

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 879 968**

(51) Int. Cl.:

A61B 18/20 (2006.01)
A61B 18/22 (2006.01)
H03K 3/53 (2006.01)
H01S 3/104 (2006.01)
H01S 3/102 (2006.01)
H01S 3/097 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2005 E 15165496 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.03.2021 EP 2974686**

(54) Título: **Láser médico con anchura de pulsos dual con preajustes**

(30) Prioridad:

13.08.2004 US 601415 P

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

23.11.2021

(73) Titular/es:

BIOLASE, INC. (100.0%)
4 Cromwell
Irvine, CA 92618, US

(72) Inventor/es:

BOUTOUSSOV, DMITRI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 879 968 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

Láser médico con anchura de pulsos dual con preajustes

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a dispositivos electromagnéticos de emisión de energía y, más particularmente, a dispositivos láser pulsados de tratamiento médico.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

10 En la técnica anterior ha existido una diversidad de arquitecturas de generación de energía electromagnética. Un sistema de láser de estado sólido, por ejemplo, comprende generalmente una varilla de láser para emitir luz coherente y una fuente para la estimulación de la varilla de láser para emitir la luz coherente. Normalmente se utilizan lámparas de destellos como fuentes de estimulación para láseres infrarrojos medios entre 2,5 micrómetros (μm) y 3,5 μm tales como sistemas láser Er, Cr:YSGG y Er:YAG. La lámpara de destellos es accionada por una corriente de lámpara de destellos, que comprende una forma de pulso predeterminada y una frecuencia predeterminada.

15 La corriente de la lámpara de destellos acciona la lámpara de destellos a la frecuencia predeterminada, para producir con ello una distribución de la luz de la lámpara de destellos de salida que tiene sustancialmente la misma frecuencia que la corriente de la lámpara de destellos. Esta distribución de la luz de la lámpara de destellos de salida procedente de la lámpara de destellos acciona la varilla de láser para producir luz coherente, sustancialmente a la misma frecuencia predeterminada que la corriente de la lámpara de destellos.

20 Aplicaciones médicas tales como las que requieren la escisión de tejido blando humano pueden en algunos casos requerir o beneficiarse de dos efectos opuestos del tejido. El primer efecto puede relacionarse con el corte por láser del tejido con hemostasis controlada, con un sangrado mínimo o ninguno, y con la carbonización atenuada o eliminada de las superficies de corte. El segundo efecto puede relacionarse con corte por láser con sangrado con el fin, por ejemplo, de estimular la cicatrización post-operatorio cuando el tejido es juntado de nuevo. El segundo efecto puede ser particularmente importante o relevante, por ejemplo en aplicaciones de injerto.

25 Métodos de la técnica anterior de la generación de estos primer y segundo efectos pueden incluir el empleo de dispositivos claramente diferentes para cada uno de los tipos de corte de tejido. Algunos métodos de la técnica anterior para realizar el primer y segundo procesos de efecto pueden incluir emplear sistemas capaces de generar diferentes longitudes de onda de energía electromagnética. Por ejemplo, se pueden generar longitudes de onda de aproximadamente 1 μm y aproximadamente 3 μm utilizando CO₂ y láseres de tipo erbio, respectivamente. Un tiempo y esfuerzo extras que se pueden requerir para la conmutación entre dos dispositivos médicos pueden ser desventajas de este enfoque. El tiempo extra y las molestias que conlleva desde un punto de vista de un paciente sometido a procesos de este tipo pueden representar desventajas adicionales.

30 Existe una necesidad en la técnica anterior de dispositivos láser capaces de la transición rápida y eficaz entre características o modos de operación variables, para facilitar, por ejemplo, diferentes efectos o procesos de corte deseados, tales como para facilitar los efectos de corte de tejido tanto de tipo hemostático como de tipo sanguíneo.

35 El documento US 4.862.888 describe un sistema láser que puede producir o bien pulsos de salida sustancialmente continua o pulsos únicos estrechos de alta densidad o bien ráfagas de pulsos, que comprende una cavidad de bombeo esférica cerrada que tiene una superficie de reflexión difusa.

40 El documento US 5.741.247 describe un mecanismo de corte inducido electromagnéticamente que utiliza partículas de fluido atomizadas.

45 El documento US 2003/0227953 A1 describe un método para generar un rayo de salida de duración del pulso efectiva larga de radiación láser utilizando un láser de color excitado con una lámpara de destellos.

Compendio de la invención

La invención está definida por las características de la reivindicación 1.

50 Un ejemplo de implementación del método aborda estas necesidades proporcionando primera y segunda salidas de alta tensión a partir de una sola fuente de alimentación. También se puede proporcionar una fuente de bombeo láser (por ejemplo, una lámpara de destellos), siendo capaz la fuente de bombeo láser de excitar un láser que puede ser utilizado para cortar tejido. La primera y segunda salidas de alta tensión accionan respectivas primera y segunda redes de formación de pulsos, capaces de generar respectivas primera y segunda salidas de pulsos que bombean la fuente de bombeo láser de acuerdo con la implementación ilustrativa del método. Los pulsos producidos por la primera red de formación de pulsos pueden ser relativamente cortos, y los pulsos producidos por la segunda red de formación de pulsos pueden ser relativamente largos.

Otra realización de la presente invención comprende un dispositivo de emisión de energía electromagnética que, de acuerdo con una realización ilustrativa, puede comprender un dispositivo láser médico, en donde el dispositivo de emisión de energía electromagnética es capaz de emitir una secuencia de pulsos electromagnéticos que tienen primera y segunda duraciones, en donde el dispositivo de emisión de energía electromagnética está adaptado para 5 almacenar preajustes que especifican combinaciones de pulsos electromagnéticos que tienen primeras duraciones y segundas duraciones y en donde el aparato es capaz de cortar tejido. Una realización del dispositivo médico de energía electromagnética puede comprender un controlador capaz de almacenar preajustes, que pueden incluir parámetros que controlan el funcionamiento del dispositivo médico de energía electromagnética. Ejemplos de parámetros que se 10 pueden almacenar como preajustes pueden incluir la potencia, la duración del pulso, la velocidad de repetición de los pulsos, la energía por pulso, un ajuste de agua y un ajuste de aire. Otra forma de realización del dispositivo médico de energía electromagnética puede incluir un panel de entrada de usuario a través del cual un usuario puede modificar y guardar los preajustes.

Si bien el aparato y el método han sido descritos o se describirán en aras de la fluidez gramatical con explicaciones funcionales, se debe entender expresamente que las reivindicaciones, no se deben interpretar como necesariamente limitadas en modo alguno por la construcción de limitaciones de "medios" o "etapas", sino que deben estar de acuerdo 15 con el alcance completo del significado de la definición proporcionada por las reivindicaciones.

Cualquier característica o combinación de características descritas en esta memoria se incluyen dentro del alcance de las reivindicaciones, con la condición de que las características incluidas en cualquier combinación no sean 20 mutuamente incompatibles, como resultará evidente a partir del contexto, de esta memoria descriptiva y del conocimiento de un experto en la técnica. Con el fin de resumir la presente invención, se describen en esta memoria determinados aspectos, ventajas y nuevas características de la presente invención. Por supuesto, se debe entender que no necesariamente todos estos aspectos, ventajas o características serán incorporados en cualquier realización particular de la presente invención. Ventajas y aspectos adicionales de la presente invención son evidentes en la siguiente descripción detallada y en las reivindicaciones que siguen.

25 Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 es un diagrama de flujo que describe una implementación del método de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de un circuito de accionamiento de una lámpara de destellos con anchura de pulsos dual de acuerdo con la presente invención;

30 la FIG. 3 es un gráfico que representa pulsos de energía electromagnética cortos, largos y mixtos, generados por el circuito de accionamiento de la lámpara de destellos con anchura de pulsos dual mostrada en la FIG. 2 de acuerdo con diversos aspectos de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de un sistema de suministro capaz de transmitir energía electromagnética a un sitio de tratamiento de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

35 la FIG. 5 es un diagrama en sección parcial de una punta de la pieza de mano de acuerdo con una implementación ilustrativa de la presente invención;

la FIG. 5a es una ilustración detallada de una realización de una cámara para mezclar aire de pulverización y agua de pulverización en la punta de la pieza de mano de la FIG. 5;

la FIG. 6 es una vista en sección transversal de la punta de la pieza de mano de la FIG. 4 tomada a lo largo de la línea 6-6' de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

40 la FIG. 7 es un diagrama en sección transversal de una punta de la pieza de mano según la línea 7-7' en la FIG. 4 de acuerdo con otro aspecto de la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama de flujo que resume una implementación de un método para modificar y guardar los valores especificados como preajustes de acuerdo con la presente invención;

45 la FIG. 9 es un diagrama de bloques de una realización de un controlador médico de energía electromagnética capaz de modificar y guardar preajustes de acuerdo con la presente invención; y

la FIG. 10 es un diagrama de flujo que esboza un protocolo clínico de canal de raíz, en el que los preajustes se pueden utilizar de acuerdo con una implementación ilustrativa de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Se hará referencia ahora en detalle a las realizaciones actualmente preferidas de la invención, ejemplos de las cuales 50 se ilustran en los dibujos que se acompañan. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos o similares números de referencia en los dibujos y la descripción para referirse a las mismas o similares partes. Debe señalarse que los dibujos están en forma simplificada y no están a escala precisa. Con referencia a la descripción en esta memoria, por razones de conveniencia y claridad solamente, los términos de dirección tales como parte superior, parte inferior, izquierda, derecha, arriba, abajo, sobre, por encima, por debajo, trasero y delantero se utilizan con respecto a los

dibujos adjuntos. Tales términos de dirección no se deben interpretar en modo alguno en sentido limitante del alcance de la invención.

Aunque la descripción en esta memoria se refiere a determinadas realizaciones ilustradas, ha de entenderse que estas realizaciones se presentan a modo de ejemplo y no a modo de limitación. La intención de la siguiente descripción detallada, aunque describe realizaciones ilustrativas, ha de interpretarse que cubre todas las modificaciones, alternativas y equivalentes de las realizaciones que caen dentro del alcance de la invención según se define por las reivindicaciones adjuntas. Se debe entender y apreciar que las etapas de procedimiento y las estructuras descritas en esta memoria no cubren una arquitectura y un proceso de flujo completos para el funcionamiento de dispositivos de energía electromagnética (por ejemplo, láser). La presente invención puede ser puesta en práctica en combinación con diversas estructuras y técnicas que se utilizan convencionalmente en la técnica, y solo se incluyen en esta memoria los objetos comúnmente puestos en práctica que sean necesarios para proporcionar una comprensión de la presente invención. La presente invención tiene aplicabilidad en el campo de los dispositivos de tratamiento electromagnéticos en general. Para fines ilustrativos, sin embargo, la siguiente descripción se refiere a un dispositivo láser médico y a un método para hacer funcionar el dispositivo láser médico para llevar a cabo tratamientos de tejidos y funciones quirúrgicas.

Haciendo referencia más particularmente a los dibujos, la FIG. 1 es un diagrama de flujo que describe una implementación del método de la presente invención. Esta implementación del método proporciona una primera salida de alta tensión a partir de una fuente de alimentación de alta tensión (HVPS) en la etapa 10. La primera salida de alta tensión es capaz de accionar una primera red de formación de pulsos (PFN). Una segunda salida de alta tensión de la HVPS se proporciona en la etapa 15. La segunda salida de alta tensión es capaz de accionar una segunda red de formación de pulsos. Una realización ilustrativa de las salidas de alta tensión descritas en esta memoria puede proporcionar aproximadamente 1500 voltios desde la primera salida de alta tensión y aproximadamente 500 voltios desde la segunda salida de alta tensión. Una fuente de bombeo tal como una fuente de bombeo láser, se proporciona, además, en la etapa 20 de acuerdo con la implementación. En una realización representativa, la fuente de bombeo láser puede comprender una lámpara de destellos capaz de estimular la emisión de luz coherente por parte de un dispositivo láser tal como, por ejemplo, un láser de estado sólido Er:YSGG o Er, Cr:YSGG. En la etapa 25 de la implementación, se genera un pulso de energía electromagnética (por ejemplo, láser) que tiene una primera duración (es decir, anchura) bombeando la fuente de bombeo láser con la primera salida de la red de formación de pulsos. De manera similar, en la etapa 30 se puede generar un pulso láser que tiene una segunda duración bombeando la fuente de bombeo láser con la segunda salida de la red de formación de pulsos.

