



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 274 604**

⑤① Int. Cl.:  
**A61B 17/32** (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **99305064 .0**

⑧⑥ Fecha de presentación : **28.06.1999**

⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **0970659**

⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2000**

⑤④ Título: **Cuchilla ultrasónica curva con sección transversal trapezoidal.**

③⑩ Prioridad: **29.06.1998 US 106415**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.05.2007**

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.05.2007**

⑦③ Titular/es: **ETHICON ENDO-SURGERY, Inc.**  
**4545 Creek Road**  
**Cincinnati, Ohio 45242, US**

⑦② Inventor/es: **Beaupre, Jean M.**

⑦④ Agente: **Carpintero López, Francisco**

**ES 2 274 604 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

Cuchilla ultrasónica curva con sección transversal trapezoidal.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a cuchillas ultrasónicas curvas para su uso en instrumentos quirúrgicos, y más en particular, a una cuchilla ultrasónica curva con sección transversal trapezoidal.

10 **Antecedentes de la invención**

Los instrumentos ultrasónicos se utilizan con frecuencia en cirugía para cortar y coagular tejido. La excitación del efector extremo (por ejemplo, una cuchilla de corte) de tales instrumentos a frecuencias ultrasónicas, induce un movimiento vibratorio longitudinal que genera calor localizado en el interior del tejido adyacente, facilitando tanto el corte como la coagulación. Debido a la naturaleza de los instrumentos ultrasónicos, se puede diseñar un efector extremo particular accionado ultrasónicamente, que realice numerosas funciones, incluyendo, por ejemplo, el corte y la coagulación. El esfuerzo estructural inducido en tales efectores extremos con la vibración de la cuchilla a frecuencias ultrasónicas, puede tener un número de efectos indeseados. Tales efectos indeseados pueden incluir, por ejemplo, el movimiento transversal del guiaondas del instrumento que puede conducir, por ejemplo, a un exceso de generación de calor en el guiaondas o a un fallo por fatiga prematuro. Los efectos indeseados de la vibración de un efector extremo a frecuencias ultrasónicas se producen donde el efector extremo no es simétrico, es decir, donde la masa del efector extremo no está distribuida simétricamente en torno a una línea que se extiende a través del eje central del guiaondas de transmisión. Un ejemplo de tal efector extremo ultrasónico asimétrico consiste en una cuchilla curva asimétrica. Por lo tanto, una forma de mejorar el comportamiento de los efectores extremos actuados ultrasónicamente consiste en diseñar efectores extremos que sean sustancialmente simétricos en torno al eje central del guiaondas de transmisión. Alternativamente, el efector extremo quirúrgico puede ser pequeño y corto, en cuyo caso el efector extremo actuará a modo de pequeña masa acumulada en el extremo del guiaondas de transmisión, y no inducirá movimiento transversal sustancial en el guiaondas. Donde resulte deseable diseñar efectores extremos que no sean simétricos, el rendimiento se puede mejorar diseñando el efector extremo de tal modo que el centro de masa del efector extremo se sitúe a lo largo de una línea que se extiende a través del eje central del guiaondas. Un método conocido de movimiento del centro de masa consiste en añadir o quitar masa opuesta o próxima a la zona asimétrica hasta que el centro de masa se extienda a lo largo del eje central. Como alternativa adicional, el movimiento vibratorio longitudinal en el guiaondas puede ser reducido o eliminado con la utilización de guiaondas más gruesos, más robustos, que no estén sometidos a movimiento vibratorio transversal. Sin embargo, el uso de guiaondas gruesos puede no ser una alternativa aceptable cuando el instrumento quirúrgico ultrasónico debe estar diseñado para su uso en cirugía mínimamente invasiva, tal como cirugía endoscópica o laparoscópica. En tales instrumentos, resulta generalmente deseable reducir el diámetro del guiaondas ultrasónico con el fin de acoplar el instrumento a través de incisiones quirúrgicas diminutas, orificios del cuerpo estrechos y trócares quirúrgicos que deban ser utilizados en el momento y que estén diseñados para procedimientos futuros. Los guiaondas ultrasónicos largos y delgados, tales como los utilizados en instrumentos para cirugía mínimamente invasiva, son particularmente susceptibles a las vibraciones transversales introducidas por desequilibrios en el efector extremo.

El documento US 5.669.922 describe una cuchilla ultrasónica curva que posee un gancho en su extremo distal que provoca una señal vibratoria de realimentación que está desfasada de la señal excitadora ultrasónica. La cuchilla curva, por lo tanto, está dotada de un radio de curvatura que afecta al gancho asimétrico para proporcionar una señal de realimentación que está más enfusada con la señal excitadora. Las características de la presente invención que hayan sido descritas en el documento US 5.669.922, han sido insertadas en el preámbulo de la reivindicación 1.

Para determinadas aplicaciones, resulta deseable incluir una o más configuraciones axialmente asimétricas (por ejemplo, la curvatura de la cuchilla), para aumentar el rendimiento del efector extremo. También puede ser deseable diseñar tales efectores extremos de modo que sean relativamente largos, con el fin de facilitar ciertos procedimientos quirúrgicos. Por lo tanto, podría ser deseable diseñar una cuchilla ultrasónica curva que esté particularmente adaptada para su uso en procedimientos mínimamente invasivos. Tales cuchillas curvas, al ser simétricas, pueden inducir vibraciones indeseables en los guiaondas de transmisión. En tales cuchillas curvas, no siempre es posible o deseable incluir configuraciones antagonistas de compensación en la porción de tratamiento con el fin de equilibrar el efector extremo mediante el alineamiento del centro de masa con el eje central del guiaondas de transmisión. Sería deseable, por lo tanto, diseñar un instrumento quirúrgico ultrasónico que incluya un guiaondas y una cuchilla curva ultrasónica en la que las vibraciones indeseables resultantes de la inclusión de la cuchilla curva larga en la porción de trabajo del efector extremo, hayan sido reducidas o eliminadas. Además, sería ventajoso diseñar un instrumento de este tipo en el que las vibraciones transversales indeseables se hayan reducido o eliminado sin añadir configuraciones de compensación a la cuchilla curva. Sería ventajoso diseñar un efector extremo en el que las vibraciones transversales indeseables resultantes de la inclusión de una cuchilla curva larga hayan sido reducidas o eliminadas mediante la adición de configuraciones de compensación asimétricas proximales a la porción de tratamiento del efector extremo.

**Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un instrumento ultrasónico equilibrado según se define en la reivindicación 1.

5 La presente invención comprende una cuchilla ultrasónica curva que incluye una superficie superior cóncava, una superficie inferior convexa, y un nervio central que discurre a lo largo de la superficie superior cóncava. Una primera y una segunda paredes, que forman una porción de la superficie superior cóncava, conectan la superficie superior cóncava con el nervio central. La cuchilla tiene una sección transversal que es sustancialmente trapezoidal, siendo preferentemente el nervio central y la superficie inferior convexa sustancialmente paralelos. La primera y la segunda  
10 paredes laterales intersectan con la superficie inferior convexa para formar un primer y un segundo bordes de cuchilla, los cuales pueden ser aguzados o romos. La superficie inferior convexa tiene una anchura de al menos dos veces la anchura del nervio central y, con preferencia, tres veces la anchura del nervio central.

Un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la presente invención, incluye una varilla de  
15 transmisión ultrasónica que se encuentra conectada a la cuchilla curva por medio de una zona de equilibrio que incluye una primera y una segunda asimetrías de equilibrio, diseñadas para compensar los desequilibrios inducidos por la cuchilla curva asimétrica. En un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la presente invención, la primera y la segunda asimetrías de equilibrio están diseñadas y posicionadas de tal modo que la relación de equilibrio del guiaondas es menor de 1:10 y, con preferencia, menor de 1:200. En un instrumento quirúrgico ultrasónico  
20 equilibrado de acuerdo con la presente invención, la primera asimetría de equilibrio forma una primera zona plana sobre la porción de equilibrio que es sustancialmente perpendicular al plano de simetría de la cuchilla curva. En un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la presente invención, la segunda asimetría de equilibrio forma una segunda zona plana paralela con la primera zona plana en el lado opuesto de la porción de equilibrio. En un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la presente invención, la primera zona plana es  
25 más larga que la segunda zona plana, y está en el mismo lado del instrumento que la superficie cóncava de la cuchilla curva. En un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la presente invención, las paredes laterales de la cuchilla curva trapezoidal intersectan para formar bordes de cuchilla aguzados o romos.

**Breve descripción de los dibujos**

30 Las características novedosas de la invención, se encuentran expuestas con meticulosidad en las reivindicaciones anexas. La invención en sí misma, sin embargo, tanto en lo referente a organización como a los métodos operativos, junto con los demás objetos y ventajas de la misma, puede ser mejor comprendida con referencia a la descripción que sigue, tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

35 La Figura 1 es una vista en perspectiva, despiezada, de un instrumento quirúrgico ultrasónico de acuerdo con la presente invención;

40 la Figura 2 es una vista lateral del extremo distal de un conjunto de transmisión ultrasónica de acuerdo con la presente invención;

la Figura 3 es una vista superior del extremo distal de un conjunto de transmisión ultrasónica de acuerdo con la presente invención;

45 la Figura 4 es una vista en perspectiva del extremo distal de una realización alternativa de un conjunto de transmisión ultrasónica de acuerdo con la presente invención;

50 la Figura 5 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 4, con un plano X,Y trazado con líneas discontinuas a través del centro del guiaondas de transmisión ultrasónica;

la Figura 6 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 4, con un plano X,Z de líneas discontinuas trazado a través del centro del guiaondas de transmisión ultrasónica;

55 la Figura 7 es una vista lateral de una realización alternativa del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 4;

60 la Figura 8 es una vista superior del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 7;

la Figura 9 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 7;

65 la Figura 10 es una vista lateral de una cuchilla curva de doble radio de acuerdo con la presente invención, que incluye un borde de cuchilla aguzado;

la Figura 11 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 11-11 de la Figura 10, que muestra la sección transversal de la cuchilla ilustrada en la Figura 10;

## ES 2 274 604 T3

la Figura 12 es una vista lateral de una cuchilla curva de radio único de acuerdo con la presente invención, que incluye un borde de cuchilla romo, y

la Figura 13 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Figura 12, que muestra la sección transversal de la cuchilla ilustrada en la Figura 12.

### Descripción detallada de la invención

La Figura 1 es una vista en perspectiva, despiezada, de un instrumento 10 quirúrgico ultrasónico de acuerdo con la presente invención. En la Figura 1, el efector 12 extremo ultrasónico está acoplado mecánicamente al guíaondas 14 de transmisión ultrasónica para formar un conjunto 11 de transmisión ultrasónica. El guíaondas 14 de transmisión ultrasónica está situado en la funda 16 externa mediante el anillo en "O" 18 de montaje y el anillo 20 de sellado. Uno o más amortiguadores o miembros de soporte adicionales (no representados) pueden ser también incluidos a lo largo del guíaondas 14 de transmisión ultrasónica. El guíaondas 14 de transmisión ultrasónica se fija a la funda 16 externa por medio del perno 21 de montaje, el cual pasa a través de los orificios 23 de montaje de la funda 16 externa, y de la ranura 25 de montaje del guíaondas 14 de transmisión.

