



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 745**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04800788 .4**

96 Fecha de presentación : **04.11.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1684648**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.08.2006**

54 Título: **Instrumento y cuchilla quirúrgicos ultrasónicos con elemento de amplificación.**

30 Prioridad: **05.11.2003 US 701588**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.06.2011**

73 Titular/es: **Ethicon Endo-Surgery, Inc.**  
**4545 Creek Road**  
**Cincinnati, Ohio 45242, US**

72 Inventor/es: **Stulen, Foster, B.;**  
**Neuenfeldt, Steven, K. y**  
**Houser, Kevin, L.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 361 745 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

Instrumento y cuchilla quirúrgicos ultrasónicos con un elemento de amplificación

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere generalmente a unas cuchillas quirúrgicas ultrasónicas e instrumentos quirúrgicos ultrasónicos que incluyen cuchillas quirúrgicas ultrasónicas y más específicamente a aquellas que tienen un elemento de amplificación.

### Antecedentes de la invención

10 Se conocen los instrumentos quirúrgicos ultrasónicos con cuchillas quirúrgicas ultrasónicas incluidas. Una pieza de agarre de un instrumento quirúrgico ultrasónico conocido incluye un transductor ultrasónico alimentado con un generador ultrasónico a través de un cable. La varilla de transmisión ultrasónica del instrumento tiene un extremo proximal y un extremo distal en el que el extremo proximal está conectado operativamente al transductor ultrasónico. Una cuchilla quirúrgica ultrasónica se activa por un extremo distal de una varilla de transmisión ultrasónica. Las formas de las cuchillas conocidas incluyen cuchillas rectas y cuchillas curvadas e incluye cuchillas que son simétricas y cuchillas que son asimétricas sobre un eje longitudinal o sobre una línea céntrica curvada de la cuchilla.

15 Una cuchilla quirúrgica ultrasónica conocida es una cuchilla cilíndrica que tiene una punta distal, un nodo de vibración más distal (un nodo de vibración con un punto de desplazamiento substancialmente cero), y un segundo antinodo de vibración más distal (un antinodo de vibración siendo un punto de máximo desplazamiento relativo a todos los otros puntos en una onda media), en el que el antinodo de vibración más distal es la punta distal. La vibración ultrasónica longitudinal de la cuchilla genera movimiento y calor en el tejido de contacto, en el que el calor dispone primeramente los medios para que la cuchilla corte y/o coagule el tejido del paciente. La cuchilla tiene un elemento de amplificación ubicado a una distancia desde el nodo de vibración más distal que es menor al 5% de la distancia entre la punta distal y el segundo antinodo de vibración más distal porque ubicando el elemento de amplificación cerca del nodo de vibración más distal maximiza la amplificación de la amplitud de vibración. La cuchilla conocida consiste en un cilindro sólido geoméricamente circular derecho de diámetro más grande desde el segundo antinodo de vibración más distal al nodo de vibración más distal. La cuchilla conocida consiste en un cilindro sólido geoméricamente circular derecho de diámetro más pequeño desde el nodo de vibración más distal hasta la punta distal. El cambio en el diámetro proporciona una amplificación en la amplitud de vibración para la sección de diámetro más pequeño de la cuchilla igual al radio de las áreas de sección cruzada transversales de la sección de cuchilla de diámetro más grande hasta la sección de cuchilla de diámetro más pequeño cuando el elemento de amplificación está ubicado en el nodo.

20 La longitud activa de una cuchilla quirúrgica ultrasónica está definida por los solicitantes como la distancia desde la punta distal hasta donde la amplitud de la vibración (por ejemplo, la amplitud de vibración longitudinal) ha caído hasta el 50% de la amplitud de la punta. La cuchilla no se considera útil más allá de su longitud activa. La longitud activa es de cerca de 15mm para una varilla de titanio cilíndrica recta a una frecuencia de resonancia de unos 55,5 kHz.

25 Se conoce en la soldadura ultrasónica de plásticos disponer un varilla de soldadura ultrasónica que tiene un elemento de amplificación, como por ejemplo, una discontinuidad entre un diámetro de la varilla más pequeño y el más largo, que está ubicado entre el nodo de vibración más distal y el extremo distal del brazo de soldadura y que se distancia del nodo de vibración más distal de la varilla de soldadura por una distancia menor del 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración más distal y el extremo distal de la varilla de soldadura. También se sabe que la soldadura ultrasónica de plásticos para disponer una varilla ultrasónica de soldadura con un agujero o una ranura para disponer una amplificación en la amplitud de la vibración longitudinal. El documento de patente US-A-5 879 364 revela una cuchilla quirúrgica ultrasónica que tiene un elemento de amplificación dispuesto entre el antinodo más distal y el nodo más distal.

30 Lo que se necesita es una cuchilla quirúrgica ultrasónica mejorada, y un instrumento quirúrgico ultrasónico mejorado que incluya una cuchilla quirúrgica ultrasónica que tiene una longitud activa más corta o más larga.