Se describe a continuación, con referencia a la FIG. 2, un ejemplo de un circuito capaz de accionar una lámpara de destellos de la primera y segunda salidas de alta tensión. Una implementación relativamente detallada del circuito de la FIG. 2 se describe en las FIGS. 2p y 3p de la solicitud provisional de EE.UU. nº 60/591.933, presentada el 27 de julio de 2004 y titulada "DUAL PULSE WIDTH MEDICAL LASER" (LÁSER MÉDICO CON ANCHURA DE PULSOS DUAL). Un láser de estado sólido Er:YSGG o Er, Cr:YSGG, que es capaz de generar energía electromagnética con una longitud de onda en un intervalo de aproximadamente 2,70 micrómetros (μ m) a 2,80 μ m, típicamente 2,78 μ m, puede ser accionado con la arquitectura de este circuito. Se pueden ajustar parámetros de las primera y segunda redes de formación de pulsos para producir, respectivamente, pulsos que tienen duraciones relativamente cortas y largas. En una realización típica, los pulsos relativamente cortos que tienen duraciones de, por ejemplo, aproximadamente 140 microsegundos (μ s) son producidos por la primera red de formación de pulsos, y son producidos pulsos relativamente largos que tienen duraciones de, por ejemplo, aproximadamente 400 μ s por parte de la segunda red de formación de pulsos. Las velocidades de repetición para los pulsos pueden variar, por ejemplo, de aproximadamente 1 a 50 pulsos/segundo.

En la FIG. 2 se muestra un diagrama esquemático parcial de una realización de un circuito de accionamiento 100 de una lámpara de destellos analógica con anchura de pulsos dual de acuerdo con la presente invención, que comprende una fuente de alimentación de alta tensión 105, capaz de producir salidas de alta tensión duales 110 y 130 es decir, respectivas primera y segunda, utilizando métodos conocidos por los expertos en la técnica. La realización ilustrada del circuito de accionamiento 100 de la lámpara de destellos analógica con anchura de pulsos dual comprende, además, una primera red de formación de pulsos 101 y una segunda red de formación de pulsos 102 conectada a primera y segunda salidas respectivas de alta tensión 110 y 130. Las primera y segunda redes de formación de pulsos 101 y 102 están conectadas, además, a una lámpara de destellos 150 que puede funcionar como una fuente de bombeo para un láser (no mostrada).

La primera red de formación de pulsos 101 en la realización ilustrada comprende un primer condensador 115, un primer transistor de commutación 120 (por ejemplo, un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT)) y un primer inductor 125. El primer condensador 115 está conectado entre la primera salida de alta tensión 110 y tierra. La primera salida de alta tensión 110 está, además, conectada al primer inductor 125 a través del primer transistor de commutación 120, y la lámpara de destellos 150 está conectada eléctricamente entre el primer inductor 125 y tierra. La primera red de formación de pulsos 101 y la segunda red de formación de pulsos 102 pueden ser de una forma similar a un circuito tal como el mostrado en la FIG. 3 de la solicitud de EE.UU. nº 11/033.032, titulada "ELECTROMAGNETIC ENERGY DISTRIBUTIONS FOR ELECTROMAGNETICALLY INDUCED MECHANICAL CUTTING" (DISTRIBUCIONES DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA PARA EL CORTE MECÁNICO INDUCIDO ELECTROMAGNÉTICAMENTE) a la que se ha hecho referencia anteriormente. La segunda red de formación de pulsos 102, que es de forma similar a la

5 primera red de formación de pulsos 101, comprende un segundo condensador 135, un segundo transistor de conmutación 140 y un segundo inductor 145. La segunda salida de alto voltaje 130 se aplica a un terminal del segundo condensador 135, que tiene otro terminal conectado a tierra. La segunda salida de alta tensión 130 está acoplada también, a través de un segundo transistor de conmutación 140, al segundo inductor 145, que está conectado a la lámpara de destellos 150.

10 En realizaciones típicas del circuito 100 de accionamiento de la lámpara de destellos analógica con anchura de pulsos dual, el primer y segundo condensadores de accionamiento 115 y 135 pueden asumir valores de, respectivamente, aproximadamente 30 microfaradios (μ F) a aproximadamente 70 μ F, siendo un valor ilustrativo de aproximadamente 50 μ F, y de aproximadamente 300 μ F a aproximadamente 600 μ F, siendo un valor ilustrativo de aproximadamente 400 μ F. El primer y segundo condensadores pueden recibir respectivas primera y segunda salidas de alta tensión 110 y 130. La primera salida de alta tensión 110 en una realización ilustrativa tiene un valor que oscila entre 15 aproximadamente 1200 voltios y aproximadamente 1500 voltios a un nivel de impedancia capaz de cargar el primer condensador 115 a una velocidad de aproximadamente 1500 Julios por segundo (J/s). La segunda salida de alta tensión 130 en la realización puede oscilar entre aproximadamente 200 voltios y aproximadamente 500 voltios a un nivel de impedancia capaz de cargar el segundo condensador 135 a una velocidad de aproximadamente 1 J/s. El primer inductor 125 puede comprender una inductancia de entre aproximadamente 30 microhenrios (μ H) y 20 aproximadamente 70 μ H tal como un inductor de núcleo sólido que tiene una inductancia nominal de aproximadamente 50 μ H en una realización ilustrativa. El segundo inductor 145 puede comprender una inductancia de aproximadamente 800 μ H a aproximadamente 1200 μ H tal como un inductor de núcleo sólido que tiene una inductancia de 25 aproximadamente 1 milihenrio (mH). La lámpara de destellos 150 puede comprender una fuente de 450-900 torr tal como una fuente de 700 torr. Las señales de control 155 y 160 procedentes de un dispositivo de control 165 se pueden aplicar a los terminales de los transistores 120 y 140 con el fin de permitir la operación de la primera red de formación de pulsos 101 o la segunda red de formación de pulsos 102. La activación de la primera red de formación de pulsos 101 puede generar pulsos de energía electromagnética relativamente cortos, y permite a la segunda red de formación de pulsos 102 generar pulsos de energía electromagnética relativamente largos de acuerdo con un modo típico de funcionamiento de la realización ilustrada. Una entrada de usuario 170, que puede comprender, por ejemplo, un interruptor en una carcasa de energía electromagnética o un auricular (no mostrado), puede especificar parámetros (por ejemplo, los parámetros ajustables por el usuario) tales como duración de pulsos y/o la tasa de repetición de pulsos. En determinadas realizaciones, se pueden proporcionar transistores de conmutación adicionales 121 y 141, 30 que se muestran en líneas de trazos en la FIG. 2, con el fin de aumentar la capacidad de corriente de la primera y segunda redes de formación de pulsos 101 y 102.

35 Un pulso de corriente relativamente corto 175 puede ser producido por la primera red de formación de pulsos 101 en la realización del circuito de accionamiento 100 de la lámpara de destellos analógica con anchura de pulsos dual ilustrado en la FIG. 2. La segunda red de formación de pulsos 102 puede producir un pulso de corriente relativamente largo 180 con parámetros elegidos sustancialmente como se describe en esta memoria.

40 La FIG. 3 es un diagrama que ilustra tres cadenas a modo de ejemplo (a, b, c) de pulsos de energía electromagnética capaces de ser producidas por un dispositivo de energía electromagnética (por ejemplo, láser) accionado por un circuito con anchura de pulsos dual de acuerdo con la presente invención tal como un circuito de accionamiento 100 de la lámpara de destellos analógica con anchura de pulsos dual mostrado en la FIG. 2. La cadena (a) ilustra la energía electromagnética, tal como energía láser, generada de acuerdo con pulsos relativamente largos. La cadena (b) ilustra pulsos relativamente cortos de energía electromagnética, tal como energía láser, y la cadena (c) representa una mezcla de pulsos relativamente largos y cortos. Un usuario final, tal como un dentista o un médico, a diferencia de un fabricante o un técnico, puede seleccionar un tipo de cadena de pulsos a producir utilizando, por ejemplo, una entrada de usuario 170 (Fig. 2).

45 Pulsos largos generados por la realización ilustrada en la FIG. 2 se pueden utilizar para lograr un objetivo de cortar tejido con una buena hemostasia, sin sangrado y sin carbonización de una superficie de corte. A la inversa, los pulsos cortos generados por la misma realización pueden proporcionar el corte con sangrado con el fin de fomentar la cicatrización post-operatoria. En otra aplicación, se pueden emplear pulsos cortos en el corte de tejido duro (por ejemplo, esmalte dental, dentina, hueso), mientras que pulsos largos se pueden utilizar en el corte de tejido blando (por ejemplo, periodontal, mucosa, hígado, riñón) y para llevar a cabo modificaciones térmicas. Ejemplos de 50 aplicaciones de pulsos largos y pulsos cortos se describen, por ejemplo, en la solicitud provisional de EE.UU. nº 60/601.415 titulada "DUAL PULSE WIDTH MEDICAL LASER WITH PRESETS" (LÁSER MÉDICO CON ANCHURA DE PULSOS DUAL CON PREAJUSTES) y la solicitud de EE.UU. nº 11/033.032, titulada "ELECTROMAGNETIC ENERGY DISTRIBUTIONS FOR ELECTROMAGNETICALLY INDUCED MECHANICAL CUTTING" (DISTRIBUCIONES DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA PARA EL CORTE MECÁNICO INDUCIDO ELECTROMAGNÉTICAMENTE) a las que se ha hecho referencia anteriormente.

55 De acuerdo con determinadas implementaciones de la presente invención, el uso de los métodos y aparatos descritos en esta memoria no se limita solo a aplicaciones médicas (o dentales), y se puede aplicar métodos y aparatos similares contemplados por la presente invención en aplicaciones industriales, tales como para la retirada y conformación de materiales semiconductores.

La FIG. 4 es un diagrama de un sistema de suministro capaz de transferir energía electromagnética (por ejemplo, láser) a una zona de tratamiento. La realización ilustrada comprende una pieza de mano de energía electromagnética 220 (por ejemplo, láser) que se conecta a una unidad base de energía electromagnética 230 (por ejemplo, láser) utilizando un elemento de unión 225. El elemento de unión 225 puede comprender un conducto 235, que puede incluir uno o más conductos de energía electromagnética (por ejemplo, láser) o fibras, tubería para el aire, tubería para el agua, y similares. El elemento de unión 225 puede comprender, además, un conector 240 que une el conducto 235 a la unidad base de energía electromagnética 230. El conector 240 puede ser un conector de identificación según se describe de forma más completa en la solicitud de EE.UU. nº 11/192.334, presentada el 27 de julio de 2005 y titulada "IDENTIFICATION CONNECTOR FOR A MEDICAL LASER HANDPIECE" (CONECTOR DE IDENTIFICACIÓN PARA UNA PIEZA DE MANO DE LÁSER MÉDICO). La pieza de mano de energía electromagnética 20 puede comprender una parte alargada 222 y una punta de pieza de mano 245, teniendo la parte alargada 222 dispuesta en su interior una pluralidad de fibras ópticas que se pueden conectar a, o que son las mismas que, las fibras ópticas incluidas en el conducto 235. Una parte proximal 221 (es decir, relativamente más cerca de la unidad base de energía electromagnética 230) y una parte distal 250 (es decir, relativamente más alejada de la unidad base de energía electromagnética 230) pueden estar dispuestas en respectivos extremos proximal y distal de la pieza de mano de energía electromagnética 220. La parte distal 250 tiene, sobresaliendo de la misma, una punta de fibra de salida 255 que se describe más adelante con más detalle con referencia a la FIG. 5. Tal como se ilustra, el elemento de unión 225 tiene un primer extremo 226 y un segundo extremo 227. El primer extremo 226 se acopla a un receptáculo 232 de la unidad base de energía electromagnética 230. El segundo extremo 227 se acopla a la parte 221 proximal de la pieza de mano de energía electromagnética 220. El conector 240 se puede conectar mecánicamente a la unidad base de energía electromagnética 230 con una conexión roscada al receptáculo 232.