La Figura 2 es una vista lateral del extremo distal del conjunto 11 de transmisión ultrasónica, que incluye el efector 12 extremo. La Figura 2 incluye además un sistema coordinado en el que: el eje X se extiende a lo largo del eje 24 central del guíaondas 14 de transmisión ultrasónica mientras que el eje Y es el eje de curvatura de la zona 26 de tratamiento. En la realización de la invención aquí descrita, el efector 12 extremo se fija al extremo distal del guíaondas 14 de transmisión en el nodo 22 de equilibrio. El eje 24 central del guíaondas 14 de transmisión se extiende desde el extremo proximal del guíaondas 14 de transmisión hasta el extremo distal del guíaondas 14 de transmisión. El guíaondas 14 de transmisión es simétrico en torno al eje 24 central. El efector 12 extremo incluye la zona 26 de tratamiento, la cual está situada en el extremo distal del efector 12 extremo, y la zona 28 de equilibrio, la cual está situada entre la zona 26 de tratamiento y el nodo 22 de equilibrio. La zona 26 de tratamiento, que es curva, incluye dos superficies, a saber, una superficie 30 superior cóncava y una superficie 32 inferior convexa. La superficie 32 inferior convexa es sustancialmente planar o plana a lo largo del eje Y de la cuchilla. La zona 26 de tratamiento incluye además una punta 34 redondeada. En la realización de la invención que se ha ilustrado, la zona 28 de equilibrio incluye un primer corte 38 y un segundo corte 40, los cuales actúan como configuraciones de compensación asimétrica. El primer corte 38 se extiende desde el extremo proximal de la superficie 30 cóncava hasta un primer punto 42 predeterminado que es distal respecto al nodo 22 de equilibrio. El segundo corte 40 se extiende desde el extremo proximal de la superficie 22 convexa hasta un segundo punto 44 predeterminado que es distal respecto al punto 42 y al nodo 22 de equilibrio.

La Figura 3 es una vista superior del extremo distal del conjunto 11 de transmisión ultrasónica, que incluye el efector 12 extremo. En la Figura 3, los bordes 36 de cuchilla están situados a ambos lados de la zona 26 de tratamiento, y se extienden desde el extremo proximal de la zona 26 de tratamiento hasta la punta 34 redondeada. La intersección de la superficie 30 cóncava y de la superficie 32 convexa, forma los bordes 36 de cuchilla. El nervio 37 central discurre desde el extremo distal de la zona 28 de equilibrio hasta la punta 34 redondeada a lo largo del centro de la zona 26 de tratamiento. El nervio 37 central forma una porción de superficie 30 superior cóncava. El nervio 37 central añade resistencia, firmeza y rigidez a la zona 26 de tratamiento, al proporcionar a la zona 26 de tratamiento una sección transversal sustancialmente trapezoidal.

La Figura 4 es una vista en perspectiva del extremo distal de una realización de un conjunto 11 de transmisión ultrasónica. La Figura 5 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto 11 de transmisión ultrasónica de la realización de la invención mostrada en la Figura 4, con un plano X,Y 52 mostrado en discontinuo, trazado a través del centro del guíaondas 14 de transmisión ultrasónica. En la Figura 5, el plano X,Y 52 de líneas discontinuas, pasa a través del eje 24 central. Puesto que la zona 26 de tratamiento se curva hacia fuera desde el plano X,Y 52, el efector 52 extremo no es simétrico en torno al plano X,Y 52. El plano 52 puede, por lo tanto, ser definido como el plano de asimetría para el efector 12 extremo.

La Figura 6 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto 11 de transmisión ultrasónica de la realización de la invención mostrada en la Figura 4, con un plano X,Z 50 de líneas discontinuas trazado a través del centro del guíaondas 14 de transmisión ultrasónica. En la Figura 6, el plano X,Z 50 de líneas discontinuas pasa a través del eje 24 central formando un ángulo de 90° con el plano X,Y 52. El efector 52 extremo es sustancialmente simétrico en torno al plano X,Y 50. El plano 50 puede ser definido, por lo tanto, como el plano de simetría para el efector 12 extremo. La Figura 7 es una vista lateral de una realización alternativa del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 4. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 7, el efector 12 extremo tiene sustancialmente la misma forma y estructura que la realización de la invención ilustrada en las Figuras 1-6, excepto en que la realización de la Figura 7 incluye la punta 35 aguzada en el extremo distal de la zona 26 de tratamiento. La Figura 8 es una vista superior del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 7. La Figura 9 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto de transmisión ultrasónica mostrado en la Figura 7.

La Figura 10 es una vista lateral de una cuchilla curva de doble radio de acuerdo con la presente invención, que incluye un borde de cuchilla aguzado. En la Figura 10, la zona 26 de tratamiento de las Figuras 1-9 es la cuchilla 27 curva que tiene un primer radio A de curvatura y un segundo radio B de curvatura. En una realización de la presente invención, el primera radio A de curvatura puede ser, por ejemplo, de 7 mm (0,3 pulgadas)  $\pm$  5 mm (0,2 pulgadas), y el

## ES 2 274 604 T3

segundo radio B de curvatura puede ser, por ejemplo, de 30,5 mm (1,2 pulgadas)  $\pm$  10,2 mm (0,4 pulgadas). Además, la cuchilla 27 curva de doble radio puede tener un espesor  $\mathfrak{J}$  de aproximadamente 1,1 mm (0,045 pulgadas)  $\pm$  0,4 mm (0,25 pulgadas). La cuchilla 27 curva de doble radio puede incluir, en una realización de la invención, un primer corte 38 y un segundo corte 40. En esta realización de la invención, el primer corte 38 y el segundo corte 40 actúan como primera y segunda configuraciones de equilibrio, respectivamente. En la realización de la Figura 10, el primer corte 38 tiene un radio C de curvatura, y el segundo corte 40 tiene un radio D de curvatura. En una realización de la presente invención, el radio C de curvatura puede ser, por ejemplo, de 12,7 mm (0,50 pulgadas)  $\pm$  6,4 mm (0,25 pulgadas), y el radio D de curvatura puede ser, por ejemplo, de 6,4 mm (0,25 pulgadas)  $\pm$  3,2 mm (0,125 pulgadas). En una realización de la invención, la cuchilla 27 curva de doble radio puede tener una longitud F de aproximadamente 25,4 mm (1 pulgada)  $\pm$  7,6 mm (0,3 pulgadas), donde F se mide desde el punto 22 de nodo hasta el extremo distal de la cuchilla 27 curva de doble radio. La Figura 11 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 11-11 de la Figura 10, que muestra la sección transversal de la cuchilla 27 curva de doble radio ilustrada en la Figura 10. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 11, la cuchilla 27 curva de doble radio tiene sección transversal trapezoidal, en la que la superficie 32 inferior tiene una anchura E de, por ejemplo, 3 mm (0,120 pulgadas)  $\pm$  1 mm (0,040 pulgadas), y el nervio 37 central tiene en la superficie 30 superior una anchura L de, por ejemplo, 0,8 mm (0,030 pulgadas)  $\pm$  0,5 mm (0,020 pulgadas). En la realización de la Figura 11, la sección transversal trapezoidal de la cuchilla 27 curva de doble radio está formada por las paredes 33 laterales, el nervio 37 central y la superficie 32 inferior. En realizaciones de la invención en las que la cuchilla 27 curva de doble radio es trapezoidal en sección transversal, la anchura L del nervio 37 central en la superficie 30 superior es en general menor o igual que la mitad, y con preferencia la tercera parte, de la anchura E de la superficie 32 inferior. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 11, los bordes 36 de cuchilla son puntiagudos y pueden ser aguzados para, por ejemplo, facilitar la velocidad de corte según se mueve la cuchilla 27 de doble radio a través del tejido. Se comprenderá, de manera evidente, que la cuchilla 27 de doble radio puede tener también un borde de cuchilla plano tal como el borde 36, según se ha ilustrado en la Figura 13.

La Figura 12 es una vista lateral de una cuchilla curva de radio simple, de acuerdo con la presente invención, que incluye un borde de cuchilla plano. En la Figura 12, la zona 26 de tratamiento de las Figuras 1-9 es la cuchilla 31 curva que tiene un primer radio M de curvatura. En una realización de la presente invención, el primer radio M de curvatura puede ser, por ejemplo, de 22,9 mm (0,9 pulgadas)  $\pm$  7,6 mm (0,3 pulgadas). Además, la cuchilla 31 curva de radio simple puede tener un espesor R de aproximadamente 1,1 mm (0,045 pulgadas)  $\pm$  0,6 mm (0,025 pulgadas). La cuchilla 31 curva de radio simple puede incluir, en una realización de la invención, un primer corte 38 y un segundo corte 40. En esta realización de la invención, el primer corte 38 y el segundo corte 40 actúan como primera y segunda configuraciones de equilibrio, respectivamente. En la realización ilustrada en la Figura 12, el primer corte 38 posee un radio T de curvatura, y el segundo corte 40 tiene un radio S de curvatura. En una realización de la presente invención, el radio T de curvatura puede ser, por ejemplo, de 12,7 mm (0,50 pulgadas)  $\pm$  6,4 mm (0,25 pulgadas), y el radio S de curvatura puede ser, por ejemplo, de 6,4 mm (0,25 pulgadas)  $\pm$  3,2 mm (0,125 pulgadas). En una realización de la invención, la cuchilla 31 curva de radio simple puede tener una longitud G de aproximadamente 25,4 mm (1,0 pulgada)  $\pm$  7,6 mm (0,3 pulgadas), donde G se mide desde el punto 22 de nodo hasta el extremo distal de la cuchilla 31 curva de radio simple. La Figura 13 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Figura 12, que muestra la sección transversal de la cuchilla 31 curva de radio simple, ilustrada en la Figura 12. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 13, la cuchilla 31 curva de radio simple tiene una sección transversal trapezoidal en la que la superficie 32 inferior tiene una anchura CC de, por ejemplo, 2,8 mm (0,110 pulgadas)  $\pm$  1 mm (0,040 pulgadas), y el nervio 37 central tiene, en la superficie 30 superior, una anchura AA, de por ejemplo 0,8 mm (0,030 pulgadas)  $\pm$  0,5 mm (0,020 pulgadas). En la realización de la Figura 13, la sección transversal trapezoidal de la cuchilla 31 de radio simple está formada por las paredes 31 laterales, el nervio 37 central, y la superficie 32 inferior. En realizaciones de la invención en las que la cuchilla 31 curva de radio simple es trapezoidal en sección transversal, la anchura AA de la superficie 30 superior es en general menor o igual que la mitad, y con preferencia la tercera parte, de la anchura CC de la superficie 32 inferior. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 13, los bordes 36 de cuchilla están aplanados (o "rotos") de modo que forman un borde de cuchilla romo, de modo que por ejemplo, reducen la velocidad de corte, facilitando con ello la coagulación según se mueve la cuchilla 31 a través del tejido. En la realización de la Figura 13, los bordes 36 de cuchilla son aplanados para formar un borde cuadrado. Este borde cuadrado puede ser formado, por ejemplo, mediante mecanización del borde 36 de cuchilla para formar una superficie que es sustancialmente perpendicular a la superficie 32 inferior convexa.

El instrumento 10 quirúrgico ultrasónico dispone de una zona 26 de tratamiento que incluye una cuchilla curva diseñada para cortar y coagular tejido cuando vibra a frecuencias ultrasónicas, tales como, por ejemplo, cincuenta y cinco kilohertzios (55 kHz). La zona 26 de tratamiento es curva para proporcionar al cirujano mejores acceso y visibilidad cuando se utiliza el instrumento 10 ultrasónico. Según se ha ilustrado en las Figuras 5-6, la zona 26 de tratamiento curva es simétrica en torno al plano X,Z 50, pero no es simétrica en torno al plano X,Y 52. Cuando la zona 26 de tratamiento se hace vibrar a una frecuencia ultrasónica apropiada para facilitar el corte y la coagulación, la forma asimétrica de la zona 26 de tratamiento tenderá a inducir fuerzas indeseadas, incluyendo la torsión, que son transmitidas hacia atrás hasta el guíaondas 14 de transmisión, y que inducen vibraciones transversales indeseadas en el guíaondas 14 de transmisión.

