada una en general helicoidalmente a lo largo del cuerpo (104a) desde el mango adyacente (104) hasta la parte de extremo de corte (102). En esta realización, cada una de las estrías (105) se extiende hasta la parte de extremo de corte (102) hasta la punta de barrena adyacente (103). Cada una de las estrías (105) comprende una zona de cuerpo de estría (105b) que se extiende a lo largo del cuerpo (104a), y una zona de extremo de estría (105a) que se extiende a lo largo de la parte de extremo de corte (102) desde la unión entre la parte de extremo de corte (102) y el cuerpo (104a) hasta la punta de barrena adyacente (103).

Una faja (109) está definida en el cuerpo (104a) entre cada una de las estrías (105). Tal como mejor se representa en la vista en corte transversal de la figura 6a, cada faja (109) tiene una zona de borde delantero de faja (111) contigua a la pared lateral trasera de estría adyacente (107) de la estría adyacente (105) que va directamente por delante de la faja (109). Está definido un margen de faja (110) contiguo y que va por detrás de la zona de borde delantero (111). Cada faja (109) también tiene un destalonado de faja (112) que se extiende desde el margen de faja (110) hacia la pared lateral delantera de estría adyacente (106) de la estría (105) que va directamente por detrás de la faja (109).

Haciendo referencia específicamente a la figura 5, la parte de extremo de corte cónico (102) de la broca (101) comprende tres caras de punta (114), uno correspondiente a cada una de las fajas (109). Cada cara de punta (114) se extiende desde la faja correspondiente (109) hasta la punta de barrena (103) y constituye efectivamente un extremo cónico de la faja correspondiente (109). Las caras de punta (114) definen un ángulo de punta de broca incluido, que es aproximadamente 60° en la realización representada, aunque de nuevo el ángulo de punta de broca puede alterarse según se desee para adaptarse al material que ha de ser taladrado. Las caras de punta (114) están separadas por las estrías (105) (en particular las zonas delanteras de estría (105a) hasta la punta de barrena adyacente (103), en el extremo de las estrías (105)).

En la segunda realización representada, la broca (101) está configurada de nuevo para que se haga rotar en una dirección horaria cuando se ve desde la parte posterior de la broca (101). Tal como se describe anteriormente, cada una de las estrías (105) tiene una pared lateral delantera de estría (106) y una pared lateral trasera de estría (107). La pared lateral delantera de estría (106) está unida a la pared lateral trasera de estría (107) por medio de una base de estría (108) situada entre las mismas. Tal como mejor se representa en las vistas en corte transversal de las figuras 6a a 6e, la pared lateral delantera de estría (106), la base de estría (108) y la pared lateral trasera de estría (107) forman efectivamente una superficie continua suave. La pared lateral delantera de estría (106), la pared lateral trasera de estría (107) y la base de estría (108) pueden ser divididas en zonas de extremo y de cuerpo, de la misma manera que cada estría (105) ha sido dividida en una zona de extremo de estría (105a) y zona de cuerpo de estría (105b), y numeradas en consecuencia. Es decir, la pared lateral delantera de estría (106) puede ser dividida en una zona de extremo de pared lateral delantera de estría (106a) y una zona de cuerpo de pared lateral delantera de estría (106b), la pared lateral trasera de estría (107) puede ser dividida en una zona de extremo de pared lateral trasera de estría (107a) y una zona de cuerpo de pared lateral trasera de estría (107b) y la base de estría puede ser dividida en una zona de extremo de base de estría (108a) y una zona de cuerpo de base de estría (108b).

Las zonas de cuerpo de estría (105b) están formadas cada una con un ángulo de hélice constante de aproximadamente 13 grados en la realización representada, aunque el ángulo de hélice puede adaptarse de nuevo según se desee para diferentes aplicaciones. Las zonas de borde delantero de faja (111) están formadas con el mismo ángulo de hélice constante. La hélice de cada una de las estrías (105) está configurada de modo que el extremo posterior de cada estría (105) sigue al extremo frontal a medida que la broca (101) rota en la dirección prevista. Las zonas de cuerpo de base de estría (108b) tienen un ligero ahusamiento de aproximadamente 1 grado con respecto al eje central A de la broca, reduciendo la profundidad de las zonas de cuerpo de estría (105b) hacia el mango (104). Las zonas de extremo de base de estría (108a) tienen un mayor ahusamiento con respecto al eje central A de la broca de modo que el área de la sección transversal del alma definida entre las zonas de extremo de base de estría (108a) se reduce hacia la punta de barrena (103), permitiendo así que las zonas de extremo de estría (105a) se extiendan hasta la punta de barrena adyacente (103). Las estrías (105) terminarían si no a una mayor distancia de la punta de barrena (103) como resultado del ahusamiento de la parte de extremo de corte (102). Típicamente, las zonas de extremo de estría (105a) se extienden hasta menos de 0,1 mm de la punta de barrena (103) (que corresponde a menos de aproximadamente 0,02 veces el diámetro de una broca de 4,5 mm de diámetro),

o más típicamente menos de aproximadamente 0,05 mm (0,01 veces el diámetro de la broca). En la realización particular representada, las zonas de extremo de estría (105a) se extienden hasta menos de aproximadamente 0,04 mm de la punta de barrena (103).

- 5 Tal como mejor se representa en las diversas vistas en corte transversal de las figuras 6b a 6e, cada cara de punta (114) define un borde de corte primario (121) con la zona de extremo de pared lateral trasera de estría (107a) de la estría adyacente (105) que va directamente por delante de la cara de punta (114).

En la segunda realización representada, cada zona de extremo de estría (105a) está formada para proporcionar un
 10 borde de corte primario (121) que se extiende desde la zona de borde delantero de faja correspondiente (111), en la intersección entre el cuerpo (104a) y la parte de extremo de corte (102), de una manera helicoidal cónica variable con un ángulo de hélice de borde de corte primario que disminuye desde sustancialmente igual al ángulo de hélice de zona de borde delantero de faja en la zona de borde delantero de faja 111, hacia cero grados a medida que se aproxima a la punta de barrena (103). Tal como se indica anteriormente, en el contexto de la presente memoria
 15 descriptiva, una hélice cónica variable se define como una curva tridimensional que tiene la forma general de una hélice cónica excepto que el ángulo de hélice, definido entre una tangente a la curva (aquí el borde de corte primario (121)) y el eje central de la curva (aquí el eje central A), no es constante como con una hélice regular, sino que varía. Por consiguiente, el borde de corte primario (121) “se endereza” gradualmente hacia la alineación con el eje central A tal como quizá resulta más evidente en la figura 4 que muestra el ángulo de hélice de borde de corte primario de
 20 cada borde de corte primario (121) disminuyendo a cero grados adyacente a la punta de barrena (103) de modo que, cuando se ve desde el extremo de punta de barrena de la broca (101), los bordes de corte primarios (121) inicialmente se extienden radialmente desde la punta de barrena adyacente (103). Tal como quizá se representa de la mejor manera en la figura 8, en la realización particular representada, cada borde de corte primario (121) se extiende al menos sustancialmente de manera tangencial desde la zona de borde delantero de faja correspondiente
 25 (111) cuando se ve en un plano que se extiende tangencialmente a través de la zona de borde delantero de faja (111) en la unión entre el borde de corte primario (121) y la zona delantera de faja (111) y que se extiende perpendicular al eje central A. Como resultado, la zona de extremo de estría (105a) y la zona de cuerpo de estría (105b) se fusionan suavemente, en particular a lo largo de la pared lateral trasera de estría (107) y desde el borde de corte primario (121) hasta la zona de borde delantero de faja (111).

30 Tal como mejor se representa en las figuras 6b y 10, cada borde de corte primario (121) tiene una zona de transición de borde de corte primario (121a) que se extiende hacia delante parcialmente a lo largo del borde de corte primario (121) desde la intersección con la zona de borde delantero de faja (111). En la zona de transición de borde de corte primario (121a), el borde de corte primario (121) está curvado convexamente, con el radio del borde de corte
 35 primario (121), tomado en un plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A, incrementándose para fusionar la zona delantera afilada del borde de corte primario en la zona de borde delantero de faja (111) que, como se analizó anteriormente, está curvada convexamente. En la zona de transición de borde de corte primario (121a), el borde de corte primario (121) tendrá típicamente un radio, medido en el plano en corte transversal, que se incrementa desde cero en el extremo delantero de la zona de transición de borde de corte
 40 primario (121) hasta un radio igual al de la zona de borde delantero de faja (111) (analizado con más detalle más adelante), que será típicamente al menos 0,2 mm, típicamente entre 0,2 mm y 0,5 mm, y aquí es aproximadamente 0,3 mm.

Como resulta evidente a partir de la figura 6b, la curvatura convexa aplicada al borde de corte primario (121) en la
 45 zona de transición de borde de corte primario (121a) podría interpretarse como que se aplica a la zona radialmente exterior radialmente adyacente de la pared lateral trasera de estría (107a) de la estría adyacente delantera (105), en lugar de que se aplica al propio borde de corte primario (121). Con una configuración aplicada o interpretada de tal manera, la curvatura convexa de la zona exterior radialmente contigua de la pared lateral trasera de estría (107a) tiene como resultado que el borde de corte primario (121) define un ángulo incluido incrementado entre la pared
 50 lateral trasera de estría (121) y la cara de punta contigua (114) tiene como resultado igualmente un borde de corte primario (121) significativamente menos agresivo en la zona de transición de borde de corte primario (121a). Podría conseguirse un efecto equivalente, por ejemplo, proporcionando un bisel en la zona exterior radialmente de la pared lateral trasera de estría (107a) en el borde de corte primario (121) en la zona de transición de borde de corte primario (121a), en lugar de proporcionar una configuración curvada convexamente. Con tales configuraciones, el ángulo
 55 incluido definido entre la pared lateral trasera de estría (107a) y la cara de punta contigua (114) se incrementará típicamente hacia la zona de borde delantero de faja adyacente (111), reduciendo así la agresividad del borde de corte primario (121) a medida que se aproxima al diámetro total donde está contiguo a la zona de borde de entrada de faja (111).