La FIG. 5 es un diagrama parcialmente seccionado de una punta de pieza de mano 245 (véase la FIG. 4) que se acopla con la unidad base de energía electromagnética 230 a través del elemento de unión 225 y de la parte alargada 222 de la pieza de mano de energía electromagnética 220. La realización ilustrada, que está encerrada por una superficie exterior 246, puede recibir energía o energía electromagnética (por ejemplo, láser) de tratamiento de la unidad base de energía electromagnética 230. Típicamente, la energía electromagnética de tratamiento se transmite a través de una guía de ondas, tal como fibra de tratamiento 300, dispuesta en la parte alargada 222 y en la punta de pieza de mano 245 según se describe más adelante con referencia a la FIG. 6. De acuerdo con una realización, la energía electromagnética de tratamiento 305 es recibida por una guía de ondas interna, tal como fibra de tratamiento 300, y es dirigida hacia un primer espejo 315 dispuesto en la parte distal 250 de la pieza de mano de energía electromagnética 220, de donde la energía electromagnética reflejada es dirigida hacia la punta de fibra de salida 255. La energía electromagnética recibida por la punta de fibra de salida 255 puede ser dirigida hacia una superficie objetivo (por ejemplo, un tratamiento). La punta de fibra de salida 255 puede estar encerrada en una virola o manguito de punta 345 que, junto con la punta de fibra de salida 255, forma una unidad intercambiable desmontable tal como se describe de forma más completa en la solicitud provisional de EE.UU. nº 60/610.757, presentada el 17 de septiembre de 2004 y titulada "OUTPUT ATTACHMENTS CODED FOR USE WITH ELECTROMAGNETIC ENERGY PROCEDURAL DEVICE" (ACCESORIOS DE SALIDA CODIFICADOS PARA USO CON UN DISPOSITIVO DE PROCEDIMIENTO DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA).

La FIG. 6 es un diagrama en sección transversal de una parte de una realización de la punta de pieza de mano 245, estando la sección transversal tomada a lo largo de una línea 6-6' de la FIG. 5. La fibra de energía electromagnética 300 puede portar energía electromagnética que es dirigida hacia un primer espejo 315 como ya se ha descrito. De acuerdo con otra realización, las fibras adicionales, tales como las fibras de iluminación 400, pueden portar otra forma de energía electromagnética tal como luz visible, luz azul, y similares, energía electromagnética que puede ser dirigida hacia un segundo espejo 320 (FIG. 5), desde donde la energía electromagnética es dirigida hacia una pluralidad de guías de ondas de punta 325 (FIG. 5) dispuestas en una carcasa 335 según se describe más particularmente más adelante con referencia a la FIG. 7. Otra implementación de la presente invención recibe luz reflejada desde una superficie objetivo, siendo recibida una primera parte 330 de la luz reflejada desde la punta de fibra de salida 255, y siendo recibida una segunda parte de la luz reflejada (no mostrada) desde la pluralidad de guía de ondas de punta 325. La luz reflejada, que incluye la primera parte 330, puede ser recibida por el segundo espejo 320, que dirige la luz reflejada a las fibras de retroalimentación 405 (FIG. 6) dispuestas en un interior de la punta de pieza de mano 245. Las fibras de retroalimentación 405 pueden transmitir la luz reflejada a la unidad base de energía electromagnética 230, en donde la luz reflejada puede ser analizada según se describe, por ejemplo, en la Solicitud de EE.UU. presentada el 12 de agosto 2005 y titulada "LASER HANDPIECE ARCHITECTURE AND METHODS" (ARQUITECTURA DE LA PIEZA DE MANO Y MÉTODOS) y la Solicitud de EE.UU. presentada el 12 de agosto 2005 y titulada "CARIOS DETECTION USING TIMING DIFFERENTIALS BETWEEN EXCITATION AND RETURN PULSES" (DETECCIÓN DE CARIOS UTILIZANDO DIFERENCIALES DE TEMPORIZACIÓN ENTRE PULSOS DE EXCITACIÓN Y RETORNO)

La FIG. 7 es un diagrama en sección transversal tomada a través de una parte de alojamiento 335 de la punta de pieza de mano de energía electromagnética 245 de la FIG. 5. La realización ilustrada representa una punta de fibra de salida 255 rodeada por una virola o manguito de punta 345 y, opcionalmente, pegamento que rellena una cavidad 350 alrededor de la punta de fibra de salida 255 para mantener la punta de fibra de salida 255 en su lugar. La parte de alojamiento 335 puede comprender la guía de ondas de punta 325 circularmente dispuestas alrededor de la punta de fibra de salida 255 que pueden recibir luz de iluminación desde el segundo espejo 320 (FIG. 5) y dirigen la luz de iluminación a un objetivo tal como se ha descrito anteriormente. En determinadas realizaciones, puede estar dispuesta

una pluralidad de salidas de fluido 380 en la parte de alojamiento 335 de la punta de pieza de mano 245, estando configuradas las salidas de fluido 380 para dirigir, por ejemplo, una mezcla de aire y agua a un objetivo.

Una ilustración detallada de una realización de una cámara de mezclado de aire de pulverización y agua de pulverización en la punta de pieza de mano 245 se muestra en la FIG. 5a. Como se ilustra, la cámara de mezclado comprende una toma de aire 370 conectada, por ejemplo, a la tubería (no mostrada) que se conecta a, y recibe aire de una conexión de aire de pulverización en el conector 240 (FIG. 2). De manera similar, una toma de agua 375 se puede conectar a la tubería (tampoco mostrada) que se conecta a, y recibe agua de, una conexión de agua de pulverización en el conector 240 (FIG. 4). La toma de aire 370 y la toma de agua 375, que pueden tener secciones transversales circulares de aproximadamente 250 μm de diámetro, se unen en ángulo 365 que puede aproximarse a 110° en una realización típica. El mezclado se puede producir o puede comenzar a producirse en las proximidades en donde se unen la toma de aire 370 y la toma de agua 375, y una mezcla de pulverización (por ejemplo, atomizada) 385 de agua y aire puede ser expulsada a través de una salida de fluido 380. La realización ilustrada en la FIG. 7 representa tres salidas de fluido 380. Estas salidas de fluido pueden, por ejemplo, corresponder a, comprender partes de, o comprender sustancialmente todas de cualquiera de las salidas de fluido descritas en la Solicitud de EE.UU. nº 11/042.824, presentada el 24 de enero de 2005 titulada "ELECTROMECHANICALLY INDUCED CUTTER AND METHOD" (CORTADOR INDUCIDO ELECTROMECÁNICAMENTE Y MÉTODO). Las salidas de fluido 380 pueden tener, como se ilustra en las FIGS. 4 y 7, una sección transversal circular que mide aproximadamente 350 μm de diámetro.

Un aspecto de la presente invención, tal como se indica en el Manual de Usuario para un Waterlase® All-Tissue Laser for Dentistry (referenciado en esta memoria como "el Manual de Usuario Waterlase®"), incluye valores programados de los parámetros a los que se hace referencia en esta memoria como preajustes, siendo aplicables los preajustes a diversos procesos quirúrgicos. Los preajustes pueden ser programados en el momento de fabricación de un dispositivo, en cuyo caso a los preajustes se les puede denominar como preajustes preprogramados. Alternativa o adicionalmente, los preajustes pueden ser generados o modificados y almacenados por un usuario final. La Tabla 2 del Manual de Usuario Waterlase® se reproduce en esta memoria como Tabla 1 e incluye ejemplos de preajustes preprogramados para procesos generales de tejidos duros y blandos.

Tabla 1 Preajustes Sugeridos para Procesos Generales de Tejido Duro y Blando

nº de Preajuste	Proceso	Potencia (vatos)	Tasa de Rep. (Hz)	Energía por pulso (mJ)	Ajuste de agua (%)	Ajuste de aire (%)
1	Corte de esmalte	6,0	20	300	75	90
2	Corte de dentina	4,0	20	200	55	65
3	Corte de tejido blando (tejido fino, pequeñas incisiones)	1,5	20	75	7	11
4	Coagulación de tejido blando	0,75	20	37,5	0	11

De acuerdo con realizaciones ilustrativas, se puede establecer una pluralidad de preajustes (por ejemplo, ajustes programados para uno o más de potencia, tasa de repetición, duración del pulso, energía del pulso y ajustes para el aire y el agua tal como se muestra en la Tabla 1). Aunque no se muestra en la tabla, un aspecto de la presente invención comprende la inclusión de la duración del pulso como uno de los preajustes. La pluralidad de preajustes se puede generar en el momento de la fabricación y se puede almacenar en la unidad base de energía electromagnética 230 (FIG. 4). Además de los valores de preajuste pre-programados para procesos de tejidos duros y blandos generales recogidos en la Tabla 1, pueden ser almacenadas combinaciones de valores personalizados de los parámetros en la unidad base de energía electromagnética 230 como nuevos preajustes. De acuerdo con una implementación de la presente invención, cada uno de los preajustes puede almacenar una duración del pulso (por ejemplo, un modo de pulso largo que tiene duraciones de pulso seleccionables o variables de aproximadamente 650 a aproximadamente 1000 μs o un modo de pulso corto que tiene una duración de pulso de aproximadamente 140 μs) tal como una duración del pulso actualmente activo, como un parámetro y puede almacenar uno o más parámetros adicionales de un grupo que incluye potencia en vatios (W), la tasa de repetición de pulsos en hercios (Hz), la energía por pulso en milijulios (mJ), el ajuste de agua (%) y el ajuste de aire (%).

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que resume una implementación de un método para modificar y guardar valores predeterminados o preferidos como preajustes. La implementación ilustrada comienza en la etapa 500 y puede continuar seleccionando un número predeterminado en la etapa 505, después de lo cual se puede introducir en la etapa 510 un ajuste de potencia. De acuerdo con una realización, una interfaz de usuario en una unidad base de

energía electromagnética comprende una pluralidad de botones, incluyendo botones de preajuste, y una pantalla, con lo que un usuario final, a diferencia de un fabricante o de un técnico, puede seleccionar un preajuste pulsando un botón asociado con el preajuste seleccionado. Un ajuste de potencia, que puede hacer referencia, por ejemplo, a un nivel de potencia emitida de un haz de energía electromagnética (por ejemplo, láser), se puede introducir al presionar los botones (por ejemplo, los botones de potencia arriba/abajo) en el teclado de una manera conocida para los expertos en la técnica. De manera similar, los valores de uno o más de duración del pulso, tasa de repetición, energía del pulso, ajuste de agua y ajuste de aire se pueden introducir en las etapas respectivas 513, 515, 520, 525 y 530, por ejemplo, pulsando los botones arriba/abajo correspondientes a los valores respectivos para la duración del pulso, tasa de repetición, energía del pulso, ajuste de agua y ajuste de aire.