Según se ha descrito anteriormente, se conoce el hecho de que las vibraciones transversales indeseadas pueden ser minimizadas y el efector extremo equilibrado diseñando el efector extremo de tal modo que el centro de masa se posicione en, o muy cerca del, eje del guíaondas de transmisión. Sin embargo, donde la asimetría (por ejemplo, la curva de la zona 26 de tratamiento), como en la presente invención, provoca que el centro de masa diverja sustancialmente de una línea que se extiende desde el eje central del guíaondas de transmisión, y la adición de configuraciones de

equilibrio en el interior de la zona de tratamiento resulta indeseada, la cuchilla debe ser equilibrada utilizando un método alternativo.

De acuerdo con la presente invención, el efector 12 extremo se equilibra reduciendo o eliminando el par torsor inducido en el efector 12 extremo proximal a la zona 26 de tratamiento como resultado de incluir configuraciones asimétricas funcionales en la zona 26 de tratamiento. Un punto de referencia físico conveniente en el extremo proximal del efector 12 extremo, está constituido por el nodo 22 de equilibrio. Se debe apreciar que el nodo 22 de equilibrio puede ser un nodo de vibración longitudinal a lo largo del guiaondas 14 de transmisión, y no necesariamente el nodo vibratorio más distal. Nodos de vibración longitudinal se producen a intervalos de media longitud de onda a lo largo del guiaondas de transmisión, en el que la longitud de onda de interés es la longitud de onda de la frecuencia a la que es accionado el efector extremo ultrasónico (por ejemplo, 55 kHz). En la realización de la invención ilustrada en la Figura 3, las configuraciones funcionales asimétricas comprenden la zona 26 de tratamiento curva, que posee la punta 34 redondeada. Una configuración es asimétrica cuando su sección transversal no es simétrica con respecto al eje 24 central del guiaondas. Una configuración es simétrica cuando la sección transversal es simétrica con respecto al eje 24 central del guiaondas. Es decir, una configuración es simétrica cuando la cuerda que pasa a través de la sección transversal de la porción del efector extremo, que incluye la configuración, está bisectada por el eje 24 central.

De acuerdo con la presente invención, se incluye una zona 28 de equilibrio en el efector 12 extremo, y el efector 12 extremo se equilibra posicionando al menos dos configuraciones de equilibrio asimétricas en la zona 28 de equilibrio entre el extremo proximal de la zona 26 de tratamiento y el nodo 22 de equilibrio. El tamaño, la forma y la posición de las configuraciones de equilibrio asimétricas incluidas en la zona 28, se eligen de modo que reducen el par torsor en el punto 29 de equilibrio hasta cero o lo más cerca posible de cero. El punto 29 de equilibrio está en el eje 24 central situado en, por ejemplo, el nodo 22 de equilibrio. El grado hasta el que se reduce el par torsor dependerá del diseño particular y de las limitaciones de fabricación. De este modo, disponiendo apropiadamente las configuraciones de equilibrio asimétricas en la zona 28 de equilibrio, el par torsor inducido por las configuraciones funcionales asimétricas en la zona 26 de tratamiento puede ser anulado por el par torsor inducido por las configuraciones de equilibrio asimétricas. Con la suma del par torsor distal al efector 12 extremo minimizado, la vibración transversal inducida en el guiaondas 14 de transmisión se reducirá sustancialmente y puede ser reducida aproximadamente a cero.

Con el fin de determinar si un efector extremo asimétrico ha sido equilibrado apropiadamente, puede resultar apropiado medir el par torsor inducido en el guiaondas 14 de transmisión. La magnitud relativa del par torsor inducido en el guiaondas 14 de transmisión puede ser estimada considerando la relación del desplazamiento lateral de pico, menos el desplazamiento de Poisson (también conocido como desplazamiento de nodo longitudinal), en cualquier anti-nodo vibratorio transversal del guiaondas de transmisión, respecto al desplazamiento longitudinal de pico en cualquier anti-nodo vibratorio longitudinal del guiaondas de transmisión. Cuanto más próxima a cero sea la relación, menor vibración transversal se inducirá en el guiaondas. De este modo, la relación del desplazamiento lateral de pico respecto al desplazamiento longitudinal de pico puede ser definida como "relación de equilibrio". En una realización de la presente invención, una cuchilla se considerará equilibrada si la relación de equilibrio del desplazamiento lateral de pico respecto al desplazamiento longitudinal de pico, es de 1:10 o menor. Más en particular, utilizando las técnicas aquí descritas, puede ser posible alcanzar relaciones de equilibrio de 1:200 o menores.

Una configuración asimétrica es una configuración del efector extremo en la que el centro de masa de la configuración está fuera de la línea que se extiende desde el eje central del guiaondas de transmisión. En un efector extremo que tiene una orientación simétrica y una orientación asimétrica, tal como el efector extremo ilustrado en las Figuras, todas las configuraciones asimétricas están en un plano paralelo al plano de simetría.

La masa y la forma de las configuraciones de equilibrio asimétricas introducidas en la zona 26 de equilibrio, se determinan en función de un número de factores. El par torsor inducido en el punto 29 de equilibrio es igual a la integral de volumen del producto vectorial del vector aceleración en cada punto del efector extremo, con un vector de posición multiplicado por un escalar de densidad. El escalar de densidad es una función que representa la densidad del efector extremo en cada punto del efector extremo. Expresando esa ecuación matemáticamente, el par torsor ( $\vec{T}$ ), en el punto 29 de equilibrio, es:

$$\vec{T} = \int_{x_0 y_0 z_0}^{x_1 y_1 z_1} \vec{A}(x, y, z) \times \vec{r}(x, y, z) \rho(x, y, z) dx dy dz \quad (1)$$

donde:

$x_0, y_0, y z_0$  están situados en el plano  $X=0$  en el punto 29 de equilibrio;

$x_1, y_1, y z_1$  están situados en un plano tangencial a la punta distal del efector 12 extremo, y con  $x_0, y_0 y z_0$  definen una zona que incluye el efector 12 extremo;

## ES 2 274 604 T3

$\bar{A}(x,y,z)$  es la aceleración de la cuchilla en cualquier punto  $(x,y,z)$ ;

$\bar{o}(x,y,z)$  es un vector indicativo de la posición del punto  $(x,y,z)$  con respecto al punto 29 de equilibrio, y

5  $\rho(x,y,z)$  es la densidad de la cuchilla en cualquier punto  $(x,y,z)$ .

Por lo tanto, en un efector extremo equilibrado diseñado de acuerdo con la presente invención, se diseña en primer lugar un efector 12 extremo que incorpore una o más asimetrías beneficiosas en la zona 26 de tratamiento (por ejemplo, los bordes 36 de cuchilla curvos). A continuación se elige un punto de nodo de equilibrio en un nodo vibratorio conveniente a lo largo del guíaondas 14. Normalmente, el punto de nodo de equilibrio será el nodo vibratorio más distal sobre el guíaondas 14. A continuación se incorpora una zona 28 de equilibrio simétrica (por ejemplo, cilíndrica) en el efector 12 extremo. En las realizaciones ilustradas, la zona 28 de equilibrio se extiende desde el nodo 22 de equilibrio hasta el extremo proximal de la zona 26 de tratamiento. Normalmente, el extremo proximal de la zona 26 de tratamiento corresponderá con el extremo proximal de la asimetría proximal mas beneficiosa. Por ejemplo, en la realización de la invención ilustrada en la Figura 2, el extremo proximal de la zona 26 de tratamiento corresponde con el extremo proximal del borde 36 de cuchilla curvo. Una vez que se han diseñado asimetrías beneficiosas apropiadas en el efector extremo, se puede calcular el par torsor inducido en el punto 29 de equilibrio por el diseño de efector extremo, que incluye las asimetrías beneficiosas, utilizando la ecuación (1) anterior.

20 Al utilizar la ecuación (1) anterior para calcular el par torsor inducido por cualquier asimetría particular en el punto 29 de equilibrio, una primera etapa adecuada consiste en encontrar una expresión matemática para  $\bar{A}(x,y,z)$ , la aceleración en cada punto a lo largo del efector 12 extremo, junto con una expresión matemática para  $\rho(x,y,z)$ , la densidad en cada punto a lo largo del efector 12 extremo, y una expresión matemática para  $\bar{o}(x,y,z)$ , el vector de posición para cada punto a lo largo del efector 12 extremo con respecto al punto 29 de equilibrio. Por conveniencia,  $\bar{o}(x,y,z)$  puede ser mencionado como vector de desviación. Según indica la ecuación (1), el par torsor inducido en el punto 29 de equilibrio por el efector 12 extremo, es la integral de volumen del producto vectorial del vector de aceleración por el producto del vector de desviación y la densidad escalar. En la ecuación (1), la integral se toma sobre el volumen del efector extremo. Expuesto de manera general, el par torsor inducido en el punto 29 de equilibrio será igual a la suma de los pares torsores inducidos por cada asimetría en el efector 12 extremo. De ese modo, se puede obtener un diseño óptimo en el que las asimetrías de equilibrio son incorporadas en la zona 28 de equilibrio de tal modo que el par torsor inducido por las asimetrías de equilibrio anulan el par torsor inducido por las asimetrías beneficiosas.

En una situación ideal, sería posible expresar  $\bar{A}(x,y,z)$ ,  $\bar{o}(x,y,z)$  y  $\rho(x,y,z)$  utilizando fórmulas matemáticas que podrían ser integradas convenientemente sobre el volumen del efector 12 extremo. Sin embargo, resulta en general muy difícil desarrollar tales fórmulas matemáticas para una geometría de efector extremo quirúrgico ultrasónico debido a que los efectores extremos quirúrgicos no adoptan por lo general configuraciones geométricas continuas, tales como conos o cilindros. Por lo tanto, una vez que las variables han sido calculadas o modelizadas, la integral puede ser calculada utilizando, por ejemplo, un programa de integración numérica. De entre los parámetros  $\bar{A}(x,y,z)$ ,  $\bar{o}(x,y,z)$  y  $\rho(x,y,z)$ , el más difícil de calcular es el vector aceleración  $\bar{A}(x,y,z)$  para cada punto a lo largo del efector 12 extremo, en particular para efectores extremos que tienen geometría compleja. Por lo tanto, resulta habitualmente necesario utilizar métodos distintos al cálculo directo para obtener una aproximación de la aceleración en cada punto a lo largo del efector 12 extremo. Por ejemplo, el desplazamiento en cada punto puede ser una aproximación adecuada de la aceleración con un factor escalar adecuado. El desplazamiento puede ser calculado utilizando, por ejemplo, análisis de elementos finitos en la cuchilla. Alternativamente, la velocidad en cada punto puede ser utilizada para obtener una estimación de la aceleración a una frecuencia dada. La velocidad en puntos específicos puede ser calculada, por ejemplo, observando físicamente puntos externos a lo largo de la superficie de la cuchilla (por ejemplo, utilizando un vibrómetro láser), y suponiendo que los puntos interiores están actuando de la misma manera que los puntos de la superficie. Según otro ejemplo, la velocidad en cualquier punto a lo largo de la cuchilla puede ser aproximada a una función sustancialmente sinusoidal de la distancia desde el punto de nodo de equilibrio.

50 El cálculo del vector  $\bar{o}(x,y,z)$  de posición, está ligado en general al método utilizado para calcular  $\bar{A}(x,y,z)$ . Por ejemplo, si  $\bar{A}(x,y,z)$  se mide o se aproxima en puntos específicos a lo lago del efector extremo, entonces  $\bar{o}(x,y,z)$  sería el vector de posición tomado en esos puntos específicos.

55 Puesto que los instrumentos ultrasónicos de acuerdo con la presente invención utilizan normalmente efectores extremos construidos con titanio, aluminio, o con una aleación de titanio o de aluminio, la densidad en cualquier punto  $\rho(x,y,z)$  es constante. Por lo tanto, en general  $\rho(x,y,z) = P$ , donde P es la densidad del material utilizado en el efector extremo.