Las barrenas típicas de la técnica anterior tienen un borde de corte primario recto y/o un borde de corte primario que termina lejos de la punta de barrena. En tales configuraciones, la acción de corte proporcionada hacia la punta de barrena, que es el primer punto de contacto con el material que ha de ser taladrado, es relativamente no agresiva, proporcionándose potencia de corte incrementada y agresividad hacia el extremo posterior del borde de corte primario hacia el cuerpo. Hacia la punta de barrena, la reducción gradual de profundidad de la estría tiene como resultado generalmente un menor ángulo incluido entre la pared lateral trasera de la estría y la cara de punta, definiendo un borde de corte menos afilado hacia la punta, contribuyendo a la baja agresividad de corte y eficiencia comparado con el extremo posterior del borde de corte primario que proporciona generalmente un borde de corte primario más afilado debido a la pared lateral trasera más empujada de la estría adyacente delantera y la mayor velocidad de desplazamiento (debido a que está situado a una mayor distancia del centro de rotación). De acuerdo con la segunda realización descrita, proporcionar un borde de corte primario que se extiende de la manera general de una hélice cónica variable con un ángulo de hélice decreciente, puede conseguirse una acción de corte más agresiva y potente justo hacia la punta de barrena (103). Haciendo referencia a la figura 7, se entiende que esta es un resultado, al menos en parte, del hecho de que las porciones posteriores de cada borde de corte primario (121) van rezagadas rotacionalmente respecto a las porciones delanteras del borde de corte primario (121) cuando la broca (121) se hace rotar en funcionamiento. Dicho de otro modo, cuando se ve desde el extremo de punta de barrena de la punta de barrena (101) como en la figura 7, las porciones posteriores del borde de corte primario (121) puede verse que “quedan detrás” de una línea radial que se extiende desde el eje central A a lo largo de la porción frontal del borde de corte primario (121). En la figura 7 también puede verse que esta configuración es similar al propulsor de un barco. Como resultado de la configuración, al menos de la segunda realización, puede conseguirse un taladrado más preciso de material óseo en aplicaciones ortopédicas de manera más eficiente y más suavemente, reduciendo la posibilidad de daño al tejido blando reduciendo la posibilidad de que las porciones exteriores radialmente del borde de corte primario muerdan agresivamente dentro del tejido blando.

Esto también se mejora mediante la configuración del borde de corte primario (121) en la zona de transición de borde de corte primario (121a), reduciendo en gran medida la agresividad del borde de corte primario en las porciones posterior y exterior radialmente del borde de corte primario (111) hacia el diámetro total de la broca (101).

El efecto particular de la configuración del borde de corte primario (121) de la broca (101) de la segunda realización puede explicarse con más detalle con referencia a la figura 11, que representa la carga axial frente al tiempo que es necesario aplicar a un ejemplo de prototipo de 4,5 mm de la broca (101) para conseguir una velocidad de avance axial constante de 5 mm/s a través de material óseo cortical. El gráfico muestra que la carga axial aplicada se incrementa de manera aproximadamente lineal a medida que la punta de barrena (103) se acopla por primera vez en el material óseo hasta que se alcanza rápidamente una carga máxima en el punto “a” (obsérvese que la carga aplicada está representada en una escala negativa en la figura 11) después de lo cual la carga se reduce gradualmente, se cree que en parte como resultado de la configuración curvada del borde de corte primario (121). La broca (101) avanza más reduciendo la carga hasta que la zona de transición de borde de corte primario (121a) del borde de corte primario (121) se acopla en la superficie del material en el punto “b”, justo antes de que la broca avance a través de la zona de borde delantero de faja (111) en el diámetro exterior total de la broca. En este punto, la reducción gradual de la carga se detiene o “frena” debido a la eficiencia de corte reducida en gran medida en la zona de borde de corte primario (121a) del borde de corte primario (121). La cara se reduce entonces rápidamente hasta cerca de cero desde el punto “c” donde la broca penetra a través del hueso cortical. Esto es notado por el operador como una reducción gradual en la presión que es necesario aplicar a la broca a medida que se hace avanzar a través del hueso, con una detención corta en esta reducción de carga que proporciona respuesta táctil al operador para indicar que la barrena está a punto de penetrar a través del hueso cortical. El operador puede usar esta respuesta para reducir la carga axial aplicada a la broca, deteniendo la velocidad de avance de la broca a medida que se aproxima a la penetración. De este modo puede reducirse en gran medida que la broca se pase más allá del hueso cortical dentro del tejido blando.

En la parte de extremo de corte (102), cada cara de punta (114) se fusiona en la pared lateral delantera de estría (106) de la estría (105) que va inmediatamente por detrás de la cara de punta (114). En particular, en la disposición de la segunda realización representada, cada cara de punta (114) tiene un margen de cara delantera (120) que define el borde de corte primario (121) con la pared lateral trasera de estría adyacente (107). En la segunda realización representada, el margen de cara (120) es particularmente delgado y está representado por un punto en las secciones transversales (103b) a (103e). Un destalonado de cara (122) se extiende desde el margen de cara (120) hacia la estría adyacente (105) que va inmediatamente por detrás de la cara de punta (114) y se fusiona suavemente en la pared lateral delantera de estría (106) de la estría adyacente trasera (105). En lugar de fusionarse suavemente en la pared lateral delantera de estría (107), también está previsto que el destalonado de cara (122) pudiera fusionarse en la pared lateral delantera de estría (106) por medio de una serie de biseles cuando las

capacidades de fabricación son limitadas en su capacidad de amolar un perfil suave continuo. Tal como mejor se representa en la figura 6c, en cualquier plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A a través de la parte de extremo de corte (102), el margen de cara (122) (aquí definido efectivamente por el borde de corte primario (121)) de cada cara de punta (114) se encuentra en un círculo C que se extiende alrededor del eje central A y cada destalonado de cara (123) se encuentra totalmente dentro del círculo C.

Tal como puede verse en las figuras 6b a 6e, la profundidad de cada zona de extremo de estría (105a) se reduce hacia la punta de barrena (103) y la zona delantera de base de estría (108a) se acerca gradualmente al lado del borde de corte primario (121) del perfil de estría, con la zona de extremo de pared lateral trasera de estría (106a) permaneciendo relativamente recta para mantener un borde de corte primario relativamente afilado (121) hacia la punta de barrena (103).

Al igual que con la primera realización, la zona de borde delantero de faja (111) de cada faja (109) está curvada convexamente cuando se ve en cualquier plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A de la broca (tal como el plano en corte transversal representado en a figura 6a). La curvatura convexa puede conseguirse efectivamente mediante una serie de biseles discretos en la zona de borde delantero de faja (111).

Al igual que con la primera realización, para cada faja, la zona de borde delantero de faja (111) tendrá típicamente un radio medio de al menos 0,2 mm. En la realización particular representada, el radio de la zona de borde delantero de faja (111) es aproximadamente 0,3 mm. El radio de la zona de borde delantero de faja (111) puede variar en diferentes planos en corte transversal (es decir, la zona de borde delantero de faja (111) no tiene que estar formada de nuevo como un arco de radio constante). En cualquier plano en corte transversal perpendicular el eje central A que se extiende a través del cuerpo (104a), el radio medio de cada zona de borde delantero de faja (111) será típicamente al menos 0,04 veces el diámetro total de la broca:

En la disposición particular representada, una zona de transición de faja (113) fusiona el destalonado de faja (112) en la pared lateral delantera de estría (106), tal como mejor se representa en la figura 6a, aunque de nuevo está previsto que la zona de borde delantero de faja curvada (111) descrita anteriormente pueda usarse conjuntamente con un destalonado de faja/pared lateral delantera de estría convencional. La zona de transición (113) típicamente estará curvada para fusionar suavemente el destalonado de faja (112) en la pared lateral delantera de estría (106). La zona de transición de faja (113) tendrá preferentemente un radio, cuando se mide en un plano en corte transversal del cuerpo perpendicular al eje central A de la broca (tal como los planos en corte transversal representados en las figuras 6a a 6e) de entre 0,2 y 0,3 veces el diámetro total de la broca (101). En la realización específica representada, la broca (101) tiene un diámetro total de 4,5 mm, y la zona de transición de faja (113) tiene un radio de 1,15 mm. En lugar de estar curvadas suavemente, las zonas de transición de faja (113) podrían estar definidas cada una por una, o preferentemente dos o más, superficies biseladas.

El margen de faja (110) constituye una porción cilíndrica parcial de la faja (109) que no es amolada del vástago cilíndrico del cual está formada la broca (101). El margen de faja (110) tiene una anchura (medida en un plano en corte transversal) de aproximadamente 0,2 mm en la segunda realización representada, sin embargo, está previsto que el margen de faja (110) pueda tener una anchura mínima, definida efectivamente por la intersección de la zona de borde delantero de faja (111) y el destalonado de faja (112). Los márgenes de faja (110) se encuentran cada uno en un círculo B que se extiende alrededor del eje central A y que tiene un diámetro igual al diámetro total de la broca (que es igual al diámetro del mango (104) en la realización representada). La zona de borde delantero de faja (111), el destalonado de faja (112) y la zona de transición de faja (113) de cada faja son amolados del vástago cilíndrico del cual está formada la broca (101). Por consiguiente, en cualquier plano en corte transversal que se extiende perpendicular al eje central A a través de las fajas (109), cada zona de borde delantero de faja (111), destalonado de faja (112) y zona de transición de faja (113) se encuentra totalmente dentro del círculo B tal como se representa en la figura 6a. El destalonado de faja (112) está curvado convexamente y está inclinado típicamente con respecto al margen de faja (110) hacia el eje central A, definiendo un borde entre el margen de faja (110) y el destalonado de faja (112). Alternativamente, el destalonado de faja (112) puede curvarse gradualmente hacia dentro desde el margen de faja (110) hacia el eje central A sin dejar ningún borde definido entre los mismos. En la realización representada, el destalonado de faja (112) está inclinado con respecto al margen de faja (110), cuando se mide en un plano en corte transversal, aproximadamente 11° grados en la unión entre los mismos. Como tal, el destalonado de faja (112) proporciona una mayor área entre su superficie y el círculo B que los diseños típicos de la técnica anterior, que son en general parcialmente cilíndricos con un diámetro sólo ligeramente inferior al diámetro total de la broca.

