

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 555**

51 Int. Cl.:

**H01S 3/00** (2006.01)

**G01J 11/00** (2006.01)

**A61F 9/008** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012 PCT/EP2012/072567**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14075713**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012 E 12808692 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2789058**

54 Título: **Enfoque de impulsos de láser**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.10.2016**

73 Titular/es:  
**WAVELIGHT GMBH (100.0%)  
Am Wolfsmantel 5  
91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:  
**VOGLER, KLAUS;  
KITTELMANN, OLAF;  
FOESEL, MATTHIAS y  
DONITZKY, CHRISTOF**

74 Agente/Representante:  
**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 587 555 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**

Enfoque de impulsos de láser.

5 **Campo técnico**

La presente exposición se refiere en general a sistemas de láser, y más particularmente a enfoque de impulsos de láser.

10 **Antecedentes**

15 Los impulsos de láser ultracortos se utilizan de manera rutinaria para procesar materiales en medicina y ciencia. En determinados casos, pueden requerirse intensidades de pico muy altas. En determinadas aplicaciones, los impulsos de láser pasan a través de componentes ópticos y entonces se enfocan en un punto de enfoque en una diana. Los componentes ópticos, sin embargo, pueden alargar los impulsos de láser con respecto al tiempo, lo que reduce la intensidad de pico de los impulsos en la diana. Además, impulsos de láser más cortos pueden experimentar mayor alargamiento que impulsos de láser más largos.

20 Se hace referencia al documento US 20050226287 que se refiere un sistema de procesamiento de láser de femtosegundos con retroalimentación, controles y parámetros de procedimiento.

**Breve resumen**

25 En determinadas realizaciones, un sistema comprende una fuente de láser, uno o más elementos ópticos, un dispositivo de monitorización y un ordenador de control. La fuente de láser emite uno o más impulsos de láser. Los elementos ópticos cambian una longitud de impulso de los impulsos de láser, y el dispositivo de monitorización mide la longitud de impulso de los impulsos de láser para detectar el cambio en la longitud de impulso. El ordenador de control recibe la longitud de impulso medida desde el dispositivo de monitorización, determina uno o más parámetros de láser que compensan el cambio en la longitud de impulso, y controla la fuente de láser según los parámetros de láser.

30 En determinadas realizaciones, un método comprende: emitir, mediante una fuente de láser, uno o más impulsos de láser; cambiar, mediante uno o más elementos ópticos, una longitud de impulso de los impulsos de láser; medir, mediante un dispositivo de monitorización, la longitud de impulso de los impulsos de láser para detectar el cambio en la longitud de impulso; recibir, en un ordenador de control, la longitud de impulso medida desde el dispositivo de monitorización; determinar, mediante el ordenador de control, uno o más parámetros de láser que compensan el cambio en la longitud de impulso; y controlar, mediante el ordenador de control, la fuente de láser según los parámetros de láser. La invención se restringe a métodos no quirúrgicos, es decir métodos que no se realizan durante una cirugía.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Se describirán a continuación ejemplos de formas de realización de la presente exposición a modo de ejemplo con mayor detalle con referencia a las la figuras adjuntas, en las que:

45 la figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema configurado para enfocar impulsos de láser sobre una diana según determinadas formas de realización;

50 las figuras 2A y B ilustran ejemplos de un objetivo de enfoque y un dispositivo de monitorización que pueden utilizarse con el sistema de la figura 1 según determinadas formas de realización;

la figura 3 ilustra un ejemplo de números de ciclo que afectan a la duración de impulso; y

55 la figura 4 ilustra un ejemplo de un dispositivo con en el que puede utilizarse el sistema de la figura 1 según determinadas formas de realización.

**Descripción de ejemplos de formas de realización**

60 Con referencia ahora a la descripción y a los dibujos, se muestran en detalle ejemplos de formas de realización de los aparatos, sistemas y métodos divulgados. La descripción y los dibujos no pretenden ser exhaustivos ni limitar o restringir de otro modo las reivindicaciones a las formas de realización específicas mostradas en los dibujos y dadas a conocer en la descripción. Aunque los dibujos representan posibles formas de realización, los dibujos no están necesariamente a escala y determinadas características pueden estar exageradas, eliminadas o parcialmente seccionadas para ilustrar mejor las formas de realización.

65 La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema 10 configurado para enfocar impulsos de láser de un haz de láser 22

sobre una diana 26 según determinadas formas de realización. En el ejemplo, el sistema 10 incluye una fuente de láser 20, uno o más elementos ópticos 24, un dispositivo de monitorización 28 y un ordenador de control 30. En determinadas formas de realización, el dispositivo de monitorización 28 mide la longitud de impulso de los impulsos de láser emitidos desde elementos ópticos 24 para detectar cambios (por ejemplo, aumentos o disminuciones) en la longitud de impulso y envía la información de medición al ordenador de control 30. El ordenador de control 30 y/o la fuente de láser 20 compensan los cambios en la longitud de impulso. En determinadas formas de realización, el ordenador de control 30 determina parámetros de fuente de láser que pueden compensar los cambios (por ejemplo, cambios en la longitud de impulso) y entonces controla la fuente de láser 20 utilizando los parámetros para dirigir el haz de láser 22 hacia la diana 26.