### Resumen de la invención

35 Una primera expresión de una realización de una invención es para una cuchilla quirúrgica ultrasónica incluyendo un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica. El cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica tiene una punta distal que es un antinodo de vibración más distal, tiene un nodo de vibración más distal, tiene un segundo antinodo de vibración más distal, y tiene un elemento de amplificación. El elemento de amplificación se ubica entre el segundo antinodo de vibración más distal y el nodo de vibración más distal, y el elemento de amplificación está distanciado del nodo de vibración más distal por una distancia del elemento de amplificación mayor que el 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración más distal y la punta distal.

55 Una segunda expresión de una realización de la invención es para un instrumento quirúrgico ultrasónico incluyendo una pieza de agarre, una varilla de transmisión ultrasónica, y una cuchilla quirúrgica ultrasónica. La pieza de agarre

incluye un transductor ultrasónico. La varilla de transmisión ultrasónica tiene un extremo proximal y un extremo distal, en el que el extremo proximal está conectado operativamente al transductor ultrasónico. La cuchilla quirúrgica ultrasónica está activada por el extremo distal e incluye un cuerpo de cuchilla quirúrgico ultrasónico. El cuerpo de cuchilla quirúrgico ultrasónico tiene una punta distal que es un antinodo de vibración más distal, tiene un nodo de vibración más distal, tiene un segundo antinodo de vibración más distal, y tiene un elemento de amplificación. El elemento de amplificación se ubica entre el segundo antinodo de vibración más distal y el nodo de vibración más distal, y el elemento de amplificación se distancia del nodo de vibración más distal por una distancia de elemento de amplificación mayor que 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración más distal y la punta distal.

Una tercera expresión de una realización de la invención es para una cuchilla quirúrgica ultrasónica incluyendo un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica. El cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica tiene, en cualquiera de las longitudes de ondas medias de un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica, un antinodo de vibración primero, un nodo de vibración, un segundo antinodo de vibración, y un elemento de amplificación. El elemento de amplificación está ubicado entre el segundo antinodo de vibración y el nodo de vibración. El elemento de amplificación se distancia del nodo de vibración por una distancia de elemento de amplificación mayor que el 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración y el antinodo de vibración primero.

Se obtienen numerosos beneficios y ventajas de una o más expresiones de la realización de la invención. Los solicitantes encontraron que ubicando un elemento de amplificación que tiene una amplificación mayor que la unidad (por ejemplo, un elemento de amplificación) más allá de lo enseñado convencionalmente del nodo de vibración distal hacia la punta distal incrementado más la longitud activa de la cuchilla quirúrgica ultrasónica incluso aunque la amplificación de amplitud de vibración fuera menor que cuando se ubica convencionalmente el elemento de amplificación más cerca del nodo de vibración más distal. Los solicitantes determinaron que la ubicación del elemento de amplificación más allá de lo enseñado convencionalmente desde el nodo de vibración más distal hacia el segundo antinodo de vibración más distal debería acortarse en longitud de onda media de la cuchilla quirúrgica ultrasónica. Los solicitantes también determinaron que dichos cambios en las longitudes de onda media y activas de la cuchilla quirúrgica ultrasónica podrían también resultar de los elementos de amplificación que tiene amplificaciones menores que la unidad (por ejemplo, el elemento de desamplificación) pero con un elemento de desamplificación causando un descenso de la longitud activa en el que un elemento de amplificación ubicado de manera idéntica podría causar un incremento en la longitud activa y con un elemento de desamplificación causando un incremento en la longitud activa en el que un elemento de amplificación ubicado de manera idéntica podría causar un descenso de la longitud activa. Siendo capaz de alargar o acortar la longitud activa de una cuchilla quirúrgica ultrasónica ofrece ventajas para aplicaciones quirúrgicas particulares como se puede apreciar por los expertos en la técnica.

La presente invención tiene aplicación, sin limitaciones, en la cirugía asistida por robótica.

#### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista esquemática de un primer ejemplo de un instrumento quirúrgico ultrasónico incluyendo un ejemplo primero de una cuchilla quirúrgica ultrasónica;

La figura 2 es una vista en sección cruzada longitudinal de una longitud de onda media más distal, incluyendo la punta distal, de una cuchilla quirúrgica ultrasónica de la figura 1;

La figura 3 es una vista en sección cruzada longitudinal de una longitud de onda media más distal, incluyendo una punta distal, de un ejemplo segundo de una cuchilla quirúrgica de la figura 1; y

La figura 4 es una vista en sección cruzada longitudinal de una longitud de onda media más distal, incluyendo una punta distal, de un tercer ejemplo de una cuchilla quirúrgica de la figura 1.

#### **Descripción detallada de la invención**

Antes de explicar la presente invención en detalle, se debe subrayar que la invención no está limitada en su aplicación o uso en los detalles de construcción y disposición de las partes ilustradas en la descripción y dibujos que acompañan. La realización ilustrativa de la invención puede ser implementada o incorporada en otras realizaciones, variaciones y modificaciones, y puede ser llevada a la práctica de varias formas. Además, a menos que se indique de otra manera, las condiciones y expresiones aplicadas de la misma se han elegido con el objetivo de describir la realización ilustrativa de la presente invención para la conveniencia del lector y no para limitar la invención.