Cada una de las zonas de cuerpo de estría (105b) y la zona de borde delantero de faja adyacente (111), la zona de transición de faja (113) y el destalonado de faja (112) son formados típicamente amolando el vástago del cual está formada la broca (101) en una sola operación de amolado con una muela de una sola forma. Las zonas de extremo de estría (105a) y los destalonados de cara adyacente (122) serán formados típicamente en una operación de

5

amolado posterior con una muela de una sola forma que se extiende a lo largo de la parte de borde de corte (102) desde una posición alineada con el eje central A y situada muy cerca del eje central A y luego progresando a lo largo de la parte de extremo de corte (102), alejándose del eje central A y pivotando para fusionar la zona de cuerpo de estría (105b) con el borde de corte primario (121) que se extiende tangencialmente desde el borde secundario (111) en el ángulo de hélice.

10

Una broca (101') de acuerdo con una tercera realización se representa en las figuras 12 a 15 de los dibujos adjuntos. La broca (101') de la tercera realización es efectivamente idéntica a la broca (101) de la segunda realización descrita anteriormente, excepto la configuración de las fajas (109), (109') y la inclusión de una rosca (150) en el cuerpo (104a'). Por consiguiente, las características de la broca (101') que son idénticas a las de la broca (101) de la

15

segunda realización descrita anteriormente están provistas de números de referencia idénticos, mientras que las características que están modificadas en la broca (101') de la segunda realización están provistas del número de referencia equivalente de la primera realización, con el añadido de un apóstrofo (').

Tal como se indica anteriormente, las fajas (109') de la broca (101') de la tercera realización difieren de las fajas (109) de la broca (101) de la segunda realización. En particular, las fajas (109') no están provistas de un destalonado de faja (112). Cada faja (109') tiene una zona de borde delantero de faja curvada convexamente (111), y un margen de faja ancho (110') que se mantiene en el diámetro total completo, de modo que se encuentra en un círculo que se extiende alrededor del eje central A y que tiene un diámetro igual al diámetro total de la broca. Mientras que las vistas en corte transversal de las figura 13a y 13b en un principio podrían parecer implicar que los márgenes de faja (110') son estrechos y que hay un destalonado de faja, la curva inclinada que puede parecer indicar un destalonado de faja de hecho refleja el hueco de la rosca (150) cortado en las fajas (109'). Puede verse, en particular a partir de la figura 13a que el margen de faja (110') se extiende a través de al menos la mayoría de la anchura de cada faja (109'). En cada faja (109'), una zona de transición de faja (113') fusiona el margen de faja (110') (en lugar del destalonado de faja (112) como con la segunda realización) en la pared lateral delantera de estría (106) (tal como mejor se representa en la figura 13a). La omisión del destalonado de faja, manteniendo la mayoría de la faja (109') en el diámetro total completo, es particularmente adecuada para aplicaciones en las que se utiliza una guía para taladrar para guiar la broca y sólo se requieren profundidades de taladrado relativamente cortas. Mantener márgenes de faja anchos (110') proporciona un área incrementada para contacto entre la broca (101') y la guía para taladrar, reduciendo así la presión localizada entre la broca (101') y la guía si se aplica alguna carga no axial a la broca (101').

20

25

30

35

40

45

50

Esto reduce además la posibilidad de formación de rebabas o rayado de la guía para taladrar. La adopción de un margen de faja ancho (110') también es particularmente adecuada en aplicaciones en las que la broca (101') ha de permanecer incrustada en el hueso dentro del cual se taladra y actuar como clavo para fijar un fijador externo tal como una jaula para sostener externamente una fractura durante el proceso de curación. En tales aplicaciones, el margen de faja más ancho (110') también proporciona mayor estabilidad para la broca (101') dentro del hueso y proporciona una superficie adecuadamente más ancha para aplicación de la rosca (150). En aplicaciones de clavo, la rosca (150) típicamente se aplicará al cuerpo (104a') de la broca (101') desde la parte de extremo de corte adyacente (102) hacia (y sobre) el mango (104). Tal como puede verse en los dibujos, la rosca (150) se extiende a través de toda la anchura de los márgenes de faja anchos (110') para acoplamiento roscado con el fijador externo. Las roscas también permiten un incremento de palanca y estabilidad en el hueso. El uso de un margen de faja más ancho (110') también proporciona un mayor segundo momento de inercia en la broca (101'). Para aplicaciones de broca regulares en las que la broca se usa simplemente para taladrar un agujero más que para fijar un fijador externo, la rosca (150) típicamente podría omitirse. De manera similar, en aplicaciones en las que la broca (101') ha de actuar como clavo para situar un bloque de corte en un hueso, la rosca (150) se omitiría típicamente de modo que la rosca (afilada) no dañe el bloque de corte.

Las brocas descritas anteriormente estarán formadas típicamente de acero inoxidable cuando estén configuradas para uso como broca ortopédica, pero pueden utilizarse otros materiales metálicos de alta resistencia adecuados según se desee para adaptarse a diversas aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una broca (1) que tiene un eje central (A) y que comprende:
- 5 una parte de extremo de corte cónico (2) que termina en una punta de barrena (3) en un extremo de dicha broca (1);
un mango (4) que se extiende desde un extremo opuesto de dicha broca (1);
un cuerpo (4a) que se extiende entre dicha parte de extremo de corte (2) y dicho mango (4);
una pluralidad de estrías (5) formadas en dicha broca (1) y que se extienden en general helicoidalmente a lo
10 largo de dicho cuerpo (4a) dentro de dicha parte de extremo de corte (2), teniendo cada una de dichas estrías (5)
una pared lateral delantera de estría (6) y una pared lateral trasera de estría (7);
una pluralidad de fajas (9) definidas en dicho cuerpo (4a), definida cada una de dichas fajas (9) entre dos estrías
adyacentes (5) y extendiéndose hasta dicha parte de extremo de corte (2), comprendiendo cada una de dichas
fajas (9) un margen de faja (10) y una zona de borde delantero de faja (11) situada entre y contigua a dicho
15 margen de faja (10) y dicha pared lateral trasera de estría (7) de una estría adyacente delantera (5);
caracterizada porque, en sustancialmente cualquier plano en corte transversal del cuerpo que se extiende
perpendicular a dicho eje central (A) a través de dicho cuerpo (4a), dicha zona de borde delantero de faja (11) de
cada una de dichas fajas (9) está curvada convexamente.
- 20 2. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
planos en corte transversal del cuerpo, cada una de dichas zonas de borde delantero de faja (11) tiene un radio de al
menos 0,20 mm.
3. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
25 planos en corte transversal del cuerpo, cada una de dichas zonas de borde delantero de faja (11) tiene un radio de al
menos 0,02 veces un diámetro total de dicha broca (1).
4. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde en sustancialmente cualquiera de dichos
planos en corte transversal del cuerpo, cada una de dichas zonas de borde delantero de faja (11) tiene un radio de al
30 menos 0,04 veces un diámetro total de dicha broca (1).
5. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de dichas fajas (9) comprende
además:
- 35 un destalonado de faja (12) que se extiende desde dicho margen de faja (10) hacia una estría adyacente trasera
(5); y
una zona de transición de faja (13) que fusiona dicho destalonado de faja (12) en dicha pared lateral delantera de
estría (6) de dicha estría adyacente trasera (5);
donde, en cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho margen de faja (11) de cada una de
40 dichas fajas (9) se encuentra en un círculo que se extiende alrededor de dicho eje central (A) y cada una de
dichas zonas de borde delantero de faja (11), cada uno de dichos destalonados de faja (12) y cada una de dichas
zonas de transición de faja (13) se encuentra enteramente dentro de dicho círculo.
6. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
45 planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja (12) está curvado convexamente.
7. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja (12) está inclinado con respecto a dicho margen de
faja (10) hacia dicho eje central (A).
- 50 8. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja (12) está inclinado con respecto a dicho margen de
faja (10) hacia dicho eje central (A) en un ángulo de 5 a 15 grados en una unión entre los mismos.
- 55 9. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
planos en corte transversal del cuerpo, dicho destalonado de faja (12) se curva hacia dentro desde dicho margen de
faja (10) hacia dicho eje central (A).
10. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos

planos en corte transversal, dicha zona de transición de faja (13) está curvada y fusiona suavemente dicho destalonado de faja (12) en dicha pared lateral delantera de estría (6) de dicha estría adyacente trasera (5).

11. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 10, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
5 planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de transición de faja (13) tiene un radio de al menos 0,08 veces un diámetro total de dicha broca (1).

12. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 10, donde, en sustancialmente cualquiera de dichos
10 planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de transición de faja (13) tiene un radio de al menos 0,2 veces un diámetro total de dicha broca (1).

13. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha broca (1) tiene tres de dichas estrías (5).

14. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha broca (1) es una broca ortopédica (1).
15

15. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha broca (1) comprende además una
pluralidad de caras de punta (14) definidas en dicha parte de extremo de corte (2) y que se extienden desde una de
dichas fajas (9) hasta dicha punta de barrena (3), estando separadas dichas caras de punta (14) por dichas estrías
(5) hasta un extremo delantero de cada una de dichas estrías (5), definiendo cada una de dichas caras de punta (14)
20 un borde de corte primario (21) con dicha pared lateral trasera de estría (7) de la estría adyacente delantera (5);
donde cada uno de dichos bordes de corte primarios se extiende desde una de dichas zonas de borde delantero de
faja (11), tiene una zona de transición de borde de corte primario (121a) contigua a la dicha zona de borde delantero
de faja (11) respectiva y, en sustancialmente cualquier plano en corte transversal de la zona de transición que se
extiende perpendicular a dicho eje central (A) a través de dicha zona de transición de borde de corte primario (121a),
25 dicho borde de corte primario (21) está curvado convexamente y/o una zona exterior radialmente contigua de dicha
pared lateral trasera (7) de estría (5) de la estría adyacente delantera está configurada de modo que dicho borde de
corte primario (21) define un ángulo incluido incrementado entre dicha pared lateral trasera de estría (7) y la cara de
punta contigua (14) comparado con un ángulo incluido correspondiente en cualquier plano en corte transversal
delante de dicha zona de transición de borde de corte primario (121a).
30

16. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 15, donde cada uno de dichos bordes de corte primarios
(21) tiene un radio en dicha zona de transición de borde de corte primario (121a), medido en uno de dichos planos
en corte transversal de la zona de transición, que se incrementa hacia la zona de borde delantero de faja (11)
respectiva, fusionando dicho borde de corte primario (21) desde una zona delantera afilada de dicho borde de corte
35 primario (21) en dicha zona de borde delantero de faja (11).

17. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 15, donde cada uno de dichos bordes de corte primarios
(21) define un ángulo incluido entre dicha pared lateral trasera de estría (7) y la dicha cara de punta contigua (14),
medido en uno de dichos planos en corte transversal de la zona de transición, que se incrementa hacia la zona de
40 borde delantero de faja (11) respectiva.

18. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 15, donde, para cada uno de dichos bordes de corte
primarios (21), en un plano en corte transversal que se extiende a través de una intersección entre cada uno de
dichos bordes de corte primarios (21) y la zona de borde delantero de faja (11) respectiva, dicho borde de corte
45 primario (21) tiene un radio sustancialmente igual a un radio de dicha zona de borde delantero de faja (11).

19. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 18, donde dicho radio es al menos 0,20 mm.

20. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de dichas estrías (5) se extiende
50 hasta dicha punta de barrena adyacente (3) y cada uno de dichos bordes de corte primarios se extiende desde una
de dichas zonas de borde delantero de faja (11) de una manera helicoidal cónica variable con un ángulo de hélice de
borde de corte primario que disminuye desde sustancialmente igual a un ángulo de hélice de la dicha zona de borde
delantero de faja (11) respectiva, en dicha zona de borde delantero de faja (11), hacia cero a medida que se
55 aproxima a dicha punta de barrena (3).

21. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de dichas fajas (9) comprende
además:

una zona de transición de faja (13) que fusiona dicho margen de faja (10) en dicha pared lateral delantera de

estría (6) de dicha estría adyacente trasera (5);

donde, en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicho margen de faja (10) de cada una de dichas fajas (9) se encuentra en un círculo que se extiende alrededor de dicho eje central (A) y dicho margen de faja (10) se extiende a través de al menos una mayoría de una anchura de dicha faja (9).

5

22. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 21, donde dicho cuerpo está provisto de una rosca (150) que se extiende desde dicha parte de extremo de corte adyacente (2) hacia dicho mango (4), estando definida dicha rosca (150) en dichos márgenes de faja (10).

10 23. La broca (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde en sustancialmente cualquiera de dichos planos en corte transversal del cuerpo, dicha zona de borde delantero de faja curvada convexamente (11) está definida por una pluralidad de superficies biseladas discretas.