60 En la practica, se ha diseñado un efector extremo que incorpora asimetrías beneficiosas adecuadas en la zona 26 de tratamiento. Esas asimetrías beneficiosas inducen un par torsor  $\bar{T}_u$  indeseado en el punto 29 de equilibrio, que puede ser calculado utilizando la ecuación (1). Una vez que se conoce el par torsor  $\bar{T}_u$  indeseado para un diseño particular, se pueden añadir asimetrías de equilibrio a la zona 28 de equilibrio para generar un par torsor  $\bar{T}_b$  de equilibrio en el punto 29 de equilibrio, que anule el par torsor  $\bar{T}_u$  indeseado generado por las asimetrías beneficiosas. La adición de asimetrías de equilibrio a la zona 28 de equilibrio consiste en añadir o quitar masa en porciones particulares de la zona 28 de equilibrio. La magnitud y la posición de la masa añadida o quitada, viene determinada no sólo por el par torsor  $\bar{T}_b$  de equilibrio inducido en el punto 29 de equilibrio, sino también por consideraciones tales como el efecto sobre la apariencia, el tacto o la ergonomía del efector extremo. Por lo tanto, una vez que  $\bar{T}_u$  ha sido calculado, el diseñador

## ES 2 274 604 T3

puede empezar a añadir y quitar masa en la zona 28 de equilibrio, para crear dos o más asimetrías de equilibrio que inducen a un par torsor beneficioso en el punto 29 de equilibrio.

5 Puede resultar posible simplificar los cálculos requeridos; por ejemplo, utilizando suposiciones adecuadas, es posible simplificar la ecuación (1) a los efectos de cálculo de  $\check{T}_b$ . En particular, suponiendo que las asimetrías de equilibrio pueden ser modelizadas como una serie de masas puntuales, y sin tener en cuenta el efecto de rotación:

$$10 \quad \check{T}_b = \sum_{n=1}^k m_n \bar{A}_{s,n} \times \bar{O}_{CMn} \quad (2)$$

15 donde:

$m_n$  es la masa del efector extremo en cada punto n;

20  $\check{T}_b$  es el par torsor inducido en el punto 29 de equilibrio por las asimetrías de equilibrio diseñadas en la zona 26 de equilibrio;

k es el número total de asimetrías de equilibrio;

25  $\bar{A}_{s,n}$  es el valor medio sobre una superficie, o el vector aceleración representativo en el punto de la zona 26 de equilibrio donde se añade la masa n, y

$\bar{O}_{CMn}$  es un vector de desviación que apunta al Centro de Masa de la masa n.

30 Diseñando las asimetrías de equilibrio para que sean simétricas en torno al plano 50 de simetría, el par torsor ejercido en el nodo 22 puede ser modelizado como que está completamente alrededor del eje Y del efector extremo. Si todas las asimetrías de equilibrio están localizadas en un plano 50 de simetría, la ecuación (2) se transforma en:

$$35 \quad \check{T}_b = m_1 \bar{A}_{s,1} \times \bar{O}_{CMn1} + m_2 \bar{A}_{s,2} \times \bar{O}_{CMn2} + m_3 \bar{A}_{s,3} \times \bar{O}_{CMn3} + \dots \quad (3)$$

$$40 \quad \check{T}_b \cdot \hat{j} = m_1 \bar{A}_{s,1} \times \bar{O}_{CMn1} \cdot \hat{j} + m_2 \bar{A}_{s,2} \times \bar{O}_{CMn2} \cdot \hat{j} + m_3 \bar{A}_{s,3} \times \bar{O}_{CMn3} \cdot \hat{j} + \dots \quad (4)$$

o si no se tienen en cuenta los signos,

$$45 \quad |\check{T}_b| = \left| \sum_{n=1}^k m_n \bar{A}_{s,n} \times \bar{O}_{CMnb} \right| \quad (5)$$

50 Resultará evidente que se puede utilizar un número importante de combinaciones de tamaños y formas de asimetrías de equilibrio para generar un par torsor  $\check{T}_b$  apropiado en el nodo 29 de equilibrio. Además, el tamaño y la forma de las asimetrías de equilibrio particulares elegidas serán una función del material utilizado para crear esas asimetrías. Por lo tanto, se deja normalmente al diseñador que elija las asimetrías de equilibrio que no sólo generan el par torsor  $\check{T}_b$  de equilibrio deseado, sino que cumplen también con otros criterios de diseño. De ese modo, el diseño real de asimetrías de equilibrio apropiadas resulta ser un ejercicio iterativo, donde el diseñador de la cuchilla elige las formas y posiciones preferidas para las asimetrías de equilibrio, comprobando a continuación esas formas y posiciones utilizando una de las ecuaciones (1), (2) o (5). La forma y el tamaño de las asimetrías de equilibrio pueden ser ajustadas según se precise para generar  $\check{T}_b$ .

60 Un efector extremo de acuerdo con la presente invención puede ser diseñado utilizando uno o más métodos empíricos tal como, por ejemplo, utilizando análisis nodal. En los métodos empíricos, el efector extremo se diseña con asimetrías beneficiosas apropiadas incluidas en la zona 26 de tratamiento, y la zona 28 de equilibrio se modeliza como conector asimétrico entre la zona de tratamiento y el guíaondas 14 de transmisión. Puesto que la zona 26 de tratamiento incluye asimetrías beneficiosas (por ejemplo, los bordes 36 de cuchilla curvos), sin asimetrías de equilibrio correspondientes en la zona 28 de equilibrio, este efector extremo de primer paso tenderá a estar desequilibrado. Una vez que el efector extremo de primer paso ha sido desarrollado, se puede seleccionar una medición adecuada del par torsor generado en el punto preseleccionado, tal como el punto 29 de equilibrio. Por ejemplo, la relación de equilibrio del desplazamiento lateral de pico respecto al desplazamiento longitudinal de pico, según se miden en el guíaondas de transmisión. El efector extremo de primer paso puede ser entonces medelizado numéricamente y vibrado utilizando

técnicas de análisis modal o de análisis de elementos finitos. Con el modelo numérico de primer paso accionado a una frecuencia de generador adecuada (por ejemplo, 55 kHz), resulta posible, con la utilización de, por ejemplo, programas de análisis de elementos finitos, determinar la relación de desplazamiento lateral de pico respecto a desplazamiento longitudinal de pico en los puntos seleccionados a lo largo del guíaondas de transmisión. El efector extremo puede ser entonces equilibrado (es decir, la relación entre desplazamiento lateral de pico y desplazamiento longitudinal de pico reducida a menos de 1:10), añadiendo o quitando masa en la zona de equilibrio. Éste es, por supuesto, un proceso iterativo que puede ser incrementado (es decir, que se requieran menos iteraciones) en base a los conocimientos y experiencia del diseñador.

Otra técnica de diseño empírico incluye diseñar un efector extremo de primer paso de la manera que se ha expuesto en lo que antecede. Se construye entonces un modelo físico de efector extremo de primer paso y se prueba excitando la entrada del guíaondas de transmisión a una frecuencia de generador adecuada. La frecuencia a la que se activa el efector extremo, puede ser mencionada como la frecuencia de excitación. Con el efector extremo de primer paso activado a la frecuencia de excitación, se puede seleccionar una medición adecuada del par torsor generado en el nodo de equilibrio; por ejemplo, se puede medir la relación de equilibrio directamente a partir del guíaondas de transmisión. El efector extremo puede ser entonces equilibrado (es decir, la relación de equilibrio reducida a menos de 1:10), añadiendo o quitando físicamente masa de la zona de equilibrio. Éste es, por supuesto, un proceso iterativo que puede ser incrementado (es decir, que se requieran menos iteraciones) mediante los conocimientos y la experiencia del diseñador. Con independencia del método de diseño elegido, ya sea empírico o ya sea analítico, si es un proceso iterativo, cuanto más basta sea la primera aproximación utilizada, más iteraciones serán necesarias para llegar al diseño equilibrado de la cuchilla.

Según se describe aquí, el nodo 22 de equilibrio fue seleccionado como el origen proximal de la zona 26 de equilibrio con el fin de proporcionar claridad y establecer un punto físicamente definible que puede ser localizado en cualquier guíaondas de transmisión, utilizando tanto cálculo matemático como mediciones físicas. Casualmente, utilizar el nodo 22 como origen proximal de la zona 26 de equilibrio resulta también beneficioso dado que se estima que hace que las matemáticas aquí expuestas sean más claras y más comprensibles. Sin embargo, se debe reconocer que utilizando la presente invención, el par torsor indeseado generado en el guíaondas será sustancialmente anulado por el par torsor de equilibrio generado en el guíaondas a partir de un punto justamente proximal a la asimetría de equilibrio más proximal. Por ejemplo, en la realización de la invención ilustrada en la Figura 2, el par torsor convergirá a cero en la porción del guíaondas proximal al primer punto 42 predeterminado.

Mientras que las realizaciones que aquí se han descrito e ilustrado tienen asimetrías beneficiosas solamente en una dirección, la presente técnica podría ser utilizada para equilibrar cuchillas que tengan asimetrías en dos o más direcciones cualesquiera. Además resultará evidente que, en un efector extremo quirúrgico diseñado de acuerdo con la presente invención, el centro de masa del efector extremo puede no estar situado en el eje central del guíaondas. Una cuchilla de acuerdo con la presente invención puede ser también diseñada de modo que incluya un ángulo de curvatura único o múltiple, y que incluya bordes de cuchilla romos, cuadrados o aguzados. Una cuchilla ultrasónica equilibrada diseñada de acuerdo con la presente invención, puede ser utilizada para llevar a cabo muchos procedimientos quirúrgicos abiertos y endoscópicos, incluyendo: procedimientos de bajada de la arteria mamaria interna (IMA); retirada o disección de la arteria radial; reducción y reconstrucción de pecho, y extracción hemorroidea. Las cuchillas ultrasónicas, de acuerdo con la presente invención, tienen múltiples funciones y pueden incluir múltiples características para facilitar otras funciones, como por ejemplo, zonas planas o romas en su configuración, bordes aguzados o cantos redondeados, y bordes de cuchilla dentados.

La forma trapezoidal de una cuchilla de acuerdo con la presente invención, resulta particularmente ventajosa por un número de razones. En particular, en una cuchilla trapezoidal de acuerdo con la presente invención, el nervio central añade rigidez, reduciendo esfuerzos en la cuchilla. Además, utilizando una cuchilla de configuración trapezoidal, es posible variar la agudeza y el espesor del borde de la cuchilla para acomodar un número de necesidades clínicas. Además, incluyendo una superficie de nervio pequeña en el centro del lado cóncavo de la cuchilla según se ha descrito aquí, el lado cóncavo puede ser utilizado para coagular el tejido que se corta en la cuchilla, sujetando así el tejido según coagula e impidiendo que se mueva hacia fuera de la cuchilla. Como resultará evidente para los expertos en la materia, la presente invención no sólo está dirigida a cuchillas que tienen una configuración trapezoidal, sino también a cuchillas que tienen una forma que es sustancialmente trapezoidal. Por ejemplo, una o más de las superficies 32, 33 ó 37 puede estar curvada de manera más ligera o más profunda sin apartarse del marco de la invención original. En otra realización de la presente invención, las superficies 33 y 37 pueden estar combinadas de modo que formen una superficie 30 cóncava más redondeada.