Se entiende que una o más de las expresiones descritas a continuación de una realización, ejemplos etc. se pueden combinar en una o más expresiones distintas de las descritas de una realización, ejemplos etc. Por ejemplo, y sin limitaciones, una característica de amplificación de un diámetro reducido se puede combinar con una característica de amplificación de un agujero.

En referencia ahora a los dibujos, las figuras 1 y 2 ilustran un primer ejemplo que no pertenece a la invención. Una primera expresión de la primera realización de las figuras 1 y 2 es para una cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 incluyendo un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 que tiene una punta distal 14 que es un antinodo de

vibración más distal (un antinodo de vibración siendo un punto máximo de desplazamiento relativo a todos los otros puntos en una onda media), que tiene un nodo de vibración más distal 16 (un antinodo de vibración que tiene un punto de desplazamiento substancialmente cero), que tiene un segundo antinodo de vibración más distal 18, y que tiene un elemento de amplificación 20. El elemento de amplificación 20 se dispone entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14 y se distancia del nodo de vibración más distal 16 por una distancia del elemento de amplificación 22 mayor que el 5% de la distancia 24 entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14.

En una implementación de la primera expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2, la distancia del elemento de amplificación 22 está entre un 25% substancialmente y un 45% substancialmente de la distancia 24 entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14. Para los expertos en la técnica, empleando las enseñanzas de la invención para la ubicación del elemento de amplificación 20, pueden crear modelos de cuchilla analíticas y evaluarlas usando un programa de ordenador para optimizar el diseño de las relaciones entre la longitud activa reducida o incrementada de la cuchilla quirúrgica ultrasónica y la amplitud reducida o incrementada de las vibraciones ultrasónicas longitudinales para la ubicación del elemento de amplificación 20 substancialmente fuera del nodo de vibración más distal 16 en la dirección de una punta distal 14 o en la dirección de un segundo antinodo de vibración más distal 18.

En un ejemplo de la primera expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2, entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14, la amplitud de vibración máxima del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 proximal al elemento de amplificación 20 es menor que la amplitud de vibración máxima del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 distal al elemento de amplificación 20. En este ejemplo la amplificación del elemento de amplificación 20 es mayor que la unidad y resulta de la reducción en masa del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 entre el elemento de amplificación 20 y la punta distal 14 comparado con la masa del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 entre el elemento de amplificación 20 y el segundo antinodo de vibración más distal 18.

En una realización diferente, que no se muestra, entre el segundo antinodo de vibración más distal y la punta distal, la amplitud de vibración máxima del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica proximal al elemento de amplificación es mayor que la amplitud de vibración máxima del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica distal al elemento de amplificación. En esta realización, la amplificación del elemento de amplificación es menor que la unidad y resulta de un incremento en la masa del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica entre el elemento de amplificación y la punta distal comparado con la masa del cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica entre el elemento de amplificación y el segundo antinodo de vibración más distal. En esta realización se puede visualizar fácilmente, en un ejemplo, mediante la conexión de ubicaciones en una punta distal 14 y un segundo antinodo de vibración más distal 18 en la figura 2.

En una realización de la primera expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2, el elemento de amplificación 20 se dispone entre el nodo de vibración más distal 16 y la punta distal 14 resultando en una longitud activa incrementada de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 10. En una realización de la invención, que no se muestra, el elemento de amplificación está dispuesto entre el nodo de vibración más distal y el segundo antinodo de vibración más distal resultando un descenso de la actitud de onda media de la cuchilla quirúrgica ultrasónica. Esta realización se puede visualizar fácilmente moviendo el elemento de amplificación 20 entre el nodo de vibración más distal 16 y el segundo antinodo de vibración más distal 18 en la figura 2.

En una ilustración de la primera expresión del primer ejemplo en las figuras 1 y 2, el cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 tiene un eje longitudinal 26 y consiste esencialmente en un sólido geoméricamente primero 28 que tiene un área de sección cruzada transversal primero constante del elemento de amplificación 20 a la punta distal 14 y un segundo sólido geoméricamente 30 que tiene una área de sección cruzada transversal segundo constante desde el elemento de amplificación 20 al segundo antinodo de vibración más distal 18. En el área de sección cruzada transversal segundo es diferente que el área de sección cruzada transversal primero. En una variación, la forma y el tamaño del perímetro externo primero del área de sección cruzada transversal primero es substancialmente igual que la forma y el tamaño del perímetro externo segundo del área de sección cruzada transversal segundo. En una modificación, al menos un área de sección cruzada transversal primera y segunda rodea a un hueco 32. En una construcción, el hueco 32 incluye un agujero longitudinal primero 34 que se dispone en un sólido geoméricamente primero 28 y que se extiende proximalmente desde la punta distal 14. Los solicitantes encontraron que ubicando el elemento de amplificación 20 en un punto donde la amplificación igualara el encastre cuadrado del radio de las áreas de sección cruzada transversal del sólido geoméricamente segundo 30 al sólido geoméricamente primero 28 se optimizaba el incremento en una longitud activa de la cuchilla. En una aplicación, el hueco 32 incluye un agujero longitudinal segundo 36 que está dispuesto en un sólido geoméricamente segundo 30 y que está en comunicación fluida con el agujero longitudinal primero 34, y en unos agujeros longitudinales primero y segundo 34 y 36 que se adaptan por irrigación y/o succión. En otra implementación, la cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 también incluye la membrana 38 que tiene una composición substancialmente igual que la composición de un cuerpo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 12, que cubre el primer agujero longitudinal 34 y que se puede quitar o se puede juntar permanentemente al sólido geoméricamente primero 28 en la punta distal 14. Se subraya que la membrana 38 podría quitarse desde el sólido geoméricamente primero 28 en la figura 2, cuando se desee la irrigación y/o succión. De forma alternativa, la membrana 38 se puede fabricar de una estructura permeable, como por ejemplo una malla