10 Después de que se han introducido los valores (por ejemplo, uno o más de los valores), una realización de una carcasa de energía electromagnética tal como la carcasa 230 del láser (FIG. 4) almacena entonces los valores preajustados introducidos como respuesta a que un usuario final ha presiona y mantenido pulsado el botón de preajuste seleccionado en la etapa 535 al tiempo que espera en la etapa 540 una notificación audible (por ejemplo, un pitido) indicativa de que el valor o los valores preajustados han sido almacenados. Hasta que se escuche un pitido (por ejemplo, de dos a tres segundos en una realización), el usuario final continúa manteniendo pulsado el botón de preajuste seleccionado en la etapa 545 y espera a la indicación audible. Después de haber escuchado la indicación audible, la implementación continúa en la etapa 550 con una decisión, que puede tomar el usuario final, en cuanto a si se van a almacenar más preajustes. Si se van a almacenar más preajustes, entonces se puede repetir la implementación del método, comenzando en la etapa 505. Cuando, por ejemplo, se han almacenado todos los preajustes, la implementación del método termina en la etapa 555. Los preajustes, una vez almacenados, se pueden recuperar, por ejemplo, de acuerdo con un proceso médico a realizar, pulsando un botón numérico de preajuste en la interfaz de usuario de acuerdo con una realización ilustrativa. Volviendo a la Tabla 1, el porcentaje de ajuste de aire y el porcentaje de ajuste de agua recogidos en ella pueden ser dirigidos a una o más salidas de fluidos (véase 380 de las FIGS. 5, 5A y 7) a presiones que van desde aproximadamente 5 libras por pulgada cuadrada (psi) (0,35 Kg/cm²) a aproximadamente 60 psi (4,22 Kg/cm²) y a caudales que varían de aproximadamente 0,5 litros/minuto a aproximadamente 20 litros/minuto. Un líquido (por ejemplo, agua) puede ser dirigido a una o más de las salidas de fluido 380 a presiones que varían desde aproximadamente 5 psi (0,35 Kg/cm²) a aproximadamente 60 psi (4,22 Kg/cm²) y a caudales que varían de aproximadamente 2 mililitros (ml)/minuto a aproximadamente 100 ml/minuto. En otras realizaciones, el caudal de aire puede ser tan bajo como aproximadamente 0,001 litros/minuto, y/o el caudal de líquido puede ser tan bajo como aproximadamente 0,001 ml/minuto. En determinadas implementaciones, un caudal de agua a través de una tubería de agua dispuesta en la pieza de mano de energía electromagnética puede ser de aproximadamente 84 ml/minuto (por ejemplo, 100 %), y un caudal de aire a través de una tubería de aire de la pieza de mano 220 de energía electromagnética (FIG. 4) puede ser de aproximadamente 13 litros/minuto (por ejemplo, 100 %). Estos valores se pueden entender en referencia a este tipo de caudales o a otros caudales sugeridos en el Manual de Usuario Waterlase® o de otra manera conocidos para los expertos en la técnica en el mismo contexto.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el almacenamiento de una o más combinaciones de valores, en su totalidad o en parte, como preajustes, puede permitir a un usuario final conmutar entre los preajustes, por ejemplo, durante una operación, permitiendo de este modo al usuario final llevar a cabo de forma rápida y fiable múltiples procesos de una operación dada. La eficiencia puede ser incrementada junto con la precisión tal como en el contexto de operaciones relativamente complejas que implementan combinaciones de los procesos de modo de pulso corto y procesos de modo de pulso largo.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de una realización ilustrativa de un controlador médico de energía electromagnética 600 (por ejemplo, láser) capaz de modificar y guardar preajustes de acuerdo con un aspecto de la presente invención. La forma de realización ilustrada, que puede estar dispuesta, por ejemplo, en una unidad base de energía electromagnética 230 (FIG. 4), comprende un procesador 605 (por ejemplo, un microprocesador), una memoria de trabajo 610, una memoria no volátil 615, una memoria permanente 625 y una interfaz de usuario 685. La realización comprende, además, una interfaz de control de energía electromagnética (por ejemplo, láser) 670, una interfaz de control de agua 675 y una interfaz de control de aire 680. Los elementos mencionados anteriormente de la realización están interconectados por un bus de sistema 665 que facilita la comunicación entre los elementos. La realización ilustrada comprende además un panel de entrada de usuario 700. En algunas realizaciones, el procesador 605, la memoria de trabajo 610 (por ejemplo, la memoria de acceso aleatorio (RAM)), la memoria no volátil 615, la memoria permanente 625 y otros elementos del sistema, tales como un reloj (no mostrado), se pueden implementar en un solo chip microcontrolador como un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC). En otras realizaciones, la interfaz de control de energía electromagnética 670, la interfaz de control de agua 675, la interfaz de control de aire 680 y la interfaz de usuario 685 se pueden implementar adicionalmente en el mismo chip. En aún otras realizaciones, los últimos cuatro elementos se pueden implementar en un chip que acompaña al chip microcontrolador. Estas y otras implementaciones equivalentes son contempladas por la presente invención.

La memoria no volátil 615 se puede configurar para que tenga almacenados en ella preajustes 620. La realización ilustrada comprende cuatro preajustes identificados como nº 1, nº 2, nº 3 y nº 4. Valores por defecto o preprogramados para los preajustes 620 pueden ser almacenados en la memoria no volátil 615 en el momento de la fabricación del controlador médico de energía electromagnética 600. Sin embargo, dado que se almacenan en la memoria no volátil 615, que puede ser alterada, los valores de los preajustes preestablecidos se pueden cambiar bajo el control del usuario final. Una vez cambiados, los valores de preajuste almacenados son retenidos en la memoria no volátil 615,

que es capaz de mantener la integridad de los datos almacenados incluso en ausencia de energía eléctrica que se suministra al controlador médico de energía electromagnética 600.

La memoria permanente 625, que puede ser programada en el momento de fabricación de un ASIC, por ejemplo, puede tener secuencias de instrucciones almacenados en la misma que, cuando son ejecutadas por el procesador

5 605, hacen que el controlador médico de energía electromagnética 600 realice funciones de acuerdo con la presente invención. Estas secuencias de instrucciones en la realización ilustrada pueden incluir una secuencia de instrucciones ejecutivas 630, una secuencia de instrucciones de control de energía electromagnética 635 (por ejemplo, láser), una secuencia de instrucciones de control de agua 655, una secuencia de instrucciones de control de aire 660 y una secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730. La secuencia de instrucciones de control de energía 10 electromagnética 635 puede comprender, como ejemplos, una secuencia de instrucciones de control de potencia 640, una secuencia de instrucciones de control de la duración del pulso 638, una secuencia de instrucciones de control de la tasa de repetición 645 y una secuencia de instrucciones de control de energía de pulsos 650. La memoria permanente 625 en esta y en otras realizaciones puede haber almacenado en ella secuencias de instrucciones adicionales referidas, por ejemplo, a las funciones de la pieza de mano de energía electromagnética tangenciales a o 15 fuera del alcance inmediato de la presente invención. Por ejemplo, la memoria permanente 625 puede contener una secuencia de instrucciones que controla la forma del pulso de energía electromagnética de acuerdo con una entrada del usuario final, así como tipos similares de secuencias de instrucciones relacionadas con el funcionamiento de sistemas médicos de energía electromagnética (por ejemplo, láser). La secuencia de instrucciones ejecutivas 630 20 mínimamente puede hacer que el procesador 605 programe y coordine las secuencias de instrucciones antes mencionadas, así como secuencias de instrucciones adicionales no descritas en esta memoria.

De acuerdo con un modo de funcionamiento ilustrativo, la realización de la FIG. 9 recibe una entrada de un usuario final, es decir, una entrada del usuario final, en una línea de comunicación de usuario 690. La línea de comunicación de usuario 690 puede estar conectada al panel de entrada de usuario 700, que puede tener dispuesta sobre el mismo

25 una pluralidad de botones de preajuste 695, un botón SELECT 720, un botón de incremento 715, un botón de decrecimiento 725 y un altavoz 735. Una tira de visualización de la función 705, tal como una pantalla de cristal líquido (LCD), puede mostrar una función elegida de acuerdo con el botón SELECT 720, y un valor de parámetro numérico 30 puede ser visualizado en una tira de indicación de valor 710. Cuando se recibe una entrada del usuario final en la línea de comunicación de usuario 690, la interfaz de usuario 685 puede transmitir información entre el panel de entrada del usuario 700 y el procesador 605. Por ejemplo, el procesador 605 puede ejecutar la secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 que mínimamente puede hacer que el procesador 605 actualice una pantalla, tal como un mensaje presentado en la tira de visualización de función 705 y/o un valor presentado en la tira de visualización de valor 710, de acuerdo con la entrada del usuario final. En particular, la secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 puede hacer, además, que el procesador 605 interactúe con la interfaz de usuario 35 685, por ejemplo, para modificar y almacenar los valores preestablecidos 620 de acuerdo con las entradas proporcionadas por el usuario final. La secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 puede hacer, además, que el procesador 605 active el altavoz 735.

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 8, y continuando con la referencia a la FIG. 9, un usuario final puede, por ejemplo, modificar y almacenar un conjunto de valores preajustados. El usuario final puede seleccionar un número

40 presente en la etapa 505 y puede pulsar uno de la pluralidad de botones de preajuste 695 del panel de entrada del usuario 700. La interfaz de usuario 685 puede recibir una entrada de acuerdo con el número preajustado seleccionado en la línea de comunicación de usuario 690. La interfaz de usuario 685 se puede comunicar, además, con el procesador 605 de acuerdo con la entrada del usuario final. El procesador 605 puede ejecutar la secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 que mínimamente puede hacer que el procesador 605 actualice el contenido de la tira de visualización de función 705 y la tira de visualización de valor 710 de acuerdo con la información 45 recibida de la interfaz de usuario 685. Interacciones similares entre el procesador 605 y el panel de entrada de usuario 700 se pueden producir de acuerdo con la secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730, tal como se entenderá por parte de los expertos en la técnica. Despues de seleccionar un número de preajuste en la etapa 505, el usuario final puede pulsar el botón SELECT 720 en el panel 700 de entrada de usuario hasta que, por ejemplo, se observe una indicación de POTENCIA en la tira de visualización de la función 705 de acuerdo con la etapa 510 de la FIG. 8. El usuario final puede entonces introducir un ajuste de potencia, por ejemplo, observando un valor numérico 50 correspondiente a un ajuste de potencia actualmente activo en la tira de visualización de valor 710 y pulsando el botón de incremento 715 para aumentar de ese modo el ajuste de potencia. El usuario final también puede disminuir el ajuste de potencia pulsando el botón de decrecimiento 725. En cualquier caso, el usuario final puede continuar presionando el botón de incremento 715 y/o el botón de decrecimiento 725 hasta que se visualice un valor deseado para la potencia en 55 la tira de visualización de valor 710. El usuario final puede volver a pulsar el botón SELECT 720 para cambiar el contenido de la tira de visualización de función 705, por ejemplo, PUL DUR (indicación, por ejemplo, de una duración del pulso de energía electromagnética) de acuerdo con la etapa 513 de la FIG. 8. Una vez más, la secuencia de instrucciones de interfaz de usuario 730 puede hacer que el procesador 605 presente en la tira de visualización de valor 710 un valor actualmente almacenado para la duración del pulso de energía electromagnética de acuerdo con el preajuste seleccionado. El usuario final puede entonces ajustar el valor visualizado en la tira de visualización 710 60 pulsando los botones de incremento y decrecimiento 715 y 725 de una manera similar a la ya descrita.

El usuario final puede continuar para iniciar la actualización de los valores de los parámetros para los números preajustados seleccionados de acuerdo, por ejemplo, con las etapas 515, 520, 525 y 530 de la FIG. 8. La secuencia

de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 puede hacer que el procesador 605 almacene valores de los parámetros actualizados, por ejemplo, en la memoria de trabajo 610. Cuando el usuario final completa la actualización de los valores de los parámetros deseados, el usuario final puede pulsar y mantener pulsado el botón seleccionado de los botones de preajuste 695. La secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 puede hacer que el procesador 605 ejecute una secuencia de instrucciones de temporización (no mostrada), esperando con ello aproximadamente 2 a 3 segundos, intervalo de tiempo después del cual la secuencia de instrucciones de control de instrucciones de usuario 730 puede hacer que el procesador mueva los valores de los parámetros actualizados a la memoria no volátil 615 y actualice el contenido del seleccionado de los preajustes almacenados 620. La secuencia de instrucciones de control de interfaz de usuario 730 puede entonces hacer que el procesador 605 transmita una señal audible (por ejemplo, un pitido) al altavoz 735.