Mientras que aquí se han descrito y representado realizaciones preferidas de la presente invención, resultará obvio para los expertos en la materia que tales realizaciones han sido proporcionadas únicamente a título de ejemplo. Los expertos en la materia podrán concebir numerosas variaciones, cambios y sustituciones, sin apartarse de la invención. En consecuencia, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico, que comprende:

5 una cuchilla (26) quirúrgica ultrasónica curva, que tiene un extremo proximal y un extremo distal, comprendiendo la cuchilla (26) ultrasónica curva:

una superficie (30) superior cóncava;

10 una superficie (32) inferior convexa, y

una primera y una segunda paredes (36) laterales,

15 en el que dicho instrumento (11) quirúrgico ultrasónico comprende una varilla (14) de transmisión ultrasónica que tiene un extremo proximal y un extremo distal;

estando el instrumento ultrasónico equilibrado por medio de una zona (28) de equilibrio que incluye una primera y una segunda asimetrías (42, 44) de equilibrio,

20 en el que dicha zona (38) de equilibrio se extiende desde un punto de nodo en dicho extremo distal de la citada varilla (14) de transmisión ultrasónica, hasta el citado extremo proximal de dicha cuchilla (26) quirúrgica ultrasónica curva;

25 estando el citado extremo proximal de dicha cuchilla (26) quirúrgica ultrasónica curva conectado a la citada zona (28) de equilibrio,

que se **caracteriza** porque:

30 dicha zona (28) de equilibrio está dispuesta para contrarrestar el par torsor creado en el citado extremo proximal de dicha cuchilla (26) por parte de la citada cuchilla (26) quirúrgica ultrasónica curva;

la superficie (30) superior cóncava incluye un nervio (37) central;

35 dicha superficie (32) inferior convexa tiene una anchura que es mayor que el doble de la anchura de dicho nervio (37) central, y

40 dichas primera y segunda paredes (36) laterales conectan la citada superficie (32) inferior convexa con el citado nervio (37) central, formando dichas primera y segunda paredes (36) laterales una porción de la citada superficie (30) superior cóncava, con lo que dicha cuchilla (26) quirúrgica ultrasónica tiene una sección transversal sustancialmente trapezoidal.

2. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha superficie (32) inferior convexa es sustancialmente paralela con una superficie superior de dicho nervio (37) central.

45 3. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha primera pared (36) lateral intersecta con la citada superficie (32) inferior convexa para formar un borde de cuchilla aguzado.

50 4. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha primera pared (36) lateral intersecta con la citada superficie (32) inferior convexa para formar un borde de cuchilla romo.

5. Un instrumento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie (32) inferior convexa tiene una anchura mayor que tres veces la anchura de dicho nervio (37) central.

55 6. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dichas primera y segunda paredes (36) laterales intersectan ambas con la superficie (32) inferior convexa para formar bordes de cuchilla aguzados.

7. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dichas primera y segunda paredes (36) laterales intersectan ambas con la superficie (32) inferior convexa para formar bordes de cuchilla romos.

60 8. Un instrumento de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 7, en el que dicho borde de cuchilla romo es cuadrado.

65 9. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas primera y segunda asimetrías (42, 44) de equilibrio están posicionadas de tal modo que las vibraciones transversales en dicha varilla (14) de transmisión ultrasónica son sustancialmente igual a cero.

## ES 2 274 604 T3

10. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la relación de equilibrio del guiaondas de transmisión es menor que 1:10.

5 11. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la relación de equilibrio es menor que 1:200.

12. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha cuchilla (26) curva y la citada zona (28) de equilibrio están bisectadas por un plano de simetría, siendo la citada cuchilla (26) curva sustancialmente simétrica por cualquier lado de dicho plano de simetría, comprendiendo la citada primera asimetría (42) de equilibrio una superficie plana en dicha zona (28) de equilibrio en la que dicha primera superficie plana es sustancialmente perpendicular a dicho plano de simetría, y dicha segunda asimetría (44) de equilibrio comprende una segunda superficie plana en la citada zona (28) de equilibrio, opuesta a la citada primera superficie plana, en la que dicha segunda superficie plana es sustancialmente perpendicular a dicho segundo plano de simetría.

15 13. Un instrumento (11) quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha primera asimetría (42) de equilibrio es más corta que la citada segunda asimetría (44) de equilibrio.

20 14. Un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que las superficies planas son planas en la dirección que se extiende a través de la anchura de la cuchilla, en el que la primera superficie plana es un primer corte (38) que se extiende desde el extremo proximal de la superficie (30) cóncava hasta un primer punto (42) predeterminado proximalmente a lo largo de la zona (28) de equilibrio, y la segunda superficie plana es un segundo corte (40) que se extiende desde el extremo proximal de la superficie (32) convexa hasta un segundo punto (44) predeterminado proximalmente a lo largo de la zona (28) de equilibrio.

25 15. Un instrumento quirúrgico ultrasónico equilibrado de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el segundo punto (44) predeterminado es distal respecto al primer punto (42) predeterminado, para proporcionar la asimetría de equilibrio para generar el contra par.