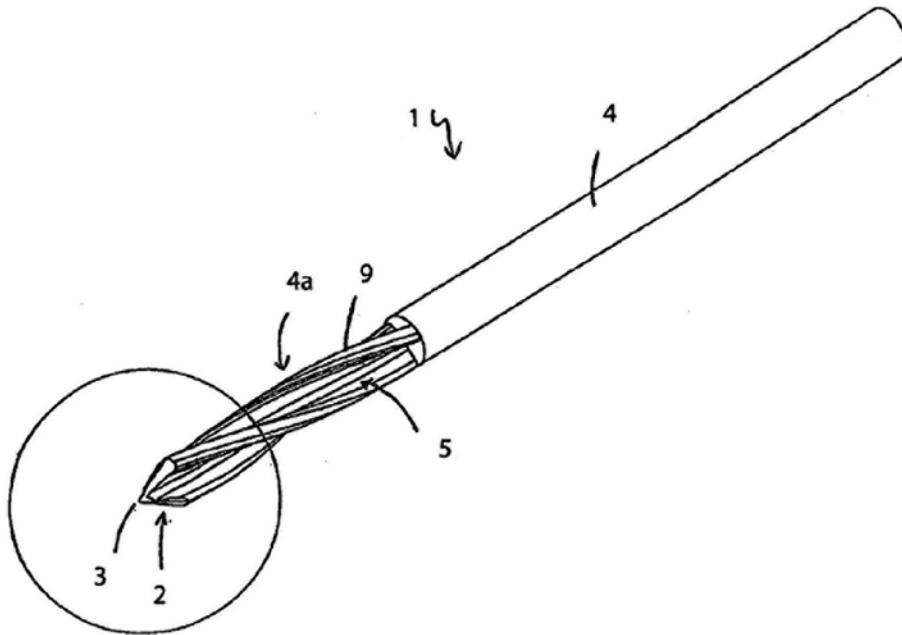


FIG. 1

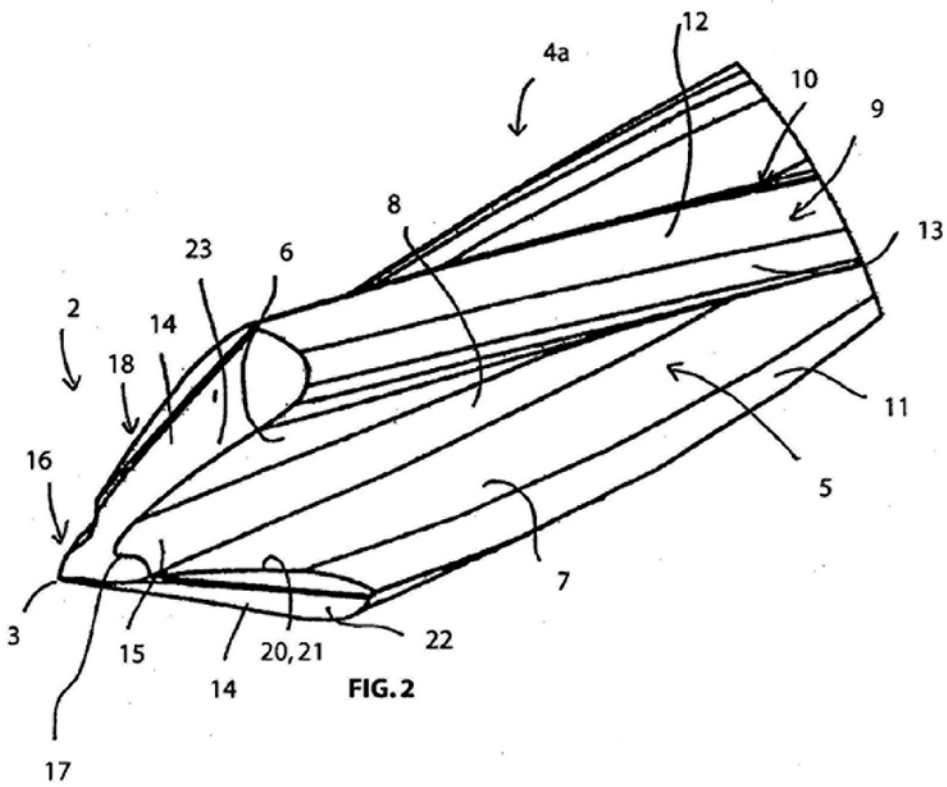


FIG. 2

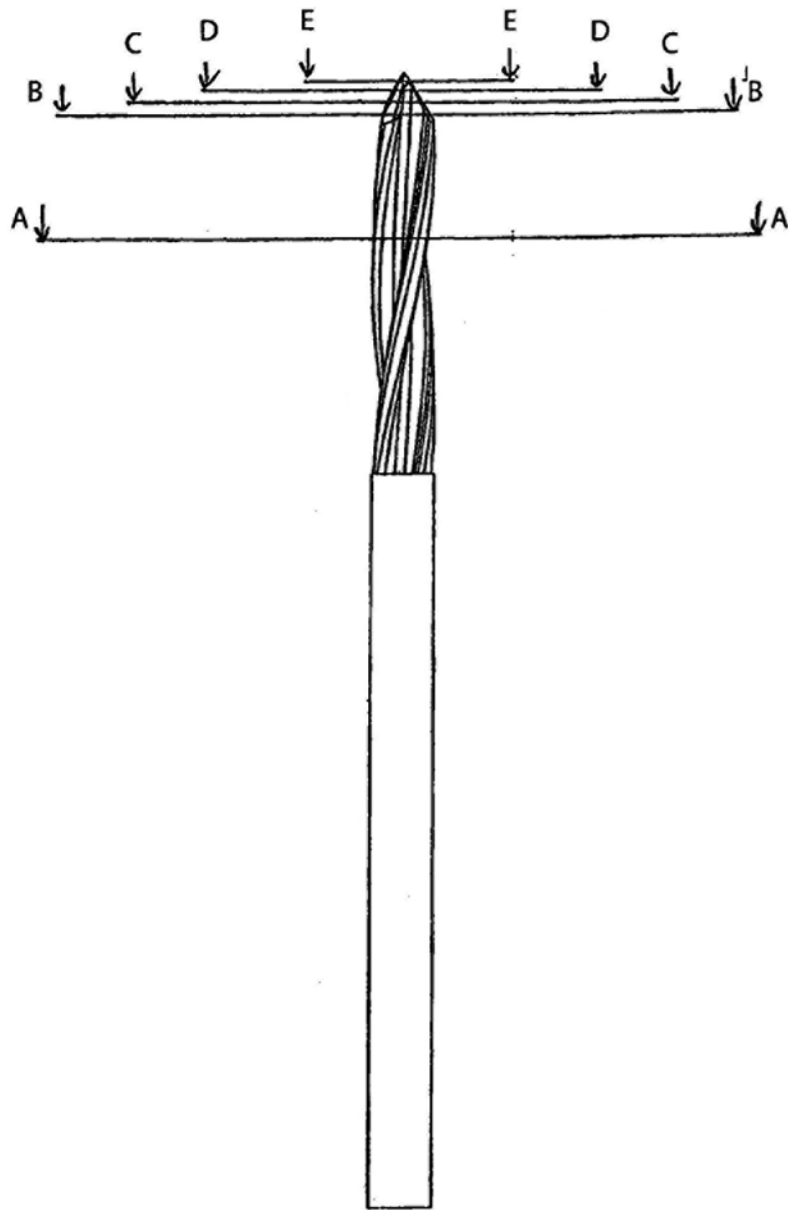
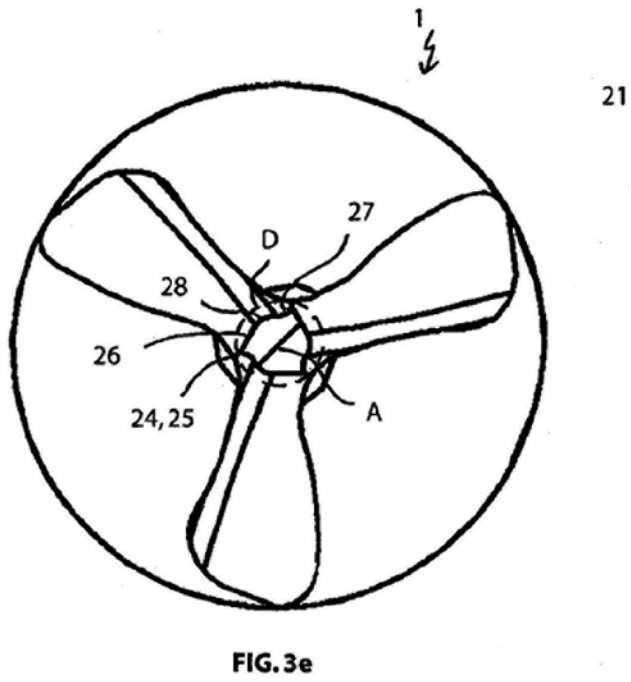
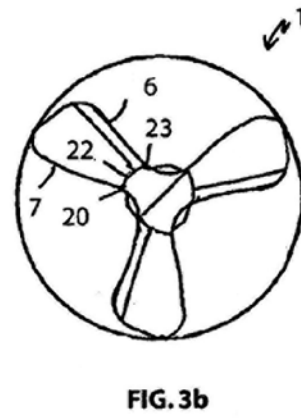
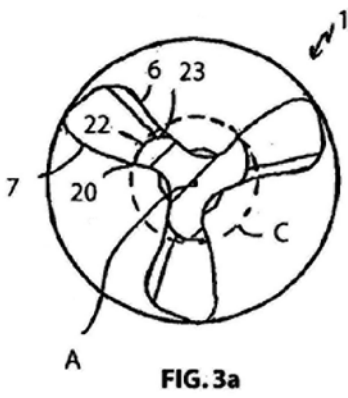
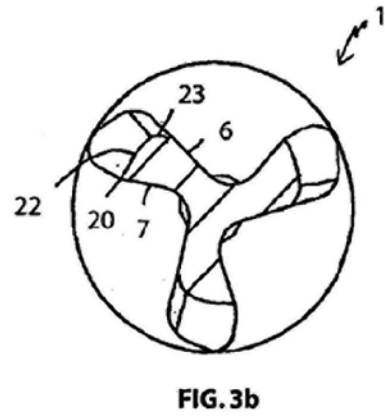
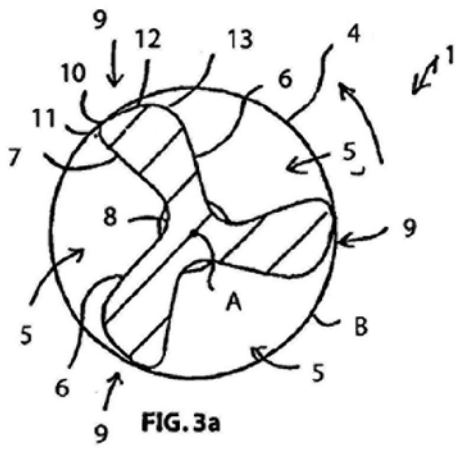
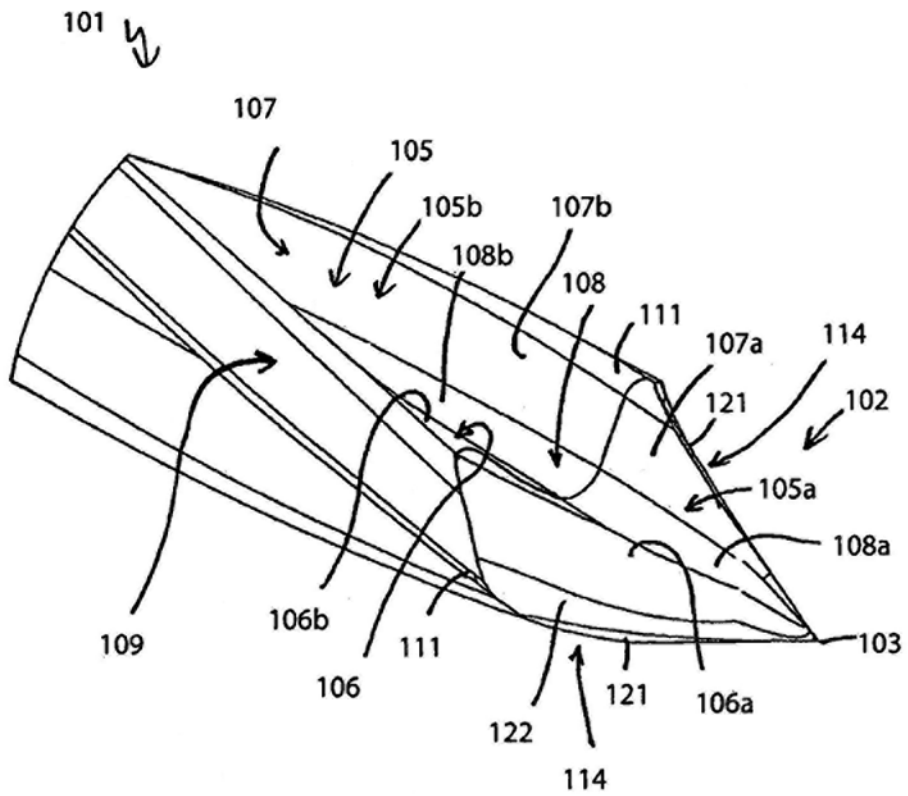
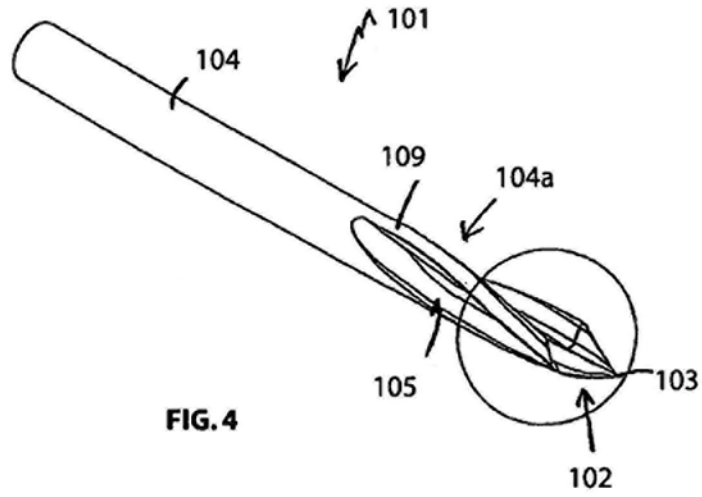