metálica o pantalla, o malla sinterizada fabricada de titanio u otro material apropiado para facilitar la irrigación y/o succión.

En una realización diferente, que no se muestra, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica tiene un eje longitudinal y consiste esencialmente en un sólido geoméricamente primero y un sólido geoméricamente segundo. El sólido geoméricamente primero tiene una primera masa, que se extiende desde el elemento de amplificación hasta la punta distal, y tiene un área de sección cruzada transversal primera no constante. El sólido geoméricamente segundo tiene una segunda masa, que se extiende desde el elemento de amplificación al antinodo de duración más distal secundario y un área de sección cruzada transversal segundo no constante. La masa segunda es diferente que la primera masa. La realización se puede visualizar fácilmente, en un ejemplo, considerando el agujero longitudinal segundo 36 que tiene un diámetro que se reduce desde el segundo antinodo de vibración más distal 18 hasta el elemento de amplificación 20 y el agujero longitudinal primero 34 que tiene un diámetro que aumenta desde el elemento de amplificación 20 a la punta distal 14 en la figura 2. Las variaciones, modificaciones, etc. del párrafo precedente son igualmente aplicables en esta realización.

En otra realización, que no se muestra, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica tiene un eje longitudinal y consiste esencialmente en un sólido geoméricamente primero que tiene una primera masa y que tiene una longitud axial primera extendiéndose desde el elemento de amplificación hasta la punta distal y un sólido geoméricamente segundo que tiene la segunda masa y que tiene una longitud axial segunda extendiéndose desde el elemento de amplificación hasta el segundo antinodo de vibración más distal. La masa segunda es diferente que la primera masa. Un primer y segundo sólido geoméricamente tiene un área de sección cruzada transversal constante substancialmente a lo largo de su longitud axial correspondiente, y una diferente de los sólidos geoméricamente primeros segundo tiene un área de sección cruzada transversal constante a lo largo de su longitud axial correspondiente. La realización se puede visualizar fácilmente, en un ejemplo, considerando el agujero de longitud primero 34 que tiene un diámetro que aumenta desde el elemento de amplificación 20 hasta la punta distal 14 en la figura 2. Las variaciones, modificaciones, etc. del párrafo precedente segundo son igual de aplicables en esta realización.

En un diseño de la primera expresión del primer ejemplo las figuras 1 y 2, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 tiene un eje longitudinal 26 y es sustancialmente simétrico sobre el eje longitudinal 26. En otro diseño, que no se muestra, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica tiene un eje longitudinal, tiene una longitud activa, y es sustancialmente asimétrico sobre el eje longitudinal a lo largo de al menos una porción de la longitud activa. En una variación, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica está curvado. Esta variación se puede visualizar fácilmente, en un ejemplo, curvando la parte distal del cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 hacia arriba desde el eje longitudinal 26 en la figura 2.

En un desarrollo de la primera expresión del primer ejemplo las figuras 1 y 2, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 tiene al menos una característica de amplificación 40 seleccionada de un grupo que consiste en; un cambio discreto en el diámetro o perímetro exterior, un adaptador, un agujero longitudinal, un cambio discreto en el diámetro del agujero longitudinal, un agujero transversal, una superficie plana, y una ranura de superficie. Se subraya que, en este desarrollo, el elemento de amplificación 20 es la ubicación de la parte de la característica amplificación 40 que está más cerca del nodo de vibración más distal 16. También se subraya que el término "agujero" incluye un agujero de tránsito y un agujero no de tránsito. Otras características amplificación se dejan al artesano.

La figura 3 ilustra un segundo ejemplo de la cuchilla quirúrgica ultrasónica 110 de la invención. En este ejemplo, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 112 tiene un elemento de amplificación adicional 142 que se distancia del elemento de amplificación 120, que se dispone entre el segundo antinodo de vibración más distal 118 y la punta distal 114 y que se distancia del nodo de vibración más distal 116 por una distancia de elemento de amplificación 122 mayor que el 5% de la distancia 124 entre el segundo antinodo de vibración más distal 118 y la punta distal 114. El cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 112 tiene un eje longitudinal 126 y un agujero longitudinal 134, en el que el agujero longitudinal tiene un hombro 144 definiendo el elemento de amplificación adicional 142.