30

35

40

45

50

55

60

65

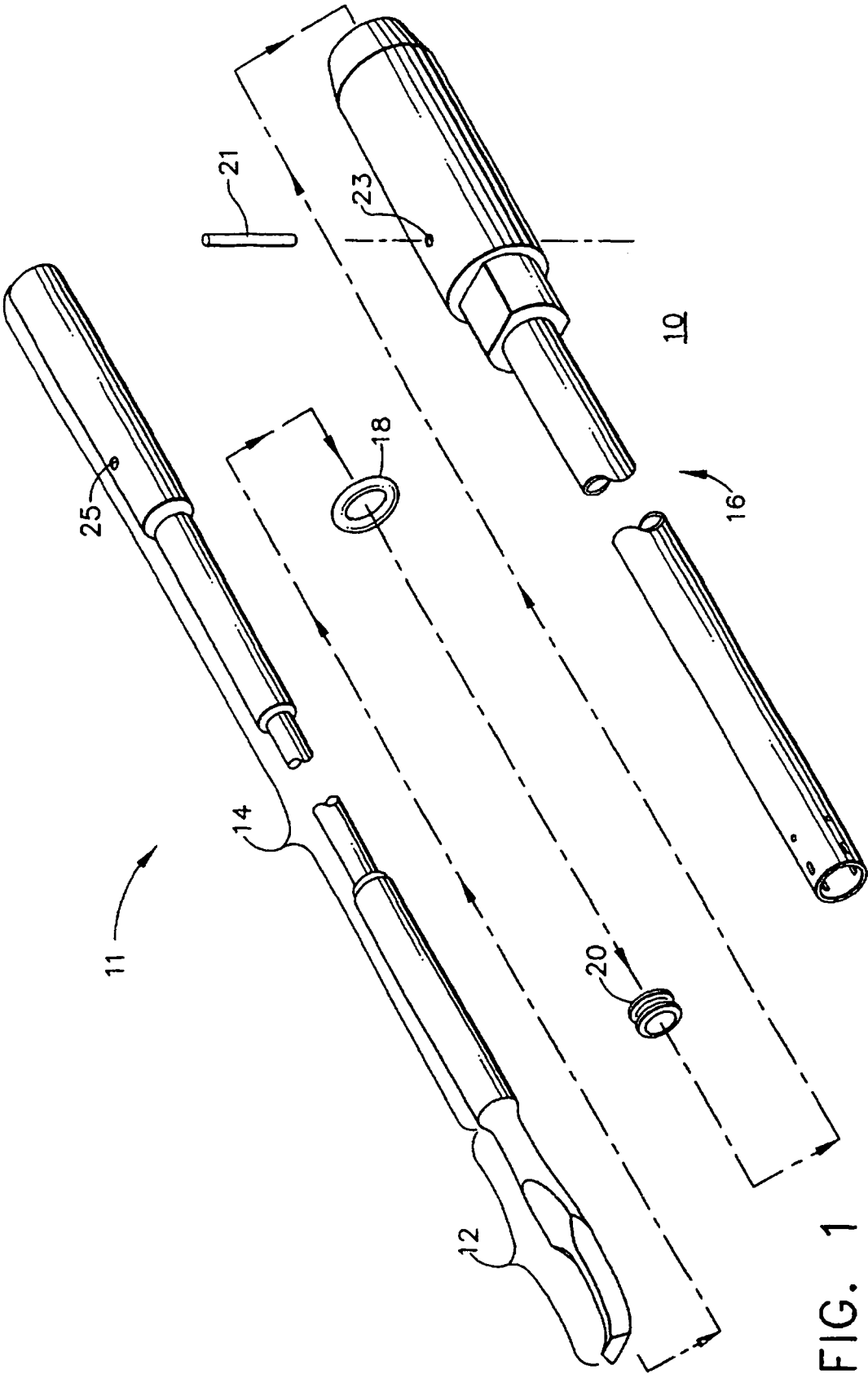


FIG. 1

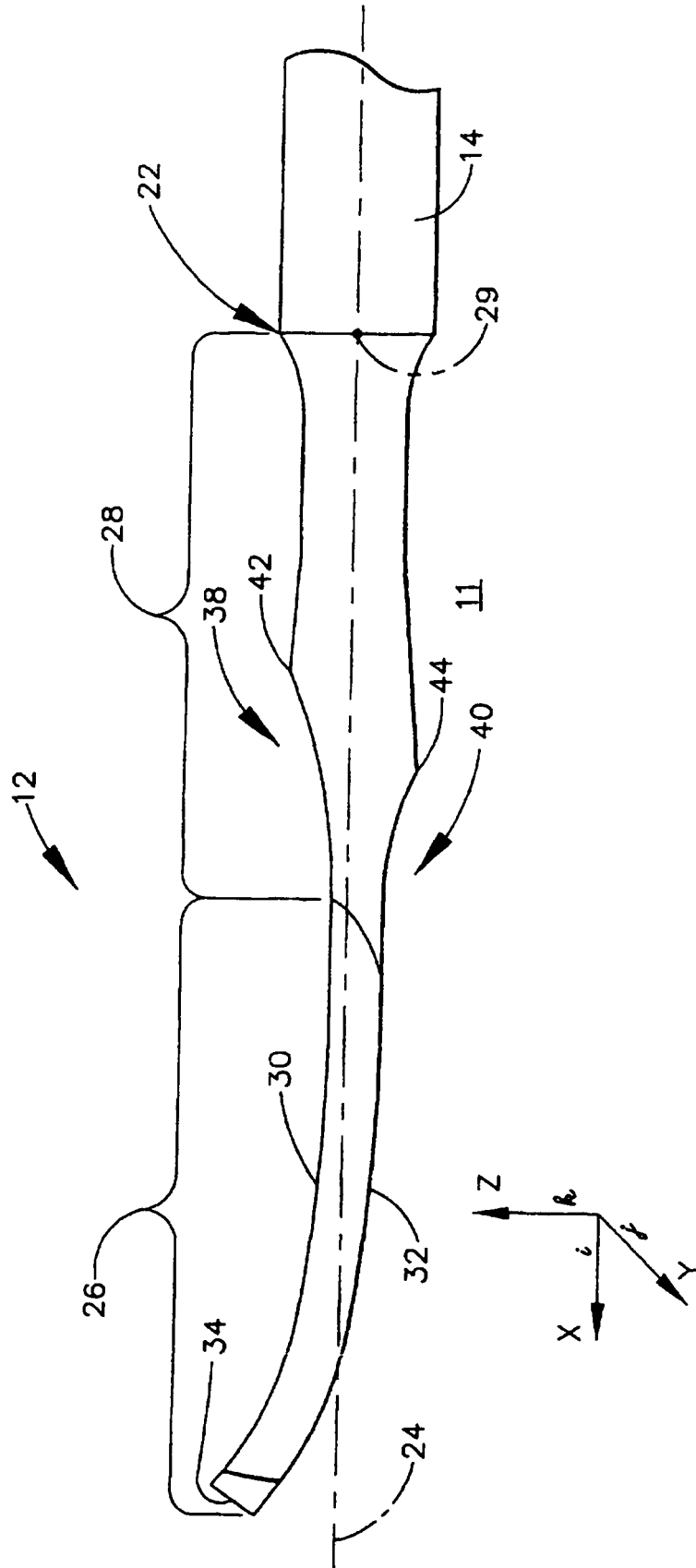


FIG. 2

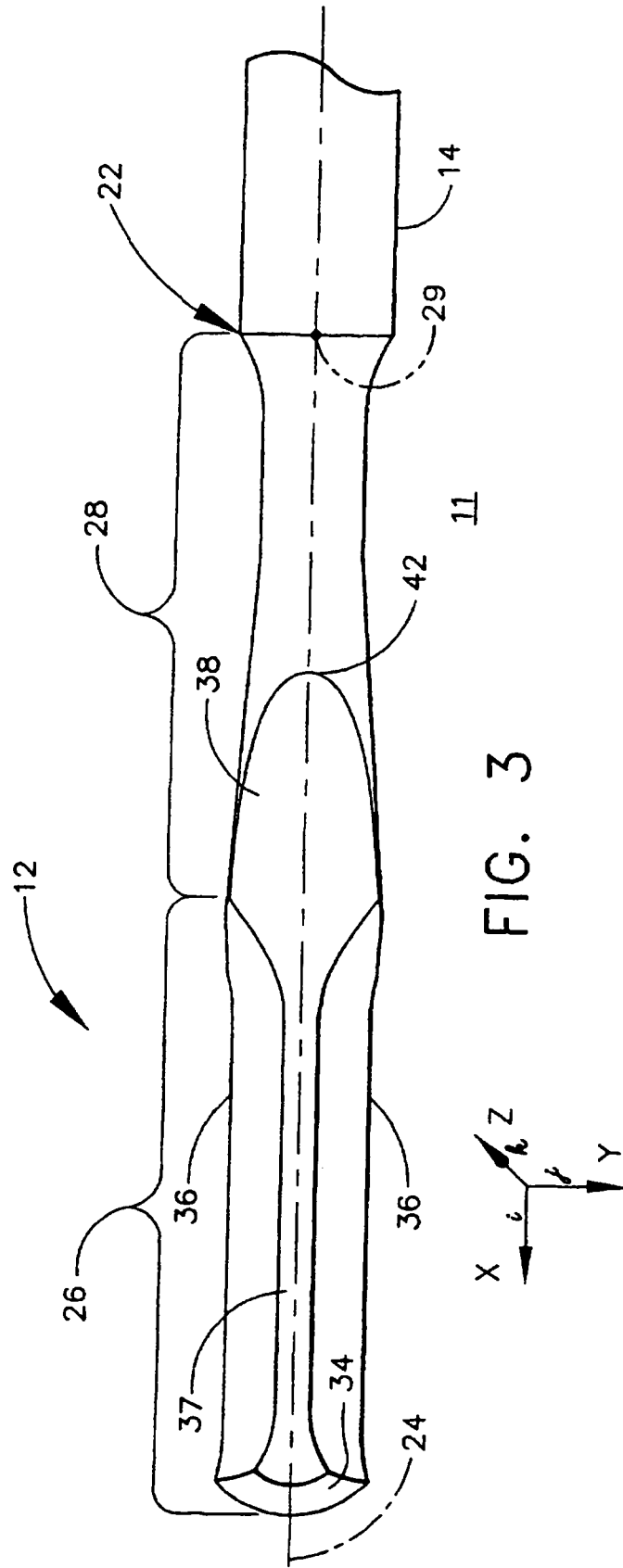


FIG. 3

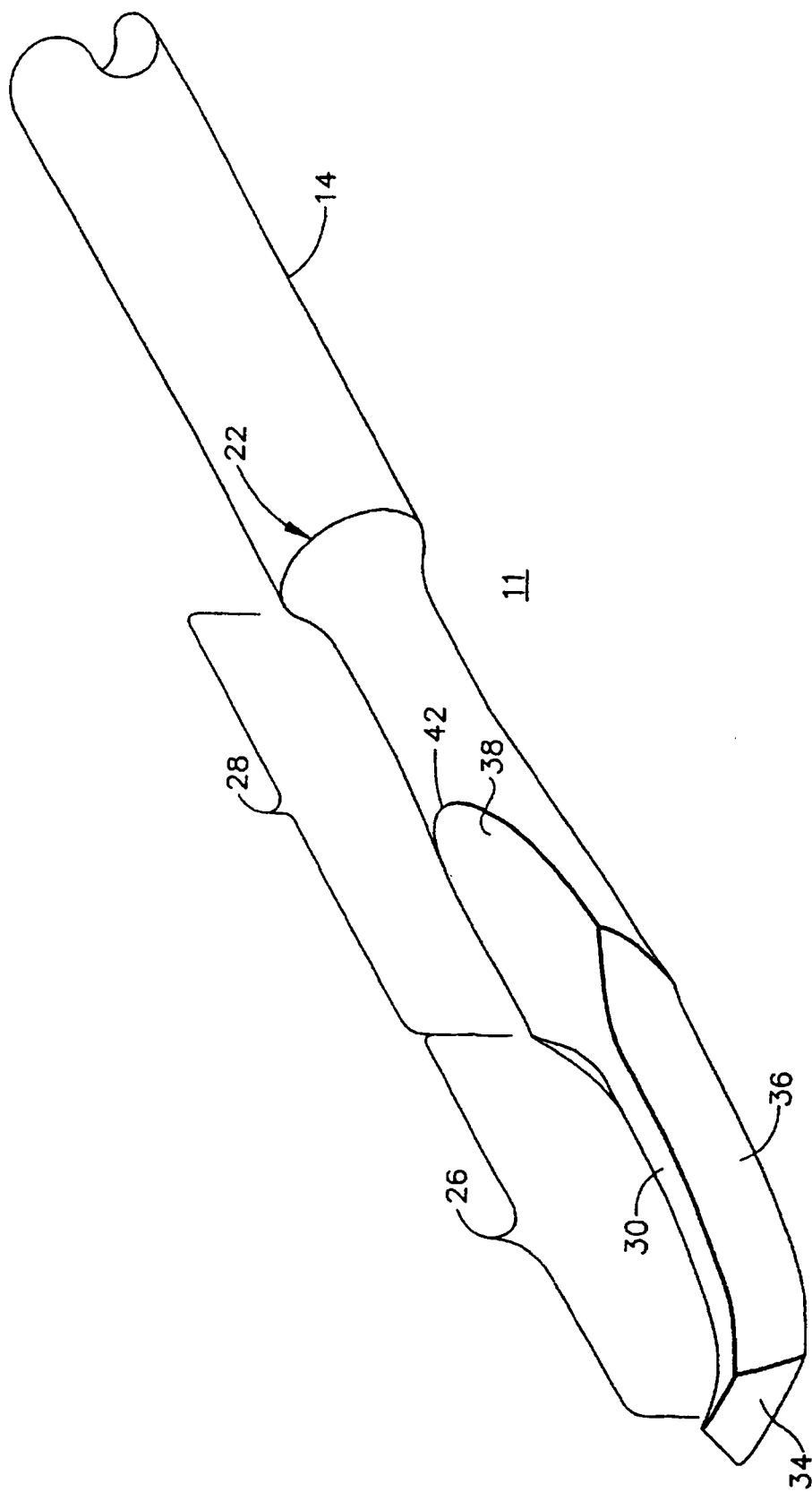


FIG. 4