Se describen ahora varias operaciones que implican combinaciones de procesos de pulso corto y procesos del modo de pulso largo. En muchos casos, para una operación dada, los valores para algunos o todos los parámetros (por ejemplo, potencia, tasa de repetición de pulsos, etc.) pueden ser diferentes para el modo de proceso de pulso corto en comparación con los valores para los procesos del modo de pulso largo. Aunque las operaciones esbozadas más adelante se describen en un contexto de un cortador, tal como un dispositivo Waterlase®, operando en modos de pulso corto distintos (véase la FIG. 3 (b)) y de pulso largo (véase la FIG. 3 (a)) en diferentes momentos, se debe entender que implementaciones modificadas, pero no necesariamente intercambiables, pueden incluir pulsos largos intercalados en secuencias del modo de pulso corto y/o pueden incluir pulsos cortos intercalados en secuencias del modo de pulso largo. Por ejemplo, uno o más de los procesos del modo de pulso largo que figuran más adelante de una operación dada pueden, como una alternativa a una secuencia de pulsos del modo de pulso largo de solo pulsos largos, implementar una secuencia de pulsos del modo de pulso largo que comprende una pluralidad de pulsos largos y cortos alternantes (véase la FIG. 3 (c)). En los ejemplos que siguen, las operaciones que pueden ser implementadas utilizando un cortador, tal como un dispositivo Waterlase®, se han aclarado para diversas operaciones en donde se pueden utilizar los modos de pulso corto para algunos procesos de una operación dada y se pueden utilizar modos de pulso largo para otros procesos de la operación. Estos ejemplos incluyen la modificación de las superficies de canal de raíz, la modificación de las superficies de cavidad preparadas, la modificación de superficies de raíz en o por debajo de la línea de las encías (incluyendo la modificación de una superficie de la cavidad preparada para potenciar la unión y que incluye, además, insensibilizar, o tratar de otro modo, una superficie externa de la raíz), y procesos de apicectomía.

30 Modificación de Superficies del Canal de Raíz

El Apéndice C del Manual del Usuario Waterlase® describe un protocolo clínico de canal de raíz que se resumen en la FIG. 10. Los parámetros de funcionamiento para el proceso esbozado en el Manual del Usuario Waterlase® (por ejemplo, la potencia, la tasa de repetición de pulsos, la energía por pulso, el porcentaje de agua y/o el porcentaje de aire y, como otra opción, la duración del pulso) pueden ser introducidos manualmente o pueden ser recordados utilizando un preajuste tal como un preajuste presentado anteriormente en la Tabla 1.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un monitor que puede formar parte de la unidad base de energía electromagnética 230 (FIG. 4) puede dar instrucciones del uso de diversos accesorios de salida tales como puntas de fibra de salida. De acuerdo con una implementación ilustrativa, diversos accesorios de salida están incorporados en forma de puntas de fibra de salida identificadas como G6, Z2, Z3, y similares. El monitor puede dar instrucciones del uso de los diversos accesorios de salida en diferentes tiempos en una operación o proceso dado. Una realización de la presente invención puede incluir una indicación visual de códigos de color o códigos de topografía indicativos de, y correspondientes a, las puntas de salida que tienen un patrón de color, diversos accesorios que se utilizan en diversos momentos, según se describe de forma más completa en la solicitud provisional de EE.UU. nº 60/610.757, presentada el 17 de septiembre de 2004 y titulada "OUTPUT ATTACHMENTS CODED FOR USE WITH ELECTROMAGNETIC ENERGY PROCEDURAL DEVICE" (ACCESORIOS DE SALIDA CODIFICADOS PARA USO CON UN DISPOSITIVO DE PROCEDIMIENTO DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA) a la que se ha hecho referencia anteriormente.

En el contexto de implementar parte o la totalidad de los etapas 1-8 del protocolo clínico del canal de la raíz se describe en el Apéndice C del Manual del Usuario Waterlase®, etapas que se corresponden con las etapas 810-880 de la FIG. 10, una primera visualización, por ejemplo, de una unidad base de energía electromagnética 230 (FIG. 4) puede dar instrucciones de que el usuario final prepare el acceso a la cámara pulpar en la etapa 810 utilizando una punta de fibra de salida G6 con un ajuste (manual o preajuste) de operar parámetros adecuados para el corte del esmalte y de la dentina. Por ejemplo, los preajustes nº 1 y nº 2, tal como se presentan en la Tabla 1 anterior, se pueden utilizar para preparar el acceso a la cámara pulpar. La primera pantalla o una pantalla subsiguiente pueden dar instrucciones al usuario final que utilice después la misma punta de la fibra de salida en la etapa 820 para separar la porción coronal de la pulpa infectada/necrótica con un ajuste adecuado de los parámetros de funcionamiento. De acuerdo con una realización, los parámetros de funcionamiento pueden estar preajustados. La misma o una pantalla subsiguiente pueden dar instrucciones al usuario final de que realice la instrumentación inicial utilizando una punta de fibra de salida Z2 en la etapa 830 mediante un ajuste adecuado (manual o preajuste) de los parámetros de funcionamiento. Las mismas o subsiguientes pantallas pueden dar instrucciones al usuario final de que realice después, por ejemplo, la ampliación del canal de raíz por láser en la etapa 840 utilizando una punta de fibra de salida Z2. Una pantalla o pantallas similares pueden dar instrucciones al usuario final de medir la longitud de trabajo utilizando una punta de fibra de salida Z2 en la etapa 850 y a ampliar el canal de la raíz en la etapa 860 utilizando la punta de la fibra de salida

Z2. En la etapa 870 se le pueden dar instrucciones al usuario final por medio de las mismas o posteriores pantallas de que amplíe el canal de la raíz utilizando una punta de fibra de salida Z3. Las misma o subsiguientes pantallas pueden después dar instrucciones al usuario final de ampliar el canal de la raíz utilizando una punta de fibra de salida Z4 en la etapa 880. Todas las pantallas anteriores pueden dar instrucciones adicionalmente al usuario final para utilizar los

5 ajustes de parámetros de funcionamiento adecuados (por ejemplo, valores manuales o preajustados para la potencia de energía electromagnética (por ejemplo, láser), la duración del pulso, la tasa de repetición del pulso, la energía del pulso, y los ajustes para el agua y el aire).

Las etapas 810-880 del protocolo clínico del canal de la raíz descritas en la FIG. 10 se pueden realizar en su totalidad o en parte, por ejemplo, con un modo de pulso corto (en el que los parámetros para las etapas 840-880 se pueden recuperar para la operación utilizando un preajuste). Una etapa de antes y/o después de la irrigación (véase la etapa 9 en el Apéndice C del Manual del Usuario Waterlase®) puede incluir o puede estar precedida por una modificación de las superficies (por ejemplo, superficies de la pared lateral) del canal de la raíz utilizando, por ejemplo, el Waterlase® en el modo de pulso largo para modificar (por ejemplo, cerrar) las estructuras o aberturas tubulares expuestas. El cortador, que puede comprender, por ejemplo, un dispositivo Waterlase®, puede ser ajustado (por ejemplo, por el usuario final activando un preajuste, o manualmente) a una potencia de aproximadamente 1,5-2 W, una tasa de repetición de pulsos de aproximadamente 30 Hz, una energía por pulso de aproximadamente 50 mJ, un ajuste de agua de aproximadamente 20 % y un ajuste de aire de aproximadamente 40 %. Las superficies del canal de raíz pueden entonces ser modificadas utilizando un protocolo similar al de las etapas 840-880. Por ejemplo, las puntas de fibra de salida Z2, Z3 y/o Z4 se pueden utilizar sucesivamente durante aproximadamente 5-10 carreras ascendentes en cada caso, en donde, por ejemplo, cada una de las carreras ascendentes implica aproximadamente 5 segundos de acción de láser y en donde las carreras descendentes no implican una acción de láser. En otra realización, el proceso de pulso largo puede utilizar solamente una punta de fibra de salida Z4, con la exclusión de las puntas de fibra de salida Z2 y Z3.

Modificación de las Superficies de Cavidades Preparadas

25 Se prepara primero una cavidad utilizando, por ejemplo, un modo de pulso corto (en donde, por ejemplo, los parámetros, que pueden ser cualquiera de los conocidos por los expertos en la técnica o sugeridos en el Manual del Usuario Waterlase® se pueden recuperar para el proceso utilizando un preajuste, o de forma manual), en combinación con técnicas sugeridas en el Manual del Usuario Waterlase® (véanse las Tablas 2-6 y el texto relacionado del Manual del Usuario Waterlase®) o conocido de otro modo por los expertos en la técnica. Después de la preparación de la cavidad, pero antes de llenar la misma, la superficie de la cavidad preparada puede ser modificada, por ejemplo, para mejorar las propiedades de unión. El cortador (por ejemplo, Waterlase®) puede ser ajustado (por ejemplo, por el usuario final activando un preajuste, o manualmente) a una potencia de aproximadamente 2,5-3 W, una tasa de repetición de pulsos de aproximadamente 30 Hz, una energía por pulso de aproximadamente 80-100 mJ, un ajuste de agua de aproximadamente 10-15 %, y un ajuste de aire de aproximadamente 25-30 %. Las superficies de la cavidad preparada pueden entonces ser modificadas utilizando un movimiento circular que cubre todas las superficies de unión durante un tiempo de, por ejemplo, 5 a 15 s.

Modificación de las superficies de la raíz externas en o por debajo de la línea de la encía

40 Las superficies de raíz externas se pueden modificar utilizando un modo de pulso largo para llevar a cabo al menos una de (1) modificar una superficie de la cavidad preparada para mejorar la unión y (2) insensibilizar o tratar de otra forma la superficie externa de la raíz. Cualquier de estas operaciones se puede implementar mediante el ajuste (por ejemplo, a través de la activación por parte de un usuario final de un preajuste, o manualmente) del cortador (por ejemplo, Waterlase®) a, por ejemplo, una potencia de aproximadamente 3 W, una tasa de repetición de pulsos de aproximadamente 30-40 Hz, una energía por pulso de aproximadamente 80-100 mJ, un ajuste de agua de aproximadamente 15-20 % y un ajuste de aire de aproximadamente 40 %.

45 1. Modificación de una superficie de cavidad preparada para mejorar la unión

50 Para las operaciones en superficies externas de raíz que implican la modificación de una superficie de la cavidad preparada para mejorar la unión, si está presente una caries, por ejemplo, sobre o justo por debajo de la línea de la encía en la superficie externa de la raíz, el cortador (por ejemplo, Waterlase®) se puede implementar para separar el tejido con caries en un modo de pulso corto. Se pueden utilizar parámetros del modo de pulso corto generalmente conocidos por los expertos en la técnica o sugeridos por el Manual del Usuario Waterlase®. De acuerdo con una realización ilustrativa, los parámetros son recuperados para el proceso (a través de un preajuste, o manualmente) utilizando técnicas sugeridas en, por ejemplo, las Tablas 2-6 y el texto relacionado del Manual del Usuario Waterlase®. Después de la preparación de la cavidad en la superficie externa de la raíz, pero antes de llenar la misma, la superficie de la cavidad preparada puede ser modificada para, por ejemplo, mejorar las propiedades de unión. El cortador (por ejemplo, Waterlase®) puede ser ajustado (por ejemplo, por el usuario final activando un preajuste, o manualmente), a un modo de pulso largo y a los ajustes descritos en la sección anterior titulada Modificación de una superficie de la cavidad preparada y las superficies de la cavidad preparadas pueden entonces ser modificadas utilizando un movimiento circular que cubre superficies de unión pertinentes durante un tiempo ilustrativo de 5-15 segundos. En realizaciones modificadas, los procesos de modo corto y de modo largo pueden ser intercambiados en el tiempo o ser combinados.

2. Insensibilización o Tratamiento de Otro Modo de la Superficie Externa de la Raíz

Para insensibilizar o tratar de otra manera la superficie externa de la raíz, en la medida expuesta, la punta de fibra de salida puede ser posicionada y activada aproximadamente a 2-5 milímetros (mm) de la superficie (dependiendo de la sensibilidad). Se puede aplicar un láser con un movimiento circular, asegurándose de que el paciente no sienta dolor.