FIG. 3





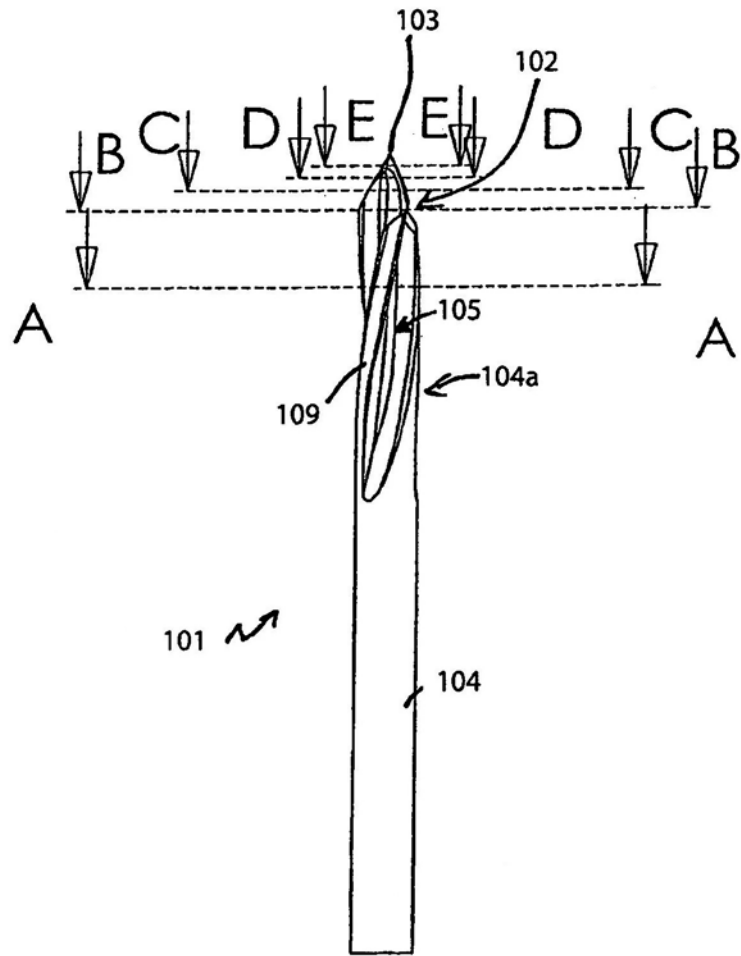


FIG. 6

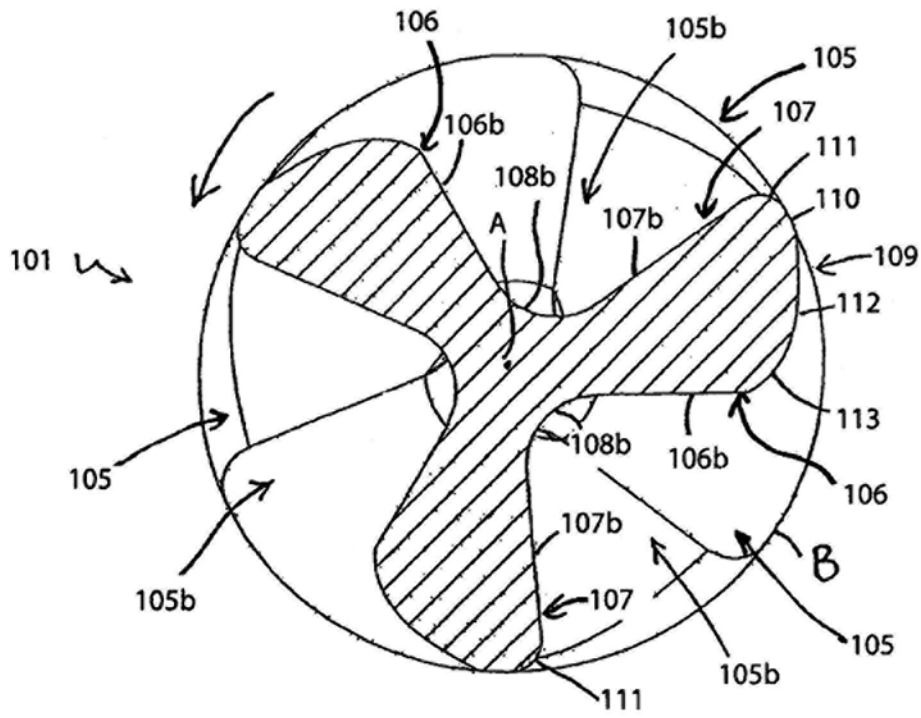


FIG. 6a

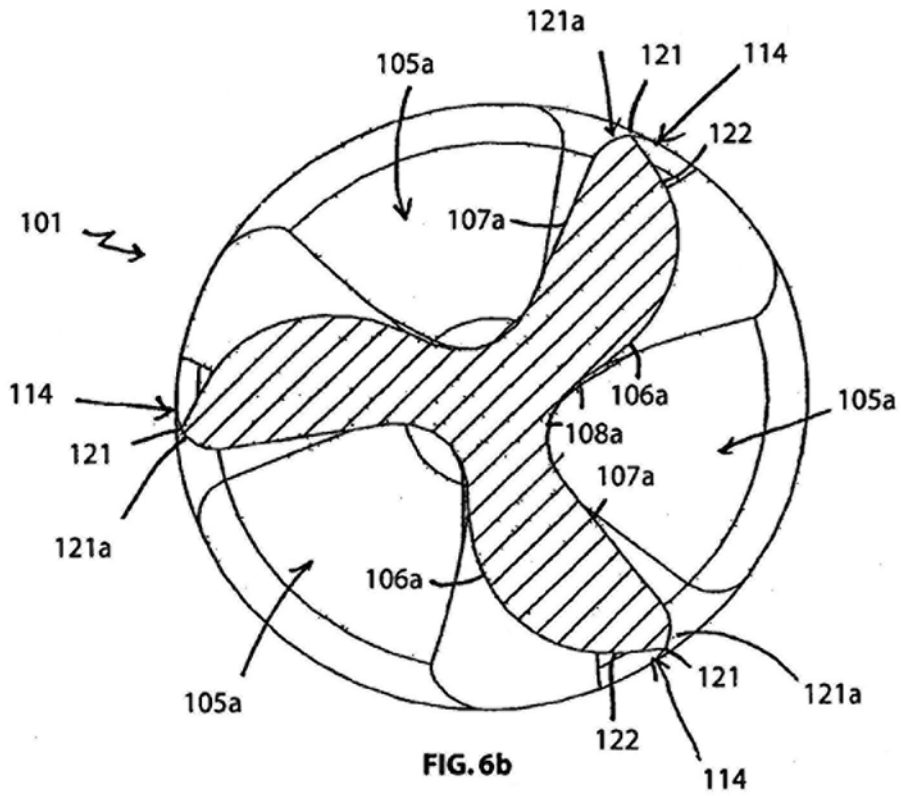
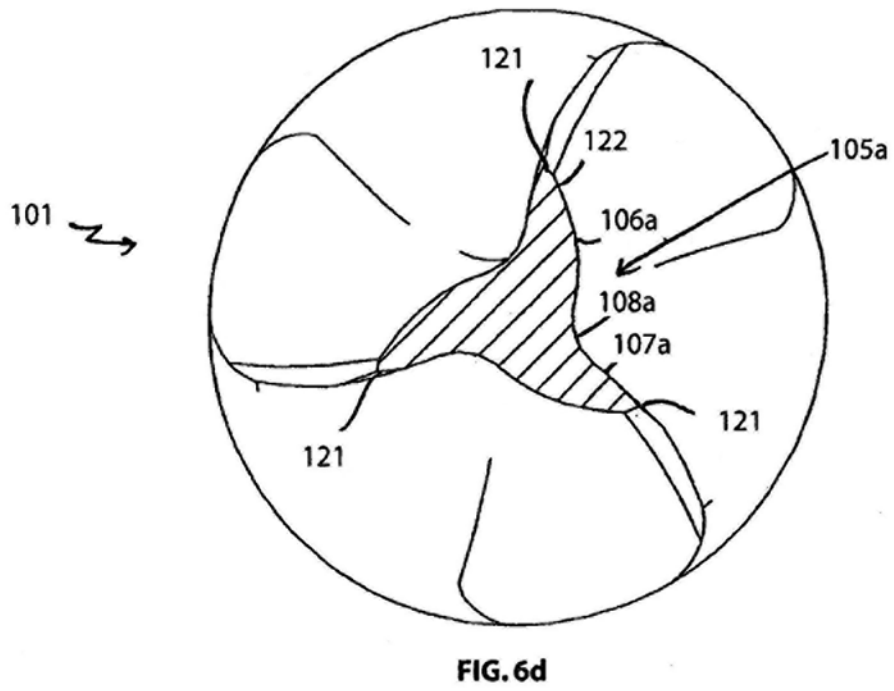
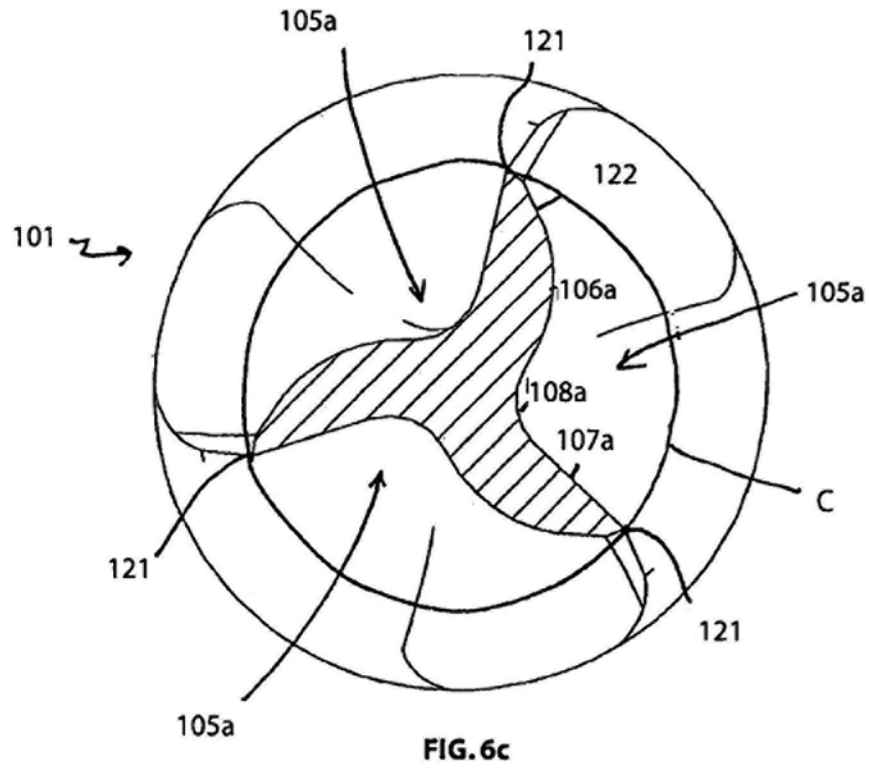