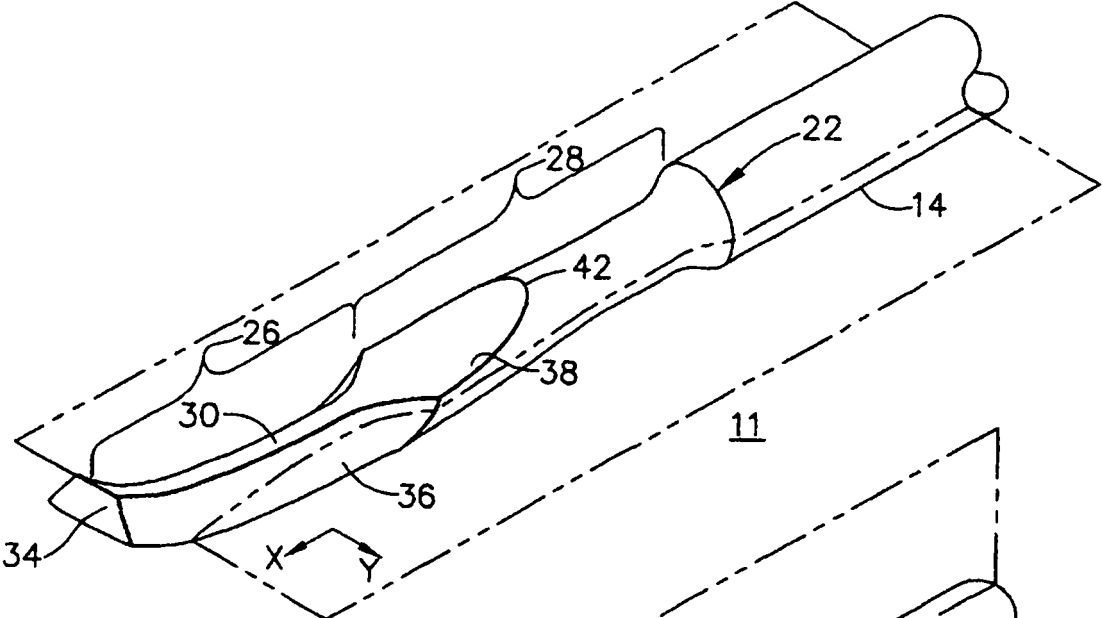


FIG. 5

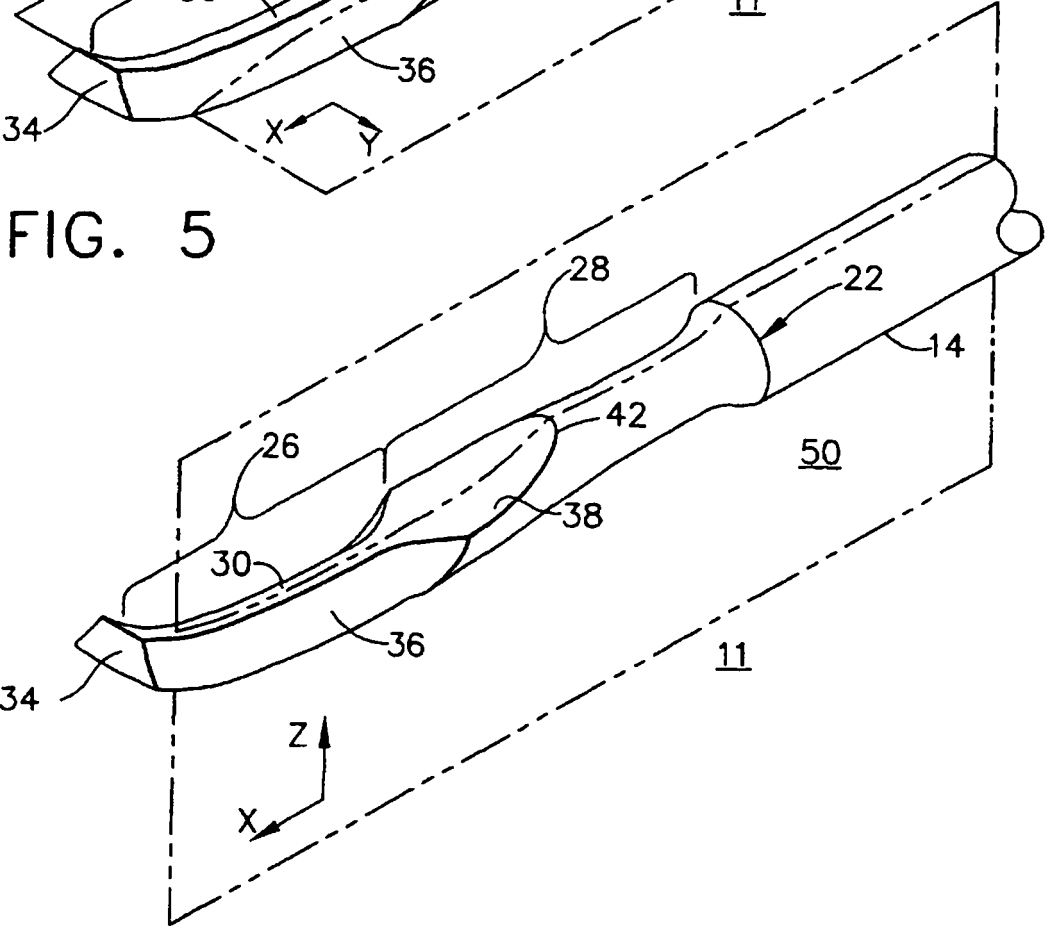


FIG. 6

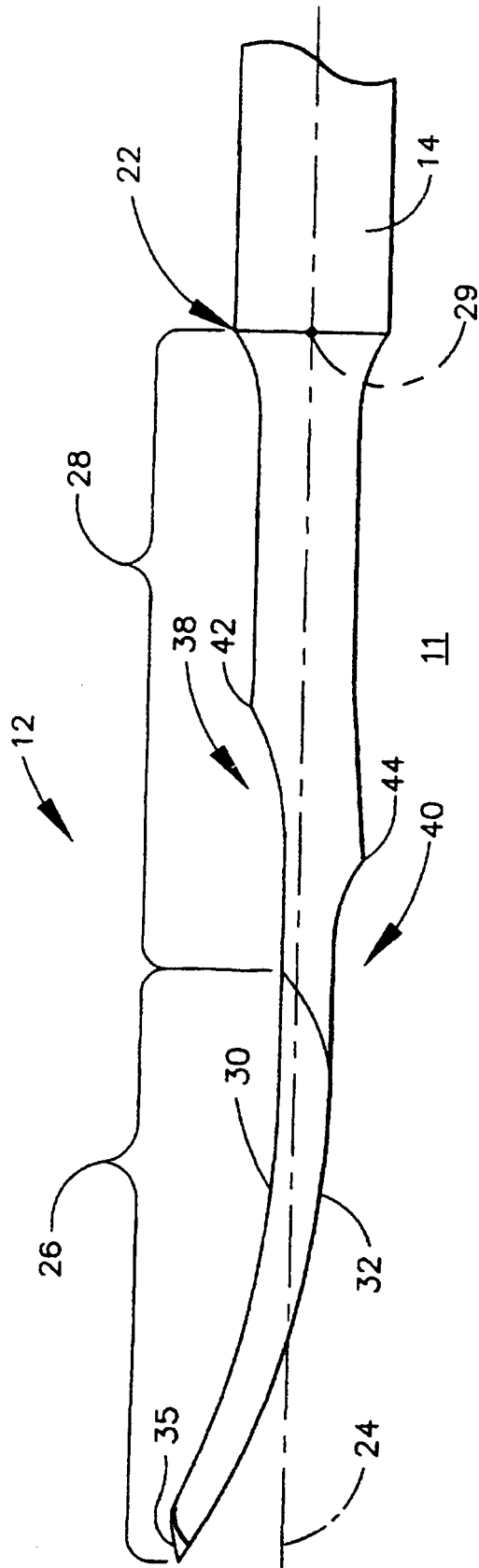


FIG. 7

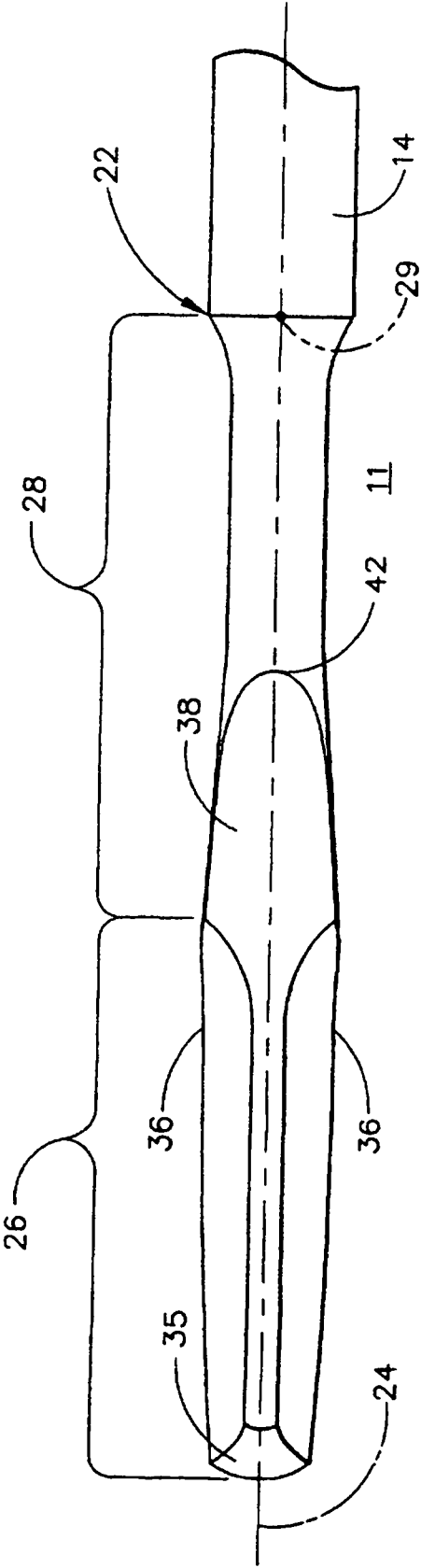


FIG. 8

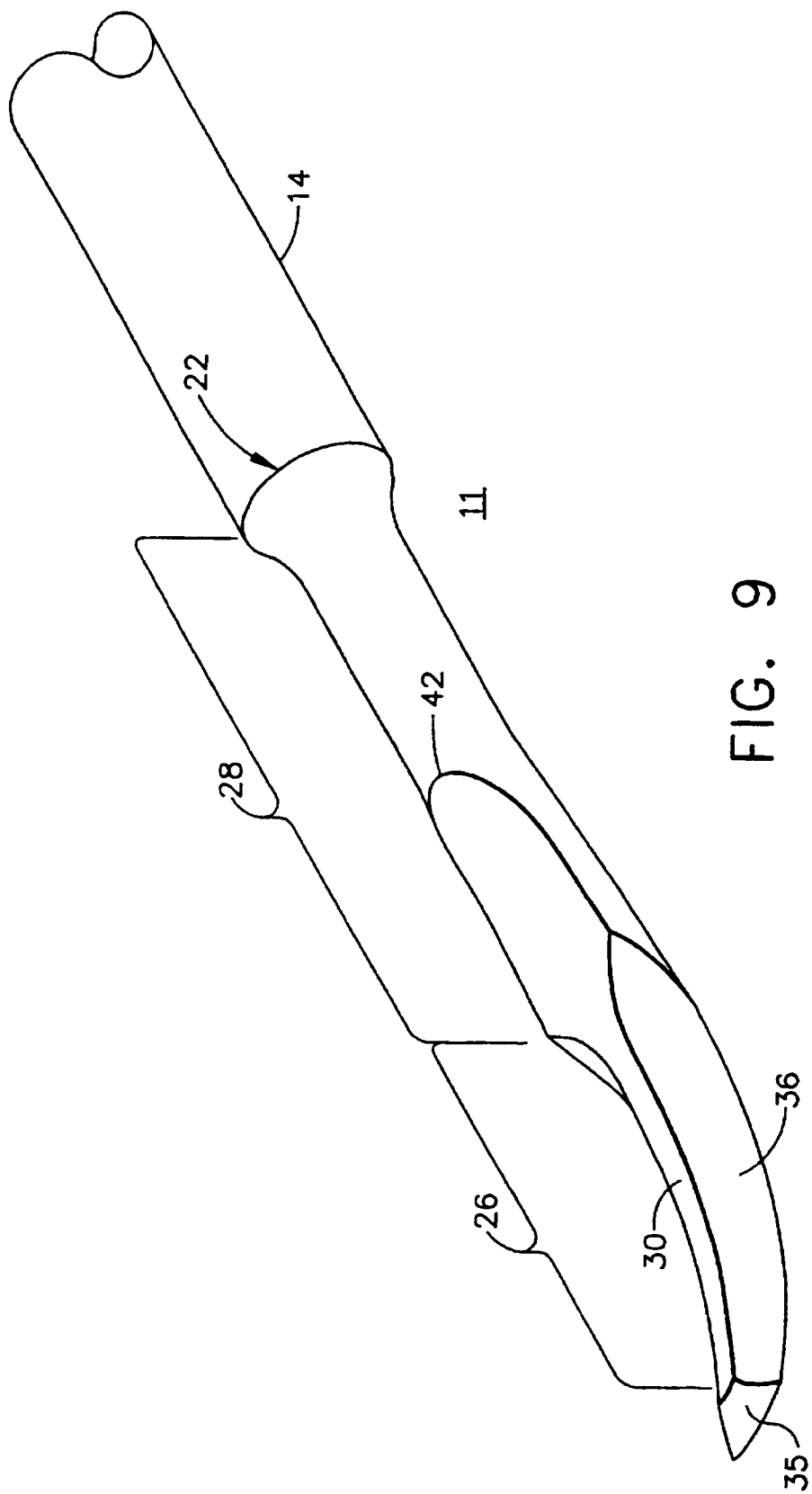