5 En un ejemplo particular, la aplicación del láser se puede iniciar con la punta de fibra de salida aproximadamente a 5 mm de la superficie y, mientras se aplica el láser con un movimiento circular, la punta de la fibra de salida puede ser llevada cada vez más a una distancia de aproximadamente 2-3 mm de la superficie mientras se asegura de que el paciente no sienta dolor. Se puede utilizar una punta de la fibra de salida s75 fabricada por BioLase Technology, Inc., de San Clemente, CA, y el tiempo de aplicación del láser para el tratamiento de la superficie expuesta de la raíz puede 10 ser de aproximadamente 30-60 segundos.

En la medida en que una superficie externa de raíz a ser tratada no está expuesta, la obstrucción del tejido de la encía puede ser retirado en un modo de pulso largo ajustando (por ejemplo, mediante la activación de un usuario final de un preajuste, o manualmente) el cortador (por ejemplo, Waterlase®) a, por ejemplo, una potencia de aproximadamente 1-2 W, una tasa de repetición de pulsos de aproximadamente 40-50 Hz, una energía por pulso de aproximadamente 15 20-40 mJ, un ajuste de agua de aproximadamente 0 % y un ajuste de aire de aproximadamente 10-20 %. En otra realización, el cortador se puede implementar en un modo de pulso corto (en donde, como con la implementación del modo de pulso largo, parámetros conocidos o aparentes para los expertos en la técnica, a la vista de esta descripción o sugeridos por el Manual del Usuario Waterlase® (véanse las Tablas 2-6 y texto relacionado), se pueden recuperar para el proceso a través de un ajuste preestablecido, o manualmente) utilizando técnicas conocidas por los expertos 20 en la técnica a la vista de esta descripción o sugeridas por el Manual del Usuario Waterlase® (véanse las Tablas 2-6 y el texto relacionado). En implementaciones modificadas, en el contexto del presente proceso, cualquiera de los dos modos se puede combinar en cualquier secuencia o proporción para incluir, por ejemplo, el corte en modo de pulso largo seguido por el corte en modo de pulso corto, y viceversa, y/o tratamientos utilizando pulsos largos intercalados con secuencias de modo de pulso corto y/o pulsos cortos intercalados con secuencias de modo de pulso largo.

25 Procesos de Apicectomía

Durante el corte de tejido gingival en un proceso de apicectomía según se describe en el Apéndice C del Manual del Usuario Waterlase®, el sangrado del tejido gingival puede ser atenuado o tratado comutando a un modo de pulso largo (por ejemplo, a través del usuario final que activa un preajuste, o manualmente) que, por ejemplo, puede 30 configurar el cortador a una potencia de aproximadamente 1-2 W, una tasa de repetición de pulsos de aproximadamente 40-50 Hz, una energía por pulso de aproximadamente 20-40 mJ, un ajuste de agua de aproximadamente 0 %, y un ajuste de aire de aproximadamente 10-20 %, y/o a combinaciones de valores como se describe en la Tabla 4 del Manual del Usuario Waterlase®. Procesos del modo de pulso corto tal como se recogen en una sección del Apéndice C que comenta procesos de apicectomía se pueden activar mediante preajustes. Con referencia al proceso de apicectomía recogido en el Apéndice C del Manual del Usuario Waterlase®, modificado por 35 la descripción en esta memoria, otras implementaciones pueden comprender cualquiera de los dos modos de corte de tejido blando (es decir, de pulso largo y corto) que se utilizan o combinan en cualquier secuencia o proporción para incluir, por ejemplo, un corte en modo de pulso corto seguido de un corte en modo de pulso largo, viceversa, y/o tratamientos utilizando pulsos largos intercalados con secuencias de modo de pulso corto y/o pulsos cortos intercalados con secuencias de modo de pulso largo. Esta descripción se puede extender a otros procesos de tejidos 40 blandos tales como frenectomías. Como un ejemplo de un proceso de apicectomía, un primer preajuste puede ser activado por el usuario final para facilitar una incisión/corte en modo de pulso corto, seguido por que el usuario final activa un segundo preajuste para facilitar un tratamiento en modo de pulso largo que puede inducir, por ejemplo, un corte de sangrado reducido o una coagulación (a través de la aplicación de láser al tejido durante aproximadamente 45 5-10 segundos), con lo que la operación puede continuar con comutaciones adicionales a, o entre uno o más de, los dos modos de corte (es decir, pulso largo y pulso corto).

Estructuras y métodos correspondientes o relacionados descritos en las siguientes patentes asignadas a BioLase Technology, Inc.: patente de EE.UU. nº 5.741.247; Patente de EE.UU. nº 5.785.521; Patente de EE.UU. nº 5.968.037; Patente de EE.UU. nº 6.086.367; Patente de EE.UU. nº 6.231.567; Patente de EE.UU. nº 6.254.597; Patente de EE.UU. nº 6.288.499; Patente de EE.UU. nº 6.350.123; Patente de EE.UU. nº 6.389.193; Patente de EE.UU. nº 6.544.256; Patente de EE.UU. nº 6.561.803; Patente de EE.UU. nº 6.567.582; Patente de EE.UU. nº 6.610.053; Patente de EE.UU. nº 6.616.447; Patente de EE.UU. nº 6.616.451; Patente de EE.UU. nº 6.669.685; Patente de EE.UU. nº 6.744.790 y Patente de EE.UU. nº 6.821.272. Por ejemplo, las distribuciones de energía óptica de salida de la lámpara de destellos 150 de la realización ilustrada de la presente invención pueden ser útiles para optimizar o maximizar un efecto de corte de una fuente de energía electromagnética tal como un láser que es accionado por la lámpara de destellos 150. La salida de energía electromagnética puede ser dirigida, por ejemplo, en el fluido (por ejemplo, una distribución atomizada de partículas fluidas) por encima de una superficie objetivo. Un aparato para dirigir energía electromagnética en una distribución atomizada de partículas de fluido por encima de una superficie objetivo se describe en la Patente de EE.UU. nº 5.574.247, a la que se ha hecho referencia anteriormente. Los pulsos largos y/o cortos pueden impartir grandes cantidades de energía al fluido (por ejemplo, partículas de fluido atomizado) que comprende preferiblemente agua, para expandir de ese modo el fluido (por ejemplo, partículas de fluido) y aplicar fuerzas de corte perturbadoras (por ejemplo, mecánicas) a la superficie objetivo.

A la vista de lo que antecede, los expertos en la técnica entenderán que los métodos de la presente invención pueden facilitar el funcionamiento de dispositivos de energía electromagnética, y en ejemplos particulares dispositivos láser médicos que presentan una capacidad de producir pulsos láser que tienen una pluralidad de duraciones de pulsos. Las realizaciones descritas anteriormente se han proporcionado a modo de ejemplo, y la presente invención no se limita a estos ejemplos.

5 Por ejemplo, la presente invención contempla un circuito de bombeo que comprende una pluralidad (por ejemplo, más de dos) de las salidas de alta tensión y las correspondientes redes de formación de pulsos (por ejemplo, para generar tres o más salidas de diferente anchura de pulso). La presente invención se puede utilizar con o puede ser construida para implementar diferentes duraciones de pulso de energía electromagnética y cantidades variables de fluido (por ejemplo, corrientes de agua, pulverizaciones o vaporizaciones) en el contexto de, por ejemplo, con láseres de tipo erbio, para facilitar, por ejemplo, el tratamiento múltiple o efectos de corte tales como efectos de corte de tipo hemostático y de tipo sangrado. Por ejemplo, se puede implementar una longitud de onda de aproximadamente 3 μm y duraciones de pulsos de 50 μs y 1000 μs para proporcionar primero y segundo efectos de corte según se deseé.

10 15 La presente invención también puede ser utilizada o construida con fuentes de potencia de carga del condensador en la generación de pulsos que tienen una duración variable, teniendo en cuenta que tales modificaciones pueden en algunos casos presentar problemas, tales como tasas de repetición de pulsos limitadas, circuitería de accionamiento relativamente cara, formas de pulsos de corriente algo rectangulares en lugar de en forma de campana y condensadores relativamente numerosos, voluminosos y/o pesados.

20 25 Aunque la invención ha sido descrita en el contexto de una primera y segunda redes de formación de pulsos, se ha de entender que también se contempla un mayor número de redes de formación de pulsos, cada una de ellas similar a la primera y segunda redes de formación de pulsos, pero construidas para generar pulsos de longitudes diferentes. Además, aunque la invención ha sido descrita en el contexto de la utilización de una única fuente de potencia para generar dos salidas de pulsos para un dispositivo de salida de energía electromagnética, las implementaciones de la presente invención utilizando tres o más redes de formación de pulsos puede comprender una sola fuente de potencia o pueden comprender un número de fuentes de potencia que es menor que el número de redes de formación de pulsos.

Adicionalmente, otras combinaciones, omisiones, sustituciones y modificaciones resultarán evidentes para el experto en la materia a la vista de la descripción en esta memoria. Por consiguiente, la presente invención no pretende estar limitada a las realizaciones descritas, sino que ha de ser definida con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para impartir fuerzas perturbadoras sobre un objetivo, que comprende:

- 5 - un dispositivo que tiene una única fuente de alimentación (105) capaz de suministrar una primera salida de alta tensión a un primer nivel de voltaje y una segunda salida de alta tensión a un segundo nivel de voltaje;
- una fuente de bombeo láser (150) que comprende una lámpara de destellos;
- 10 - una primera red de formación de pulsos (101) capaz de recibir una primera salida de alta tensión, siendo además capaz la primera red de formación de pulsos de accionar la fuente de bombeo; y
- una segunda red de formación de pulsos (102) capaz de recibir la segunda salida de alta tensión, siendo además la segunda red de formación de pulsos capaz de accionar la fuente de bombeo y estando configurada para generar un pulso de salida que tiene una duración diferente de un pulso de salida generado por la primera red de formación de pulsos;
- 15 - un dispositivo de emisión de energía electromagnética (220), correspondiendo la energía electromagnética emitida a uno o más del pulso de salida generado por la primera red de formación de pulsos y el pulso de salida generado por la segunda red de formación de pulsos;
- 20

caracterizado por que:

- 25 - también comprende una pluralidad de salidas de fluido (380) configuradas para dirigir una mezcla de aire y agua a un objetivo,
- el dispositivo de emisión de energía electromagnética está configurado para dirigir la energía electromagnética emitida a un fluido encima de una superficie objetivo,
- 30 - en donde, el dispositivo de emisión de energía electromagnética produce la energía electromagnética en forma que una pluralidad de pulsos de salida que imparten grandes cantidades de energía en al menos parte del fluido, siendo las cantidades grandes de energía impartidas en el fluido suficientes para hacer que el fluido se expanda, en donde las fuerzas de corte o ablación perturbadoras son impartidas sobre el objetivo.

35 2. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 1, en el que el dispositivo es un dispositivo láser.

3. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 2, en el que el dispositivo está construido para facilitar el corte del tejido.

40 4. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 2, en donde:

el dispositivo láser es capaz de generar un pulso láser que tiene una primera duración cuando la primera red de formación de pulsos acciona la fuente de bombeo láser; y

45 el dispositivo láser es capaz de generar un pulso láser que tienen una segunda duración, mayor, cuando la segunda red de formación de pulsos accionar la fuente de bombeo láser.

5. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 4, en donde:

50 el aparato comprende además una tercera red de formación de pulsos capaz de recibir una tercera salida de alta tensión procedente de la fuente de energía, siendo la tercera red de formación de pulsos capaz de accionar la fuente de bombeo con un pulso de salida.

6. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 4, que además comprende una entrada de control capaz de:

55 hacer que la primera red de formación de pulsos (101) accione selectivamente la fuente de bombeo láser; y

hacer que la segunda red de formación de pulsos (102) accione selectivamente la fuente de bombeo láser.

60 7. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 4, en donde la primera red de formación de pulsos (101) y la segunda red de formación de pulsos (102) se pueden seleccionar bajo el control de un usuario.

8. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 2, en donde:

el primer nivel de voltaje es de aproximadamente 1500 voltios; y el segundo nivel de voltaje es de aproximadamente 500 voltios.

9. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 2, en donde:

5 la primera red de formación de pulsos (101) comprende:

un primer condensador (115) que recibe la primera salida de alta tensión;

10 un primer inductor (125) conectado a la fuente de bombeo láser; y un transistor de conmutación (120) que conecta el primer condensador con el primer inductor; y

la segunda red de formación de pulsos (102) comprende:

15 un segundo condensador (135) que recibe una segunda salida de alta tensión;

un segundo inductor (145) conectado a la fuente de bombeo láser; y

un transistor de conmutación (140) que conecta el segundo condensador con el segundo inductor.

10. El aparato como se ha expuesto en la reivindicación 9, en donde:

20 el primer condensador (115) tiene una capacitancia de aproximadamente 50 microfaradios; el primer inductor (125) es un inductor de núcleo sólido que tiene una inductancia nominal de aproximadamente 50 microhenrios;

25 el segundo condensador (135) tiene una capacitancia de aproximadamente 400 microfaradios, y el segundo inductor (145) tiene una inductancia nominal de aproximadamente 1 milihenrio

11. Un sistema, que comprende:

el aparato de la reivindicación 1;

30 un dispositivo de emisión de energía electromagnética capaz de emitir secuencias de pulsos de energía electromagnética que tienen primeras duraciones y segundas duraciones; y

35 una interfaz de usuario (685) construida para permitir que un usuario final seleccione a partir de secuencias predeterminadas de cursos de energía electromagnética y genere y almacene secuencias definidas por el usuario de pulsos de energía electromagnética como preajustes, estando las secuencias de pulsos de energía electromagnética predeterminadas y las definidas por el usuario adaptadas para cortar tejido cuando son dirigidas sobre el tejido por parte del sistema.

40 12. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 11, en donde la secuencias de pulsos de energía electromagnética predeterminadas y las secuencias de pulsos de energía electromagnética definidas por el usuario, especifican potencia, duración del pulso, velocidad de repetición de pulsos, y energía por pulso.

45 13. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 11, en donde la interfaz de usuario (685) permite que el usuario final genere y almacene secuencias de pulsos de energía electromagnética definidas por el usuario como preajustes permitiendo que el usuario final seleccione a partir de parámetros de duración del pulso.

50 14. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 13, en donde la interfaz de usuario (685) permite que el usuario final genere y almacene secuencias definidas por el usuario de pulsos de energía electromagnética como preajustes permitiendo además que el usuario final seleccione a partir de un ajuste de agua y de un ajuste de aire.

55 15. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 11, en donde la interfaz de usuario (685) permite que un usuario final genere y almacene secuencias de pulsos de energía electromagnética definidas por el usuario como preajustes, permitiendo que el usuario final seleccione parámetros de potencia, duración del pulso, velocidad de repetición del pulso, y energía por pulso.

60 16. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 15, en donde la interfaz de usuario (685) permite que el usuario final genere y almacene secuencias de pulsos de energía electromagnética definidas por el usuario como preajustes, permitiendo además que el usuario final seleccione un ajuste de agua y un ajuste de aire.

65 17. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 11, en el que los parámetros de acuerdo con la duración del pulso son almacenados por el sistema como secuencias definidas por el usuario.

18. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 17, en el que los parámetros adicionales de acuerdo con al menos uno de potencia, velocidad de repetición del pulso, energía por pulso, ajuste de agua, y ajuste de aire son almacenados por el sistema como secuencias definidas por el usuario.

19. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 17, que comprende además un controlador (600), que comprende:

5 un procesador (605);
 una memoria no volátil (615);
 una interfaz de usuario (685), y
 un bus de sistema (665) que proporciona comunicación entre el procesador, la memoria no volátil, y la interfaz
10 de usuario; y

10 en donde el procesador está programado para recibir una entrada de usuario procedente de la interfaz de usuario y
 para almacenar un preajuste de acuerdo con la entrada de usuario.

15 20. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 11, en donde:

15 el dispositivo de emisión de energía electromagnética comprende un dispositivo láser médico, y
 los pulsos de energía electromagnética comprenden pulsos láser.

20 21. El sistema como se ha expuesto en la reivindicación 19, en donde el preajuste es almacenado en la memoria no
 volátil.

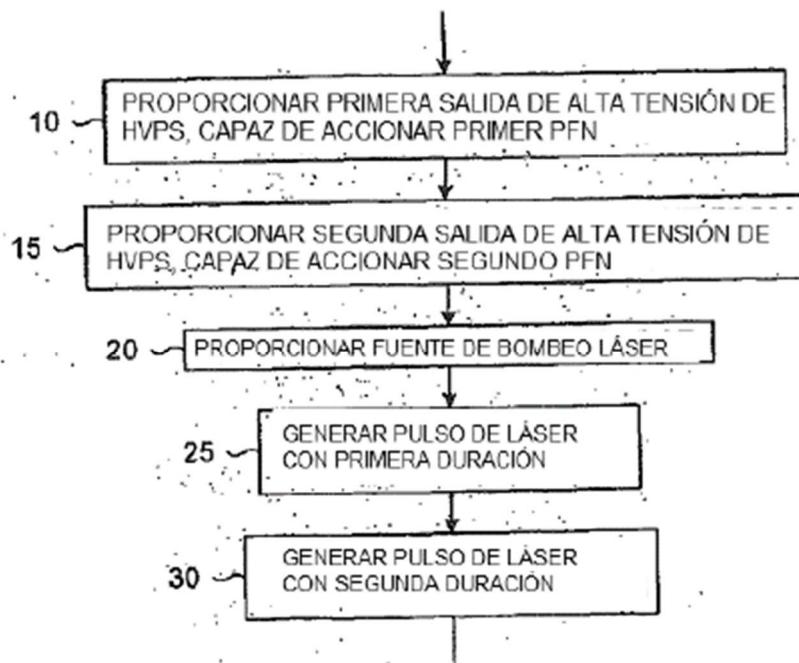


FIG. 1

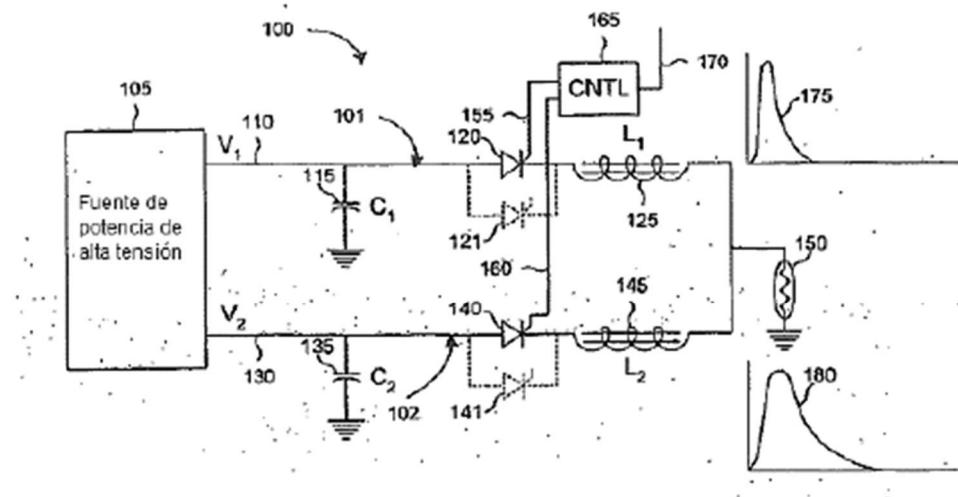


FIG. 2

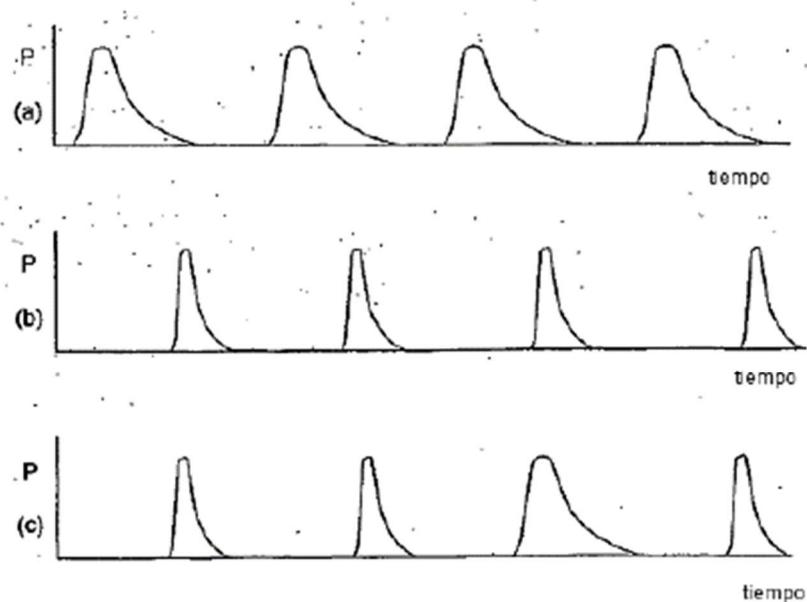


FIG. 3

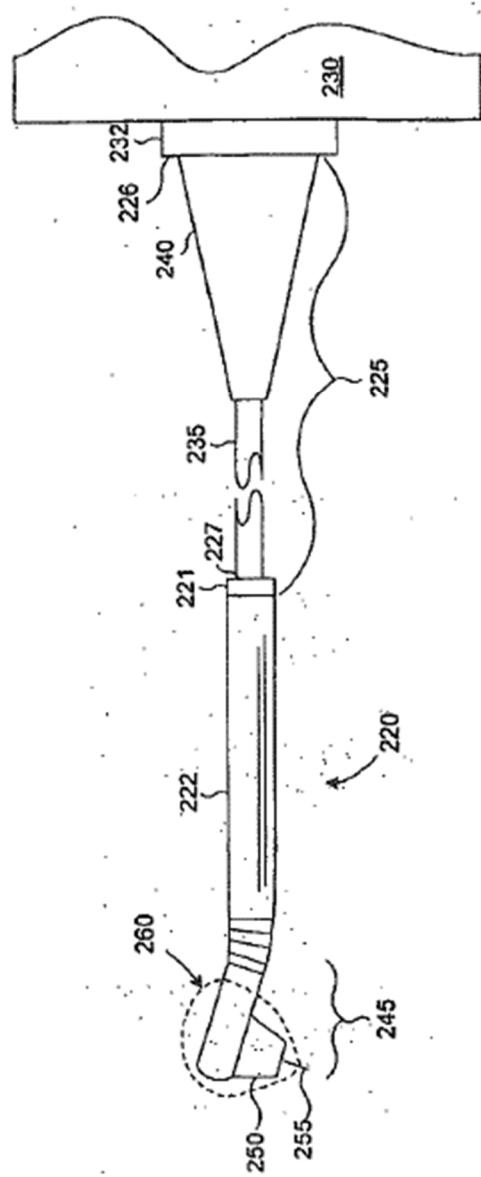
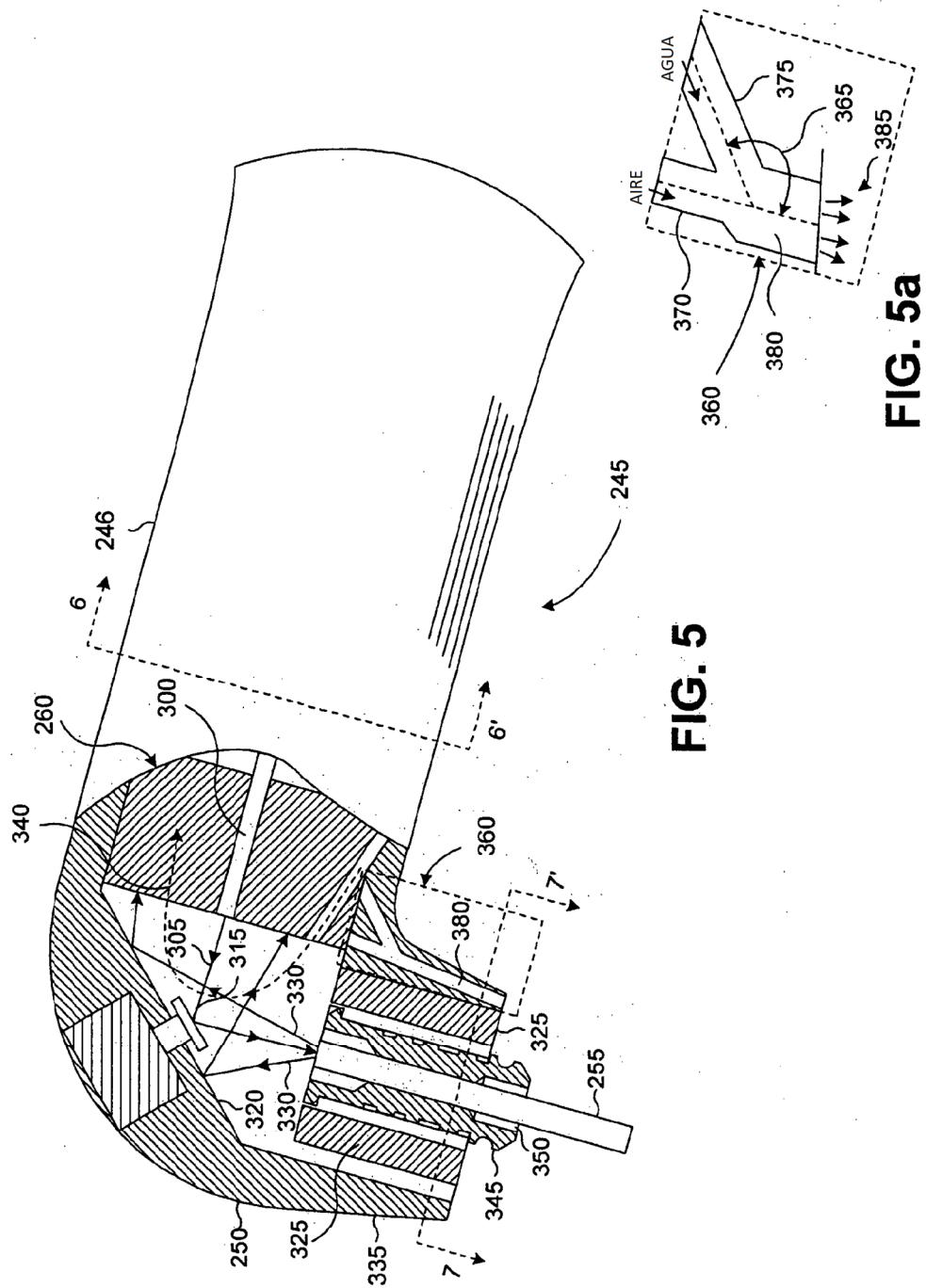