Un tercer ejemplo de una cuchilla quirúrgica ultrasónica 210 se muestra en la figura 4, en el que el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 212 consiste esencialmente en un cilindro sólido geoméricamente primero circular derecho 288 del elemento de amplificación 220 hasta la punta distal 214. En este ejemplo, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 212 consiste esencialmente en un cilindro sólido geoméricamente segundo circular derecho 230 desde el elemento de amplificación 220 del segundo antinodo de vibración más distal 218. El diámetro del cilindro sólido geoméricamente primero 288 es menor que el diámetro del cilindro sólido geoméricamente segundo 230. Se subraya en este ejemplo, la característica de amplificación 240 es un diámetro reducido de la punta distal 214 al elemento de amplificación 220 que reduce la masa y que crea un cilindro sólido geoméricamente primero 288. El elemento de amplificación 220 está dispuesto entre el segundo antinodo de vibración más distal 218 y la punta distal 214 y se distancia del nodo de vibración más distal 216 mediante una distancia del elemento de amplificación 222 mayor que el 5% de la distancia 224 entre el segundo antinodo de vibración más distal 218 y la punta distal 214.

En una construcción de la primera expresión del primer ejemplo en las figuras 1 y 2, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 consiste esencialmente en titanio. En otras construcciones, los cuerpos de cuchilla consisten

esencialmente en aluminio, cerámica, zafiro, o cualquier otro material que transmita ultrasonidos de una manera eficiente. El análisis matemático de varios diseños de cuchillas de titanio usando los principios descritos que llaman a la ubicación el elemento de amplificación 20 sustancialmente fuera del nodo de vibración más distal 16 en la dirección de la punta distal 14 conseguido aumenta en la longitud activa de una cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 hasta el 40%. Los solicitantes han visto aumentos de hasta 60% en teoría. Como se mencionaba anteriormente, la longitud activa de una cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 se define como la distancia entre la punta distal 14 en donde la amplitud de la vibración (por ejemplo, la amplitud de vibración longitudinal) ha caído hasta 50% de la amplitud de la punta. La cuchilla no se considera útil más allá de su longitud activa. La longitud activa es de unos 15mm para una varilla de titanio cilíndrico derecho en una frecuencia de resonancia de unos 55,5 kHz sin aplicar los principios de la invención. Un aumento en la longitud activa de hasta unos 5mm se puede esperar utilizando los principios descritos cuando el elemento de amplificación 20 se dispone entre el nodo de vibración más distal 16 y la punta distal 14.

En una disposición, la cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 se utiliza sola como un efecto final de un instrumento quirúrgico ultrasónico. En otra realización, la cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 se usa con un brazo de pinza (que no se muestra) para crear un efecto de extremo movimiento lateral de un instrumento quirúrgico ultrasónico para cortar y/o coagular el tejido del paciente.

Una segunda expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2 para un instrumento quirúrgico ultrasónico 46 incluye una pieza de agarre 48, una varilla de transmisión ultrasónica 50, y una cuchilla quirúrgica ultrasónica 10. La pieza de agarre 48 incluye un transductor ultrasónico 52. La varilla de transmisión ultrasónica 50 tiene un extremo proximal y un extremo distal en el que el extremo proximal se conecta de manera operativa al transductor ultrasónico 52. La cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 está activada por un extremo distal e incluye un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12. El cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica 12 tiene una punta distal 14 que es un antinodo de vibración más distal, tiene un nodo de vibración más distal 16, tiene un segundo antinodo de vibración más distal 18, y tiene un elemento de amplificación 20. El elemento de amplificación 20 está dispuesto entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14 y se distancia del nodo de vibración más distal 16 por una distancia de elemento de amplificación 22 mayor que el 5% de la distancia 24 entre el segundo antinodo de vibración más distal 18 y la punta distal 14.

En una realización de la segunda expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2, también se incluye un generador ultrasónico 54, que se activa por un pedal 56, y un cable 58 conectando operativamente al generador ultrasónico 54 y el transductor ultrasónico 52 a la pieza de agarre 48. En una construcción, la cuchilla quirúrgica ultrasónica 10 es una parte monolítica de la varilla de transmisión ultrasónica 50. En otra construcción, la cuchilla quirúrgica ultrasónica es una pieza separada y se adjunta a la varilla de transmisión ultrasónica. Se subraya que las realizaciones, implementaciones, ejemplos, ilustraciones, descritos anteriormente para la cuchilla quirúrgica ultrasónica son igualmente aplicables al instrumento quirúrgico ultrasónico.