FIG. 9

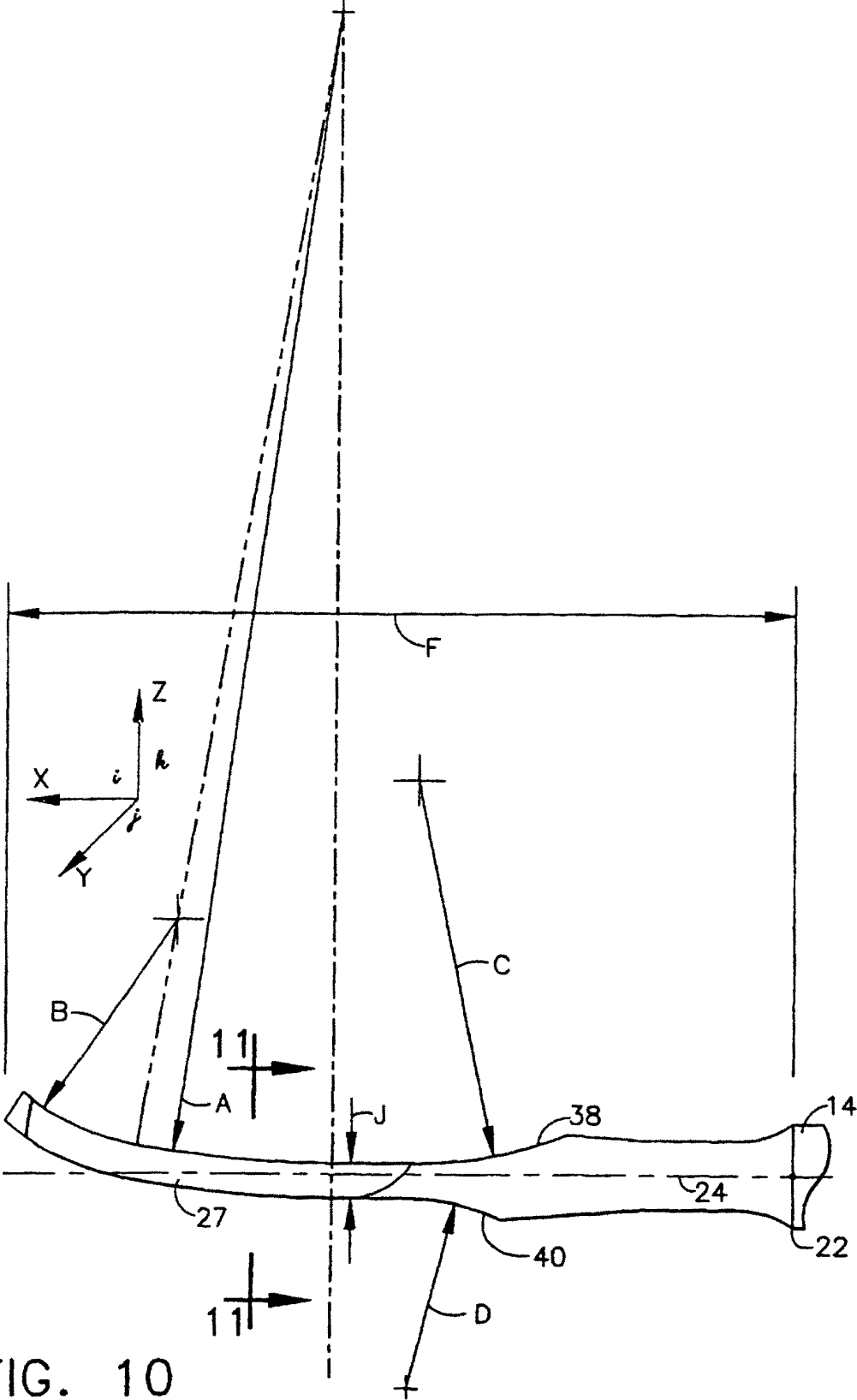


FIG. 10

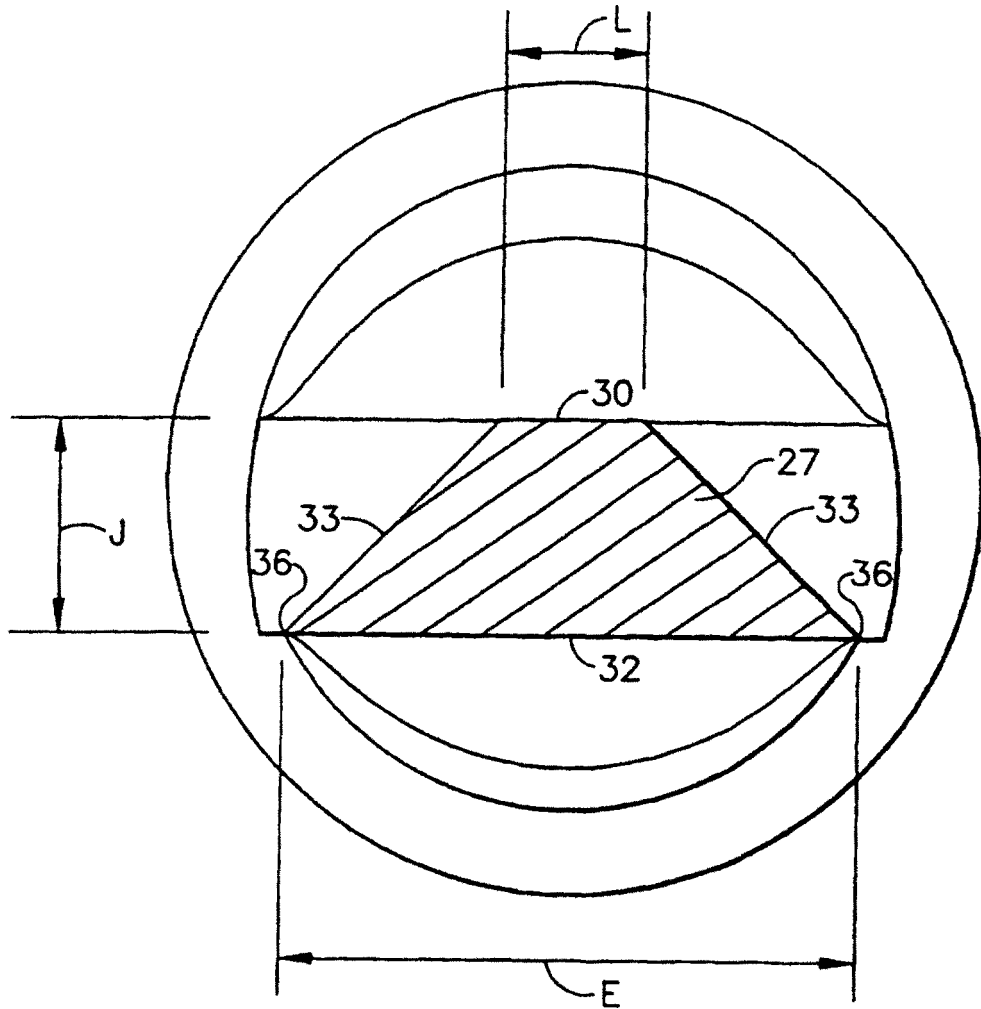


FIG. 11

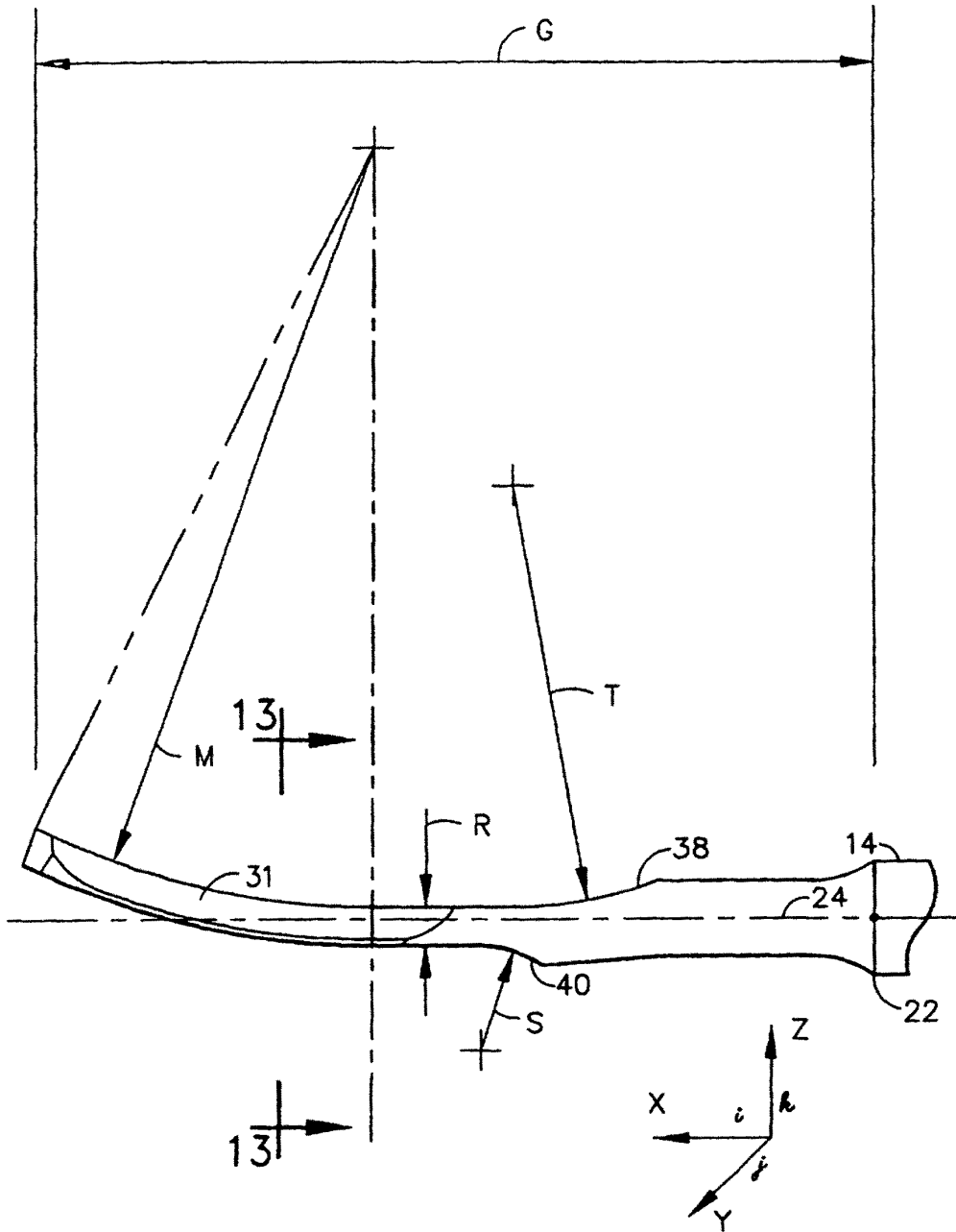


FIG. 12

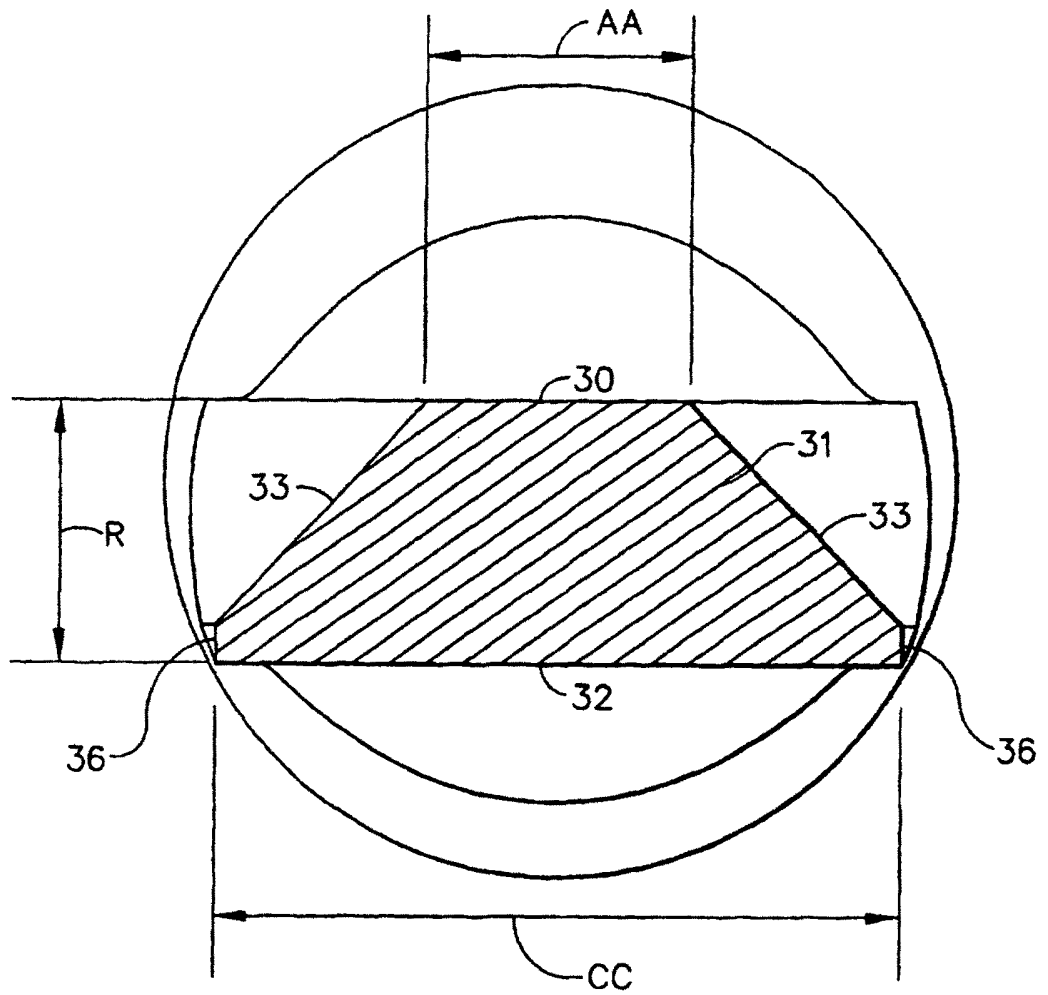


FIG. 13