FIG. 4



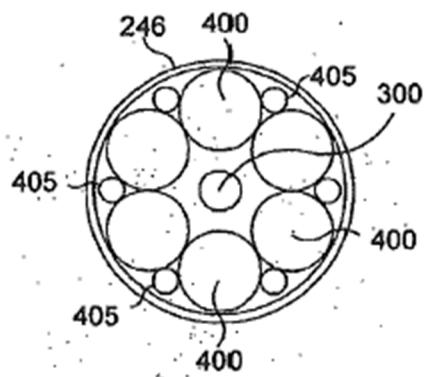


FIG. 6

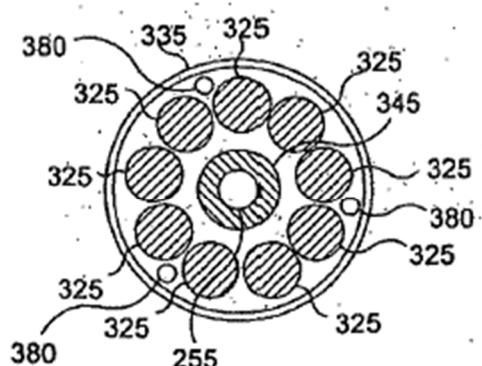


FIG. 7

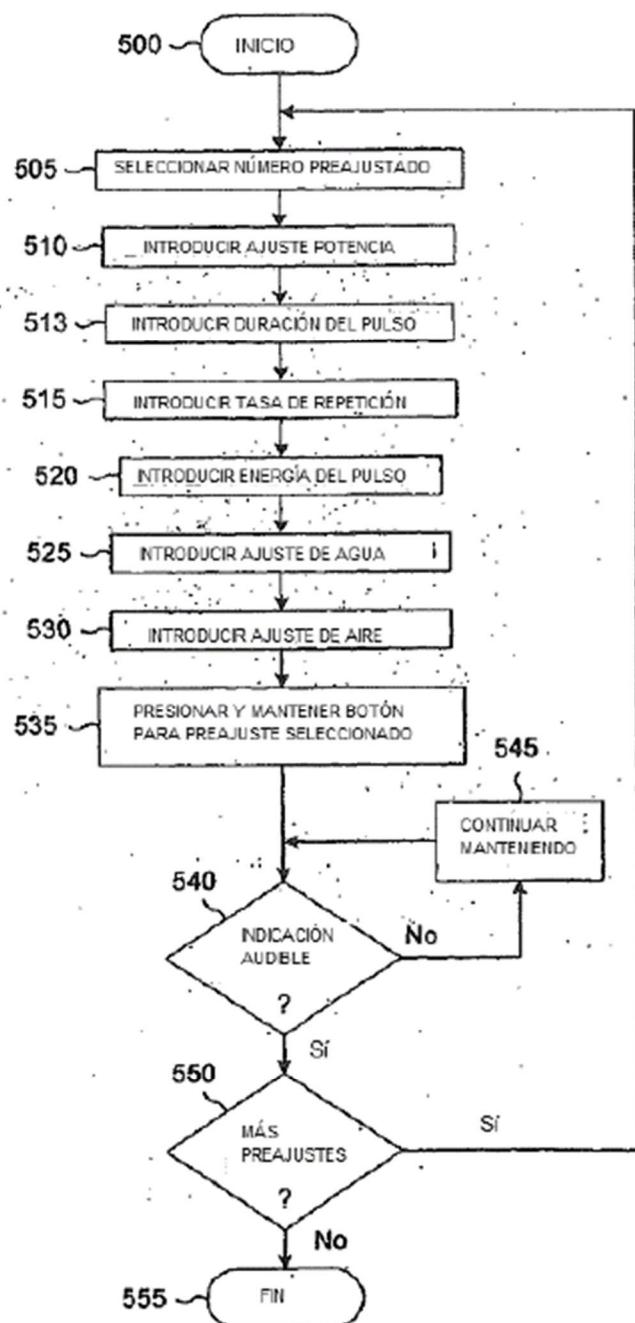


FIG. 8

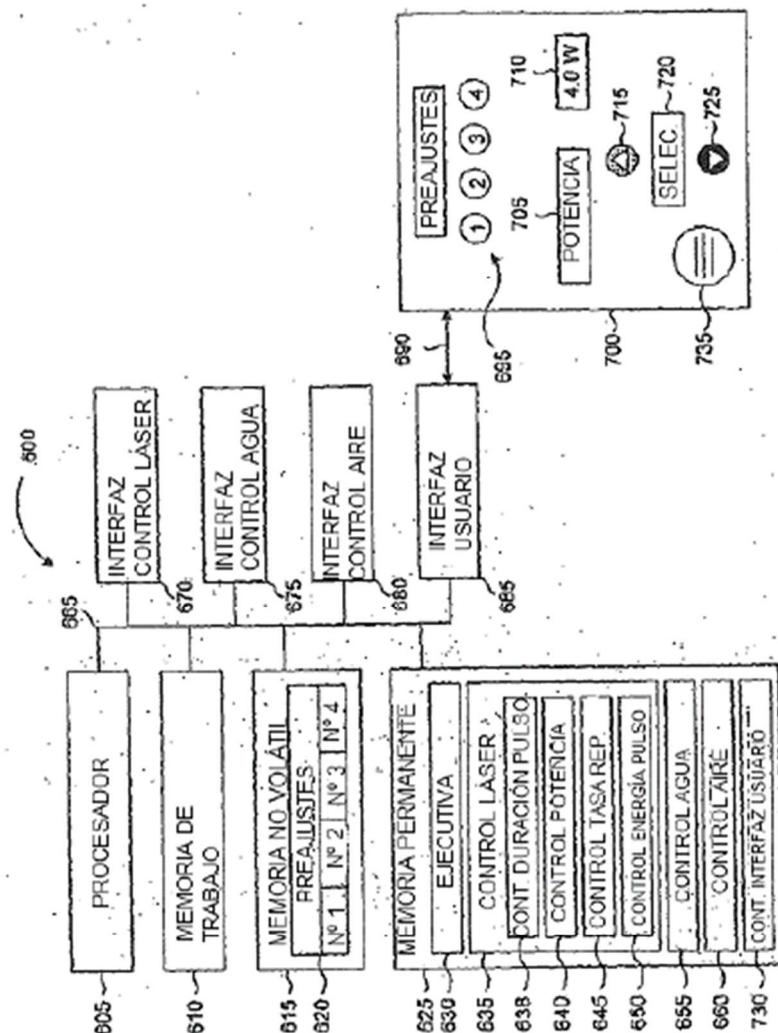


FIG. 9

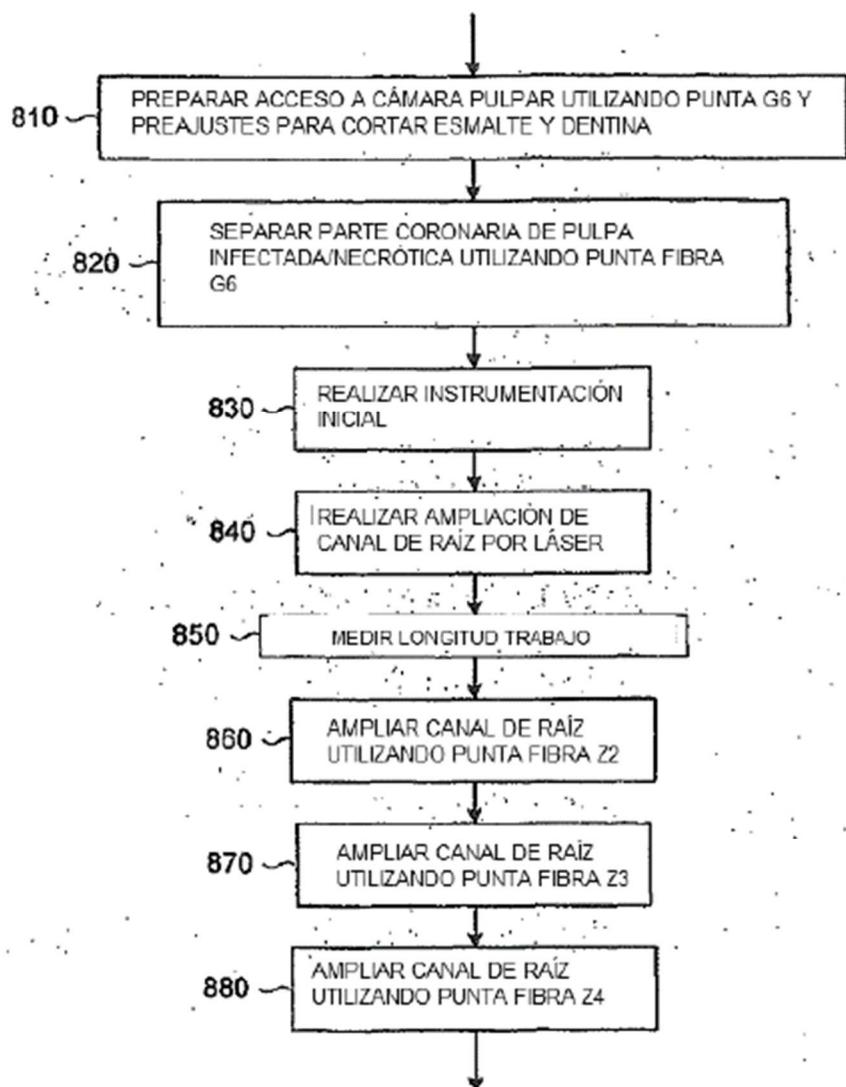


FIG. 10