En una tercera expresión del primer ejemplo de las figuras 1 y 2 es para una cuchilla quirúrgica ultrasónica incluyendo un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica que tiene una longitud de onda media cualquiera del cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica, un antinodo de vibración primero, un nodo de vibración, un segundo antinodo de vibración, y un elemento de amplificación, en el que el elemento de amplificación se dispone entre el segundo antinodo de vibración y el antinodo de vibración primero, en el que el elemento de amplificación se distancia del nodo de vibración por una distancia del elemento de amplificación mayor al 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración y el antinodo de vibración primero. Se subraya que la tercera expresión no tiene límite de ubicación de onda media hasta la longitud de onda media última del cuerpo de cuchilla como en la expresión segunda presentada anteriormente, y que aparte de la ubicación de la expresión segunda de onda media, las realizaciones, implementaciones, ejemplos, ilustraciones, etc. descritas anteriormente para la segunda expresión son igualmente aplicables a la tercera expresión.

Se obtienen numerosos beneficios y ventajas de una o más expresiones de la realización de la invención. Los solicitantes encontraron que ubicando un elemento de amplificación que tiene una amplificación mayor que la unidad (por ejemplo, un elemento de amplificación) más que el enseñado convencionalmente del nodo de vibración distal hacia la punta distal más incrementado la longitud activa de la cuchilla quirúrgica ultrasónica incluso aunque la amplificación de amplitud de vibración fuera menor que cuando se ubica convencionalmente el elemento de amplificación más cerca del nodo de vibración más distal. Los solicitantes determinaron que la ubicación del elemento de amplificación más allá de lo convencionalmente enseñado desde el nodo de vibración más distal hacia el segundo antinodo de vibración más distal debería acortarse en longitud de onda media de la cuchilla quirúrgica ultrasónica. Los solicitantes también determinaron que dichos cambios en las longitudes de onda media y activas de la cuchilla quirúrgica ultrasónica podrían también resultar de los elementos de amplificación que tiene amplificaciones menores que la unidad (por ejemplo, el elemento de desamplificación) pero con un elemento de desamplificación causando un descenso de la longitud activa en el que un elemento de amplificación ubicado de manera idéntica podría causar un incremento en la longitud activa y con un elemento de desamplificación causando un incremento en la longitud activa en el que un elemento de amplificación ubicada de manera idéntica podría causar un descenso de la longitud activa. Siendo capaz de alargar o acortar la longitud activa de una cuchilla quirúrgica ultrasónica ofrece ventajas para aplicaciones quirúrgicas particulares como se puede apreciar en estos expertos en la técnica.

La descripción anterior de las varias expresiones y realizaciones de la invención se han presentado por motivos de ilustración. No se pretende que sea exhaustiva o que se limite la invención a formas precisas reveladas, y obviamente son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de lo enseñado anteriormente. Por ejemplo, podría resultar aparente para los expertos en la técnica, que las revelaciones del mismo, la cuchilla quirúrgica ultrasónica y el instrumento quirúrgico ultrasónico tienen igual aplicación en la cirugía asistida de manera robótica que tiene en cuenta las modificaciones obvias de dichos sistemas, componentes y métodos que sean compatibles con el sistema de robótica.

5

10

15

20

25

30

35

## REIVINDICACIONES

1. Una cuchilla quirúrgica ultrasónica que comprende un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica que tiene una punta distal que es un antinodo de vibración más distal, que tiene un nodo de vibración más distal secundario, y que tiene un elemento de amplificación, en la que el elemento de amplificación se dispone entre el segundo antinodo de vibración más distal y el nodo de vibración más distal, y en la que el elemento de amplificación se distancia del nodo de vibración más distal por una distancia del elemento de amplificación mayor al 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración más distal y la punta distal.
2. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 1, en la que la distancia del elemento de amplificación está entre 25% substancialmente y 45% substancialmente de la distancia entre el antinodo de vibración más distal y la punta distal.
3. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 1, en la que, entre el antinodo de vibración más distal secundario y la punta distal, la amplitud de vibración máxima del cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica proximal al elemento de amplificación es menor que la amplitud de vibración máxima del cuerpo de cuchilla ultrasónica distal al elemento de amplificación.
4. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 1, en la que, entre el antinodo de vibración más distal secundario y la punta distal, la amplitud de vibración máxima del cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica proximal al elemento de amplificación es mayor que la amplitud de vibración máxima del cuerpo de cuchilla ultrasónica distal al elemento de amplificación.
5. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 1, en la que, el elemento de amplificación se dispone entre el nodo de vibración más distal y la punta distal.
6. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 1, en la que, el cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica distal tiene un eje longitudinal y consiste esencialmente en un sólido geoméricamente primero que tiene un área de sección cruzada transversal primero constante del elemento de amplificación a la punta distal y un sólido geoméricamente segundo que tiene un área de sección cruzada transversal segundo del elemento de amplificación al segundo antinodo de vibración más distal, en el que el área de sección cruzada transversal segundo es diferente del área de sección cruzada transversal primero.
7. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 6, en la que la forma y la medida del perímetro externo primero del área de sección cruzada transversal primero es substancialmente igual que la forma y el tamaño del perímetro externo segundo del área de sección cruzada transversal segundo.
8. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 7, en la que al menos una de las áreas de sección cruzada transversal primera y segunda rodea a un hueco.
9. La cuchilla quirúrgica ultrasónica de la reivindicación 8, en la que el hueco incluye un agujero longitudinal primero que se dispone en el sólido geoméricamente primero y que se extiende de manera proximal a la punta distal.
10. Un instrumento quirúrgico ultrasónico que comprende:
- a) Una pieza de agarre que incluye un transductor ultrasónico;
- b) Una varilla de transmisión ultrasónica que tiene un extremo proximal y un extremo distal, en el que el extremo proximal está operativamente conectado por el extremo distal de la varilla de transmisión ultrasónica.
- c) La cuchilla quirúrgica ultrasónica de cualquier reivindicación precedente, activada por el extremo distal de la varilla de transmisión ultrasónica.
11. Una cuchilla quirúrgica ultrasónica que comprende un cuerpo de cuchilla quirúrgica ultrasónica que tiene, en cualquiera de las longitudes de onda media, el cuerpo de una cuchilla quirúrgica ultrasónica, un antinodo de vibración distal primero, un nodo de vibración, un segundo antinodo de vibración proximal, y un elemento de amplificación, en el que el elemento de amplificación se dispone entre el segundo antinodo de vibración más distal y el nodo de vibración más distal, y en el que el elemento de amplificación se aleja del nodo de vibración más distal por una distancia del elemento de amplificación mayor al 5% de la distancia entre el segundo antinodo de vibración más distal y la punta distal.