FIG. 6b



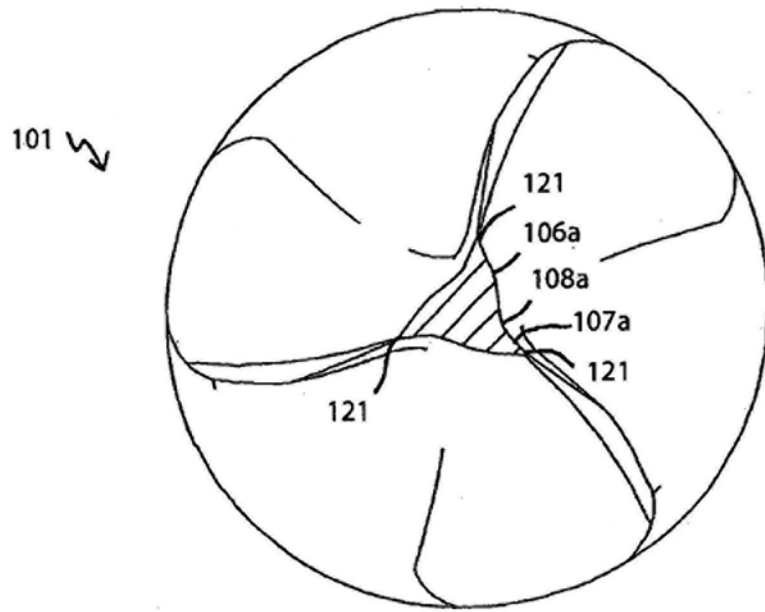


FIG. 6e

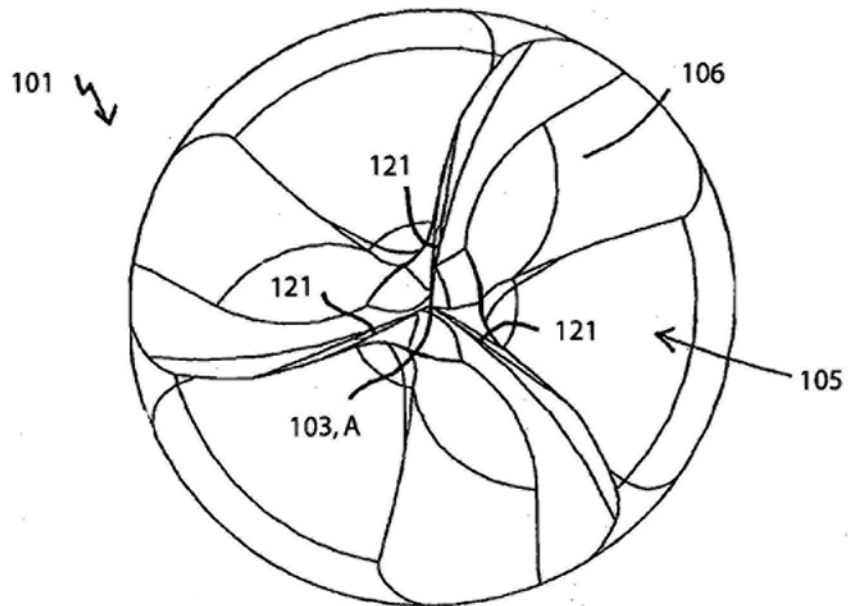
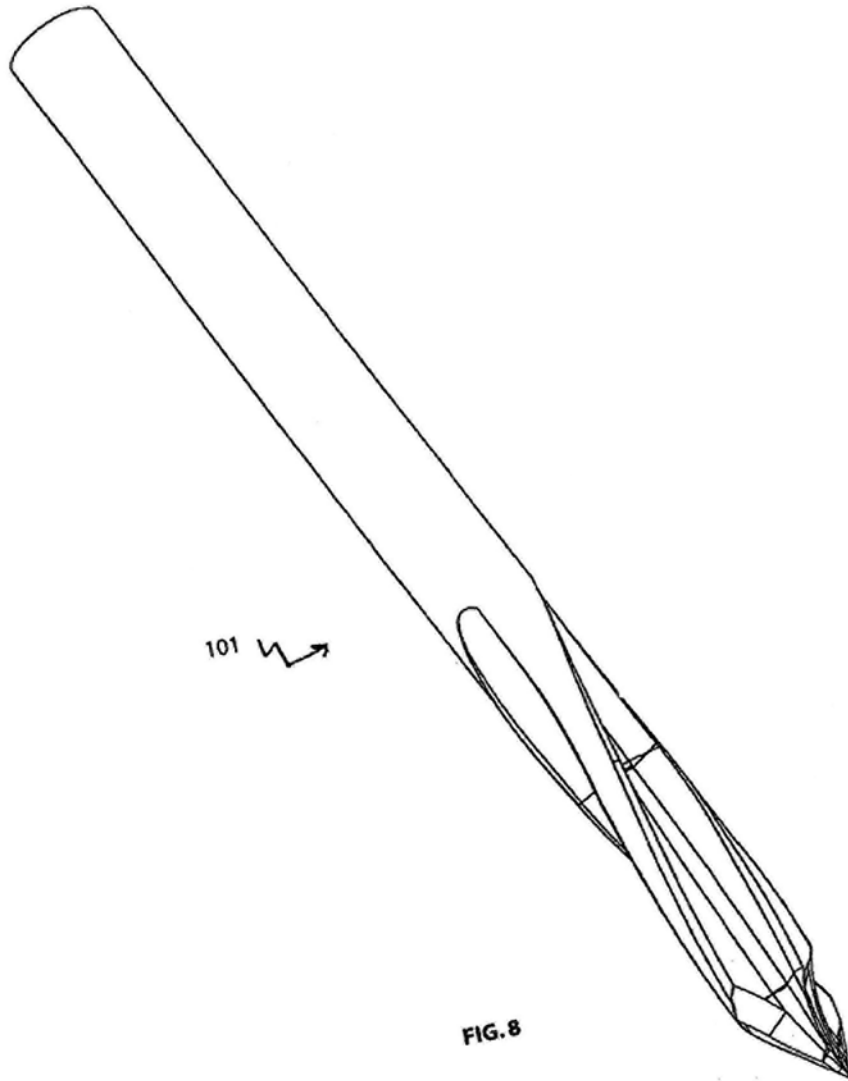