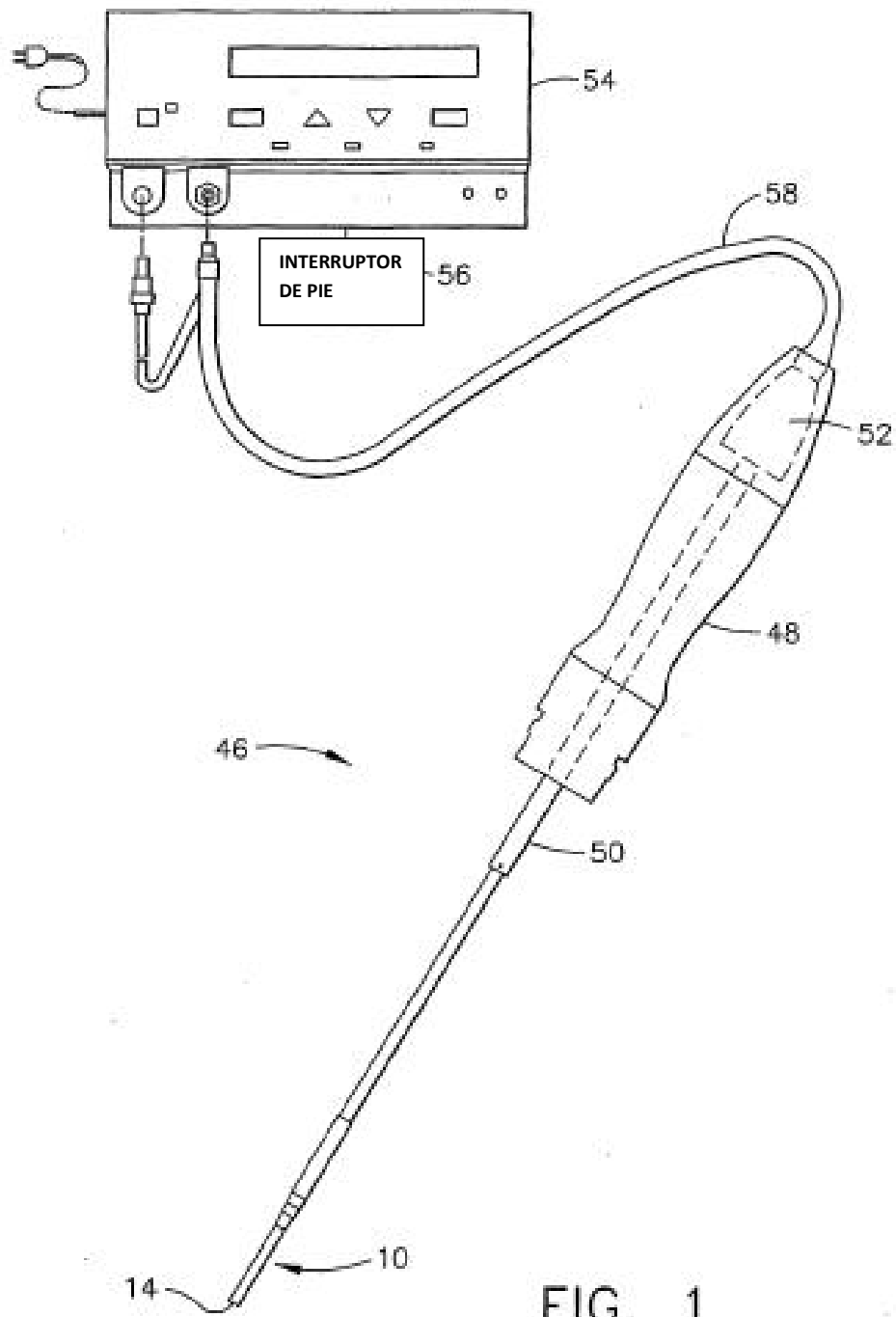


FIG. 1

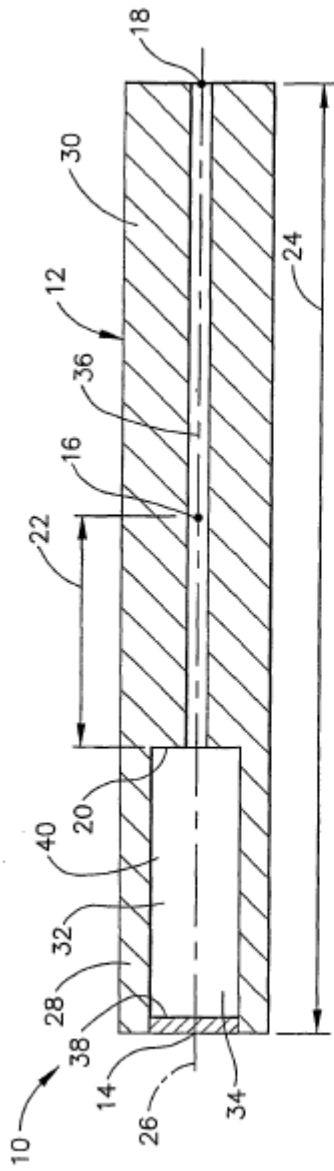


FIG. 2

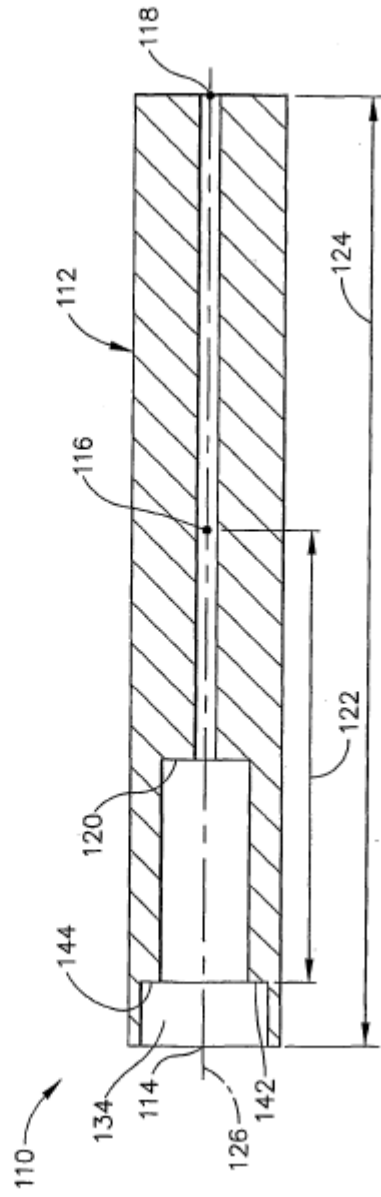


FIG. 3

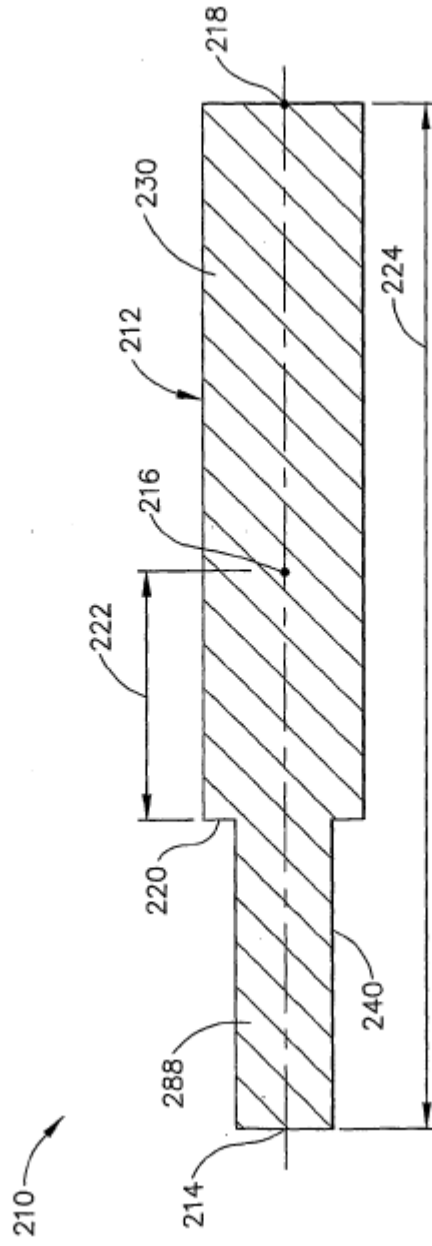


FIG. 4