FIG. 7



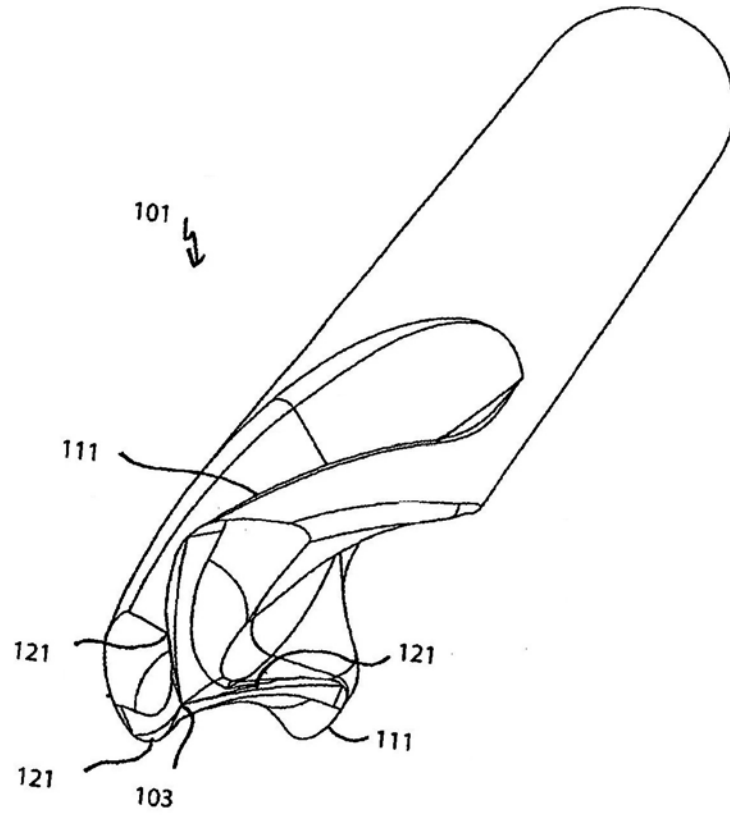


FIG. 9

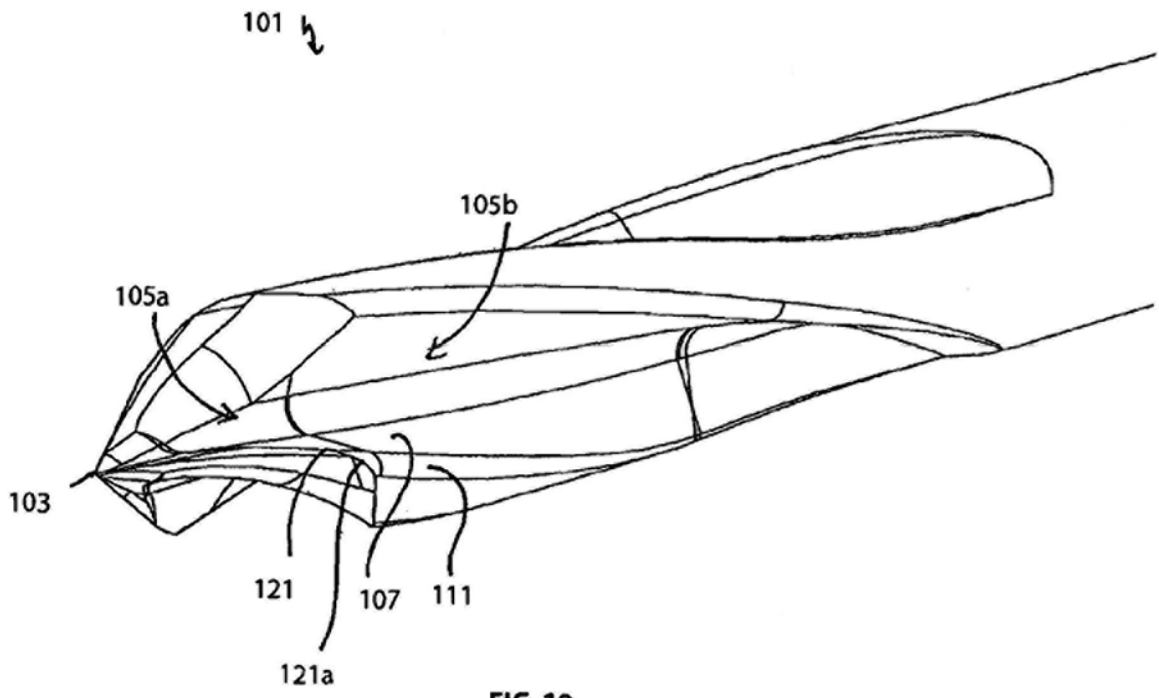


FIG. 10

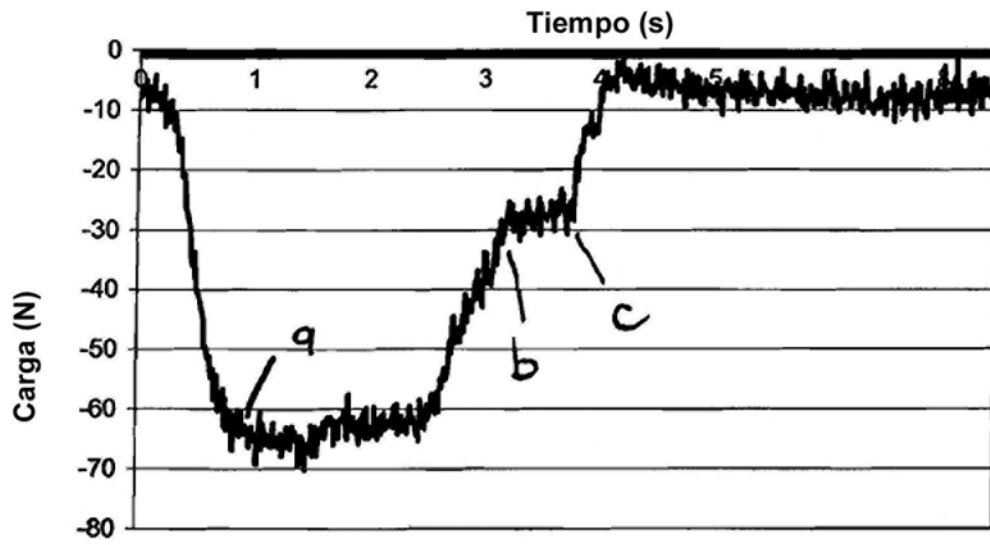


FIG. 11

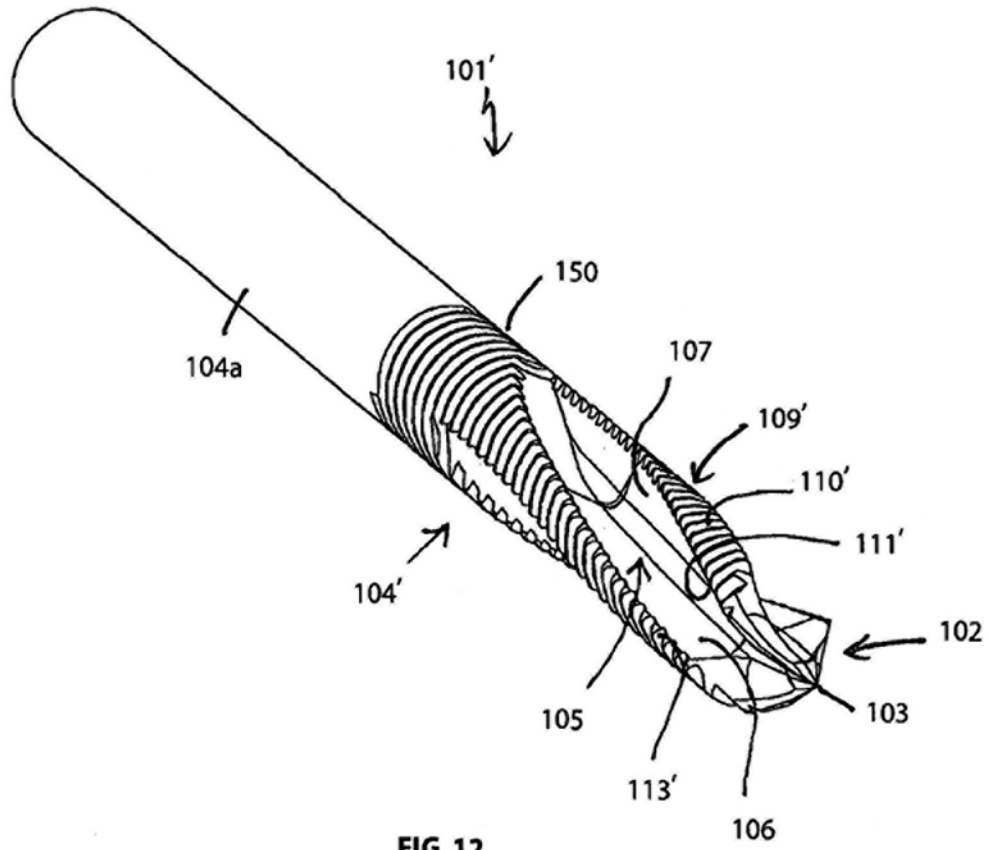
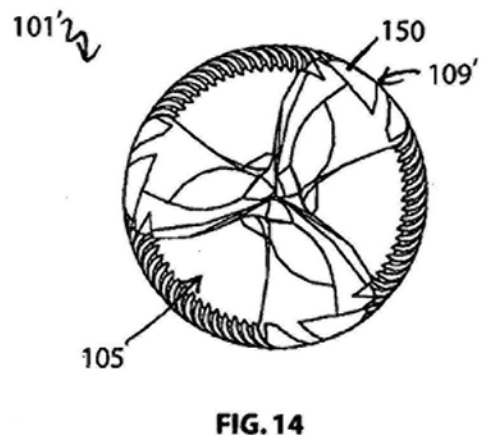
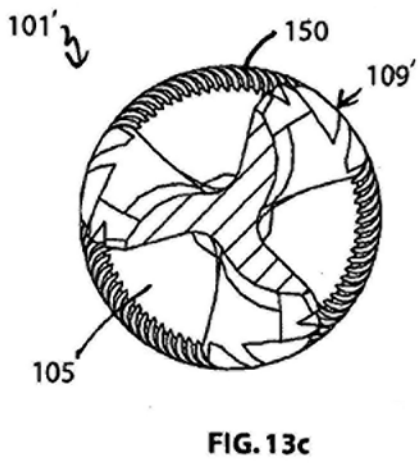
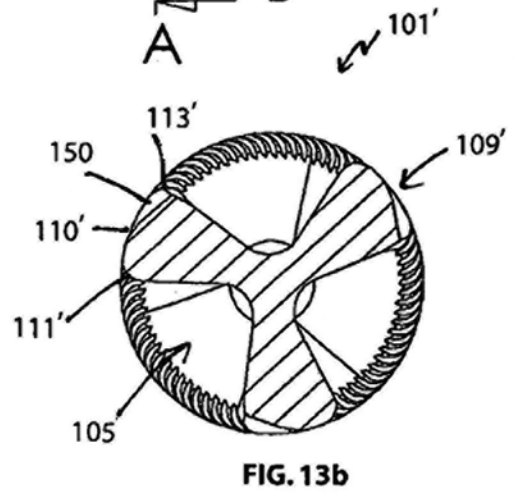
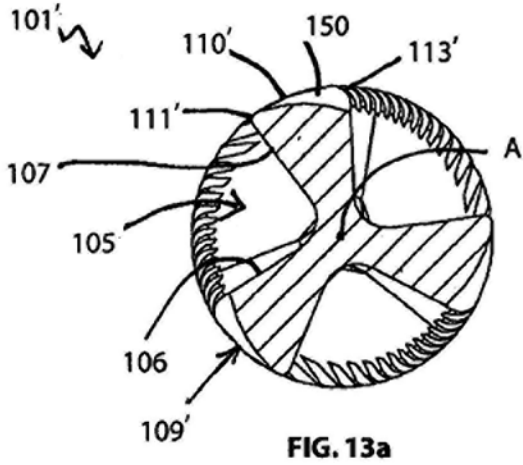
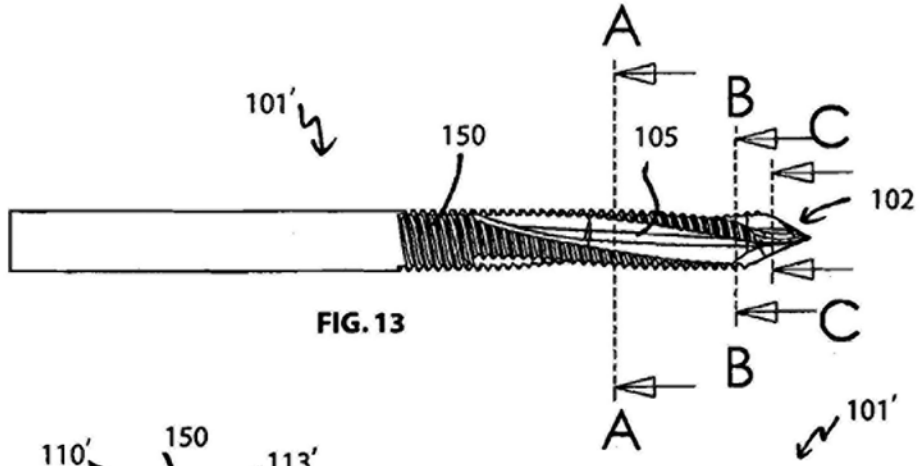


FIG. 12



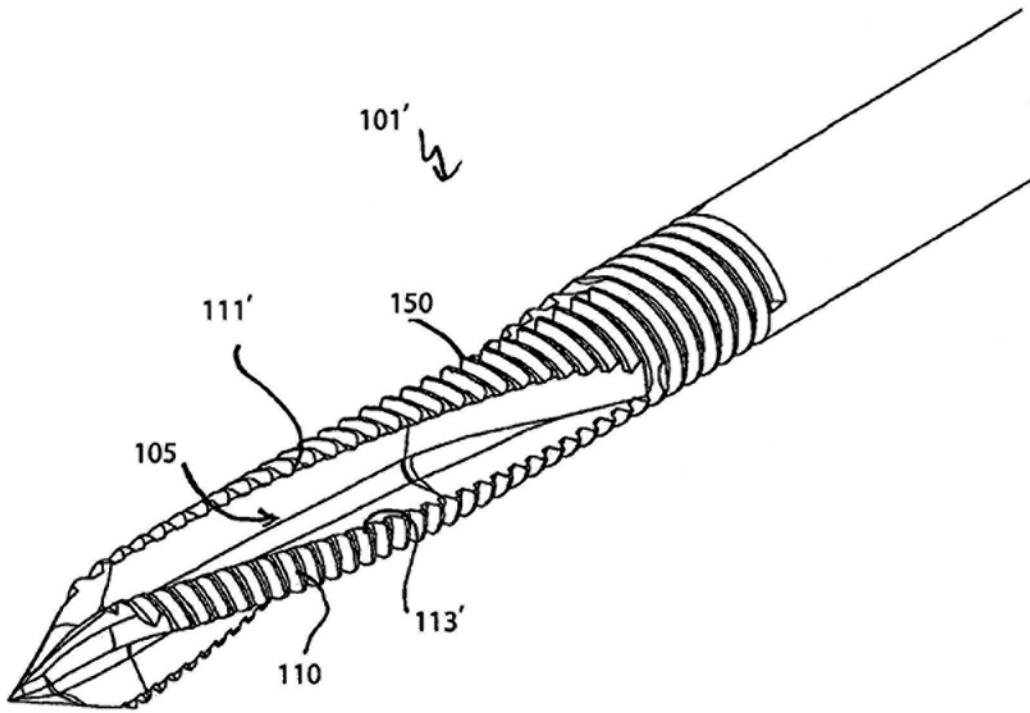


FIG. 15