En determinadas formas de realización, los elementos ópticos 24 y/o la fuente de láser 20 pueden producir cambios en la longitud de impulso. En las formas de realización, pueden utilizarse elementos (tales como elementos ópticos) de la fuente de láser 20 para aplicar el ajuste apropiado (tal como un chirrido negativo) para compensar la dispersión (tal como dispersión positiva) de los elementos ópticos 24 y/o la fuente de láser 20 que provocan un chirrido (tal como un chirrido positivo). Alternativamente, puede aplicarse un chirrido positivo para compensar una dispersión negativa de los elementos ópticos 24 y/o la fuente de láser 20 que provocan un chirrido negativo. El sistema 10 puede emitir a la diana 26 impulsos de láser con una longitud de impulso y energía del impulso deseadas. En determinados casos, la longitud de impulso puede minimizarse.

La fuente de láser 20 genera y emite un haz de láser con impulsos de láser ultracortos. En este documento, un impulso de luz "ultracorto" se refiere a un impulso de luz que presenta una duración que es menor que o igual a un nanosegundo, tal como del orden de un nanosegundo, picosegundo, femtosegundo o attosegundo. Ejemplos de fuente de láser 20 incluyen láseres de nanosegundo, femtosegundo, picosegundo y attosegundo. El haz de láser puede presentar cualquier longitud de onda adecuada, tal como una longitud de onda en el intervalo de 300 a 1900 nanómetros (nm), por ejemplo, una longitud de onda en el intervalo de 300 a 650, 650 a 1050, 1050 a 1250, o 1100 a 1900 nm. El haz de láser puede comprender impulsos de cualquier duración de impulso adecuada, tal como de 1 a 1000 femtosegundos (fs), por ejemplo, aproximadamente 10 fs.

Los elementos ópticos 24 pueden comprender uno o más elementos que pueden operar sobre la luz, por ejemplo, reflejar, refractar, difractar y/o transmitir luz. Los elementos ópticos 24 pueden incluir cualquier elemento adecuado, tal como un objetivo de enfoque que puede enfocar el haz de láser 22 sobre la diana 26. Los elementos ópticos 24 pueden cambiar, por ejemplo, aumentar o disminuir, la longitud de impulso de impulsos de láser. En determinadas formas de realización, los elementos ópticos 24 pueden aplicar una dispersión positiva que alarga los impulsos en el tiempo. Por ejemplo, los elementos ópticos 24 pueden aumentar la longitud de impulso desde 10 fs hasta 200 fs. Además, impulsos de láser más cortos (por ejemplo, 200 fs o menos) pueden experimentar mayor alargamiento que impulsos de láser más largos (por ejemplo, aproximadamente 400 fs).

El dispositivo de monitorización 28 mide la longitud de impulso de impulsos de láser para detectar alargamiento de impulsos con respecto al tiempo y entonces envía la información de medición al ordenador de control 30. La longitud de impulso puede medirse de cualquier manera adecuada. En determinadas formas de realización, el dispositivo de monitorización 28 utiliza una técnica de medición no lineal en la que se copia un impulso y se combinan las copias en un medio no lineal. El medio no lineal produce una señal particular solo cuando ambas copias de impulso están presentes al mismo tiempo, de modo que la variación del retardo entre las copias de impulso y la medición de la señal para cada retardo da una estimación de la longitud de impulso. Estos dispositivos de monitorización pueden incluir un cristal de SHG, un fotodiodo y/o un detector multifotónico que detecta dos o más fotones. Los ejemplos de estos dispositivos de monitorización incluyen dispositivos de muestreo óptico resuelto en frecuencia (FROG), monitores de autocorrelación y detectores solares ciegos (para la absorción de múltiples fotones de impulsos de láser de infrarrojo cercano).

El ordenador de control 30 está configurado para recibir la longitud de impulso medida desde el dispositivo de monitorización 28, determinar uno o más parámetros de láser que compensan sustancialmente el alargamiento de la longitud de impulso en el tiempo, y controlar la fuente de láser 20 según los parámetros de láser. Los parámetros de láser y/o los elementos de fuente de láser pueden compensar el cambio de anchura de impulso de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los elementos de fuente de láser pueden generar un chirrido negativo para compensar una dispersión positiva que los elementos ópticos 24 aplican a los impulsos de láser (o viceversa). Como otro ejemplo, los parámetros pueden aumentar el número de ciclos de un amplificador regenerativo de fuente de láser 20 para inducir una modulación de fase para aplicar un chirrido negativo.

En determinados ejemplos, la dispersión positiva, o retardo de velocidad de grupo (GVD), aplicada mediante los elementos ópticos 24 puede expresarse como  $GVD_{pos}$ . El chirrido negativo aplicado mediante los parámetros de láser puede expresarse como  $|GVD_{neg}| = |GVD_{pos}|$ . El chirrido negativo puede presentar cualquier valor adecuado, por ejemplo, un valor en el intervalo de menos de 0 femtosegundos<sup>2</sup> (fs<sup>2</sup>) a más de -20.000 fs<sup>2</sup>. En determinadas formas de realización, la fuente de láser 20 puede realizar la compensación total para compensar sustancialmente los cambios en la longitud de impulso. En otras formas de realización, la fuente de láser 20 puede realizar una compensación parcial que no compensa sustancialmente los cambios en la longitud de impulso, y otro dispositivo puede realizar el resto de la compensación antes de emitir los impulsos a la diana 26.

5 La diana 26 puede representar cualquier material adecuado, tal como tejido biológico vivo o no vivo. En determinadas formas de realización, la diana 26 es tejido del ojo, tal como tejido corneal. El punto de enfoque del haz de láser puede crear una descomposición óptica inducida por láser (LIOB) en la diana 26. La longitud de impulso minimizada puede producir una LIOB a una energía de impulso más baja, lo que puede reducir o evitar efectos indeseados, tales como radiación dispersada, burbujas de gas o capas de burbujas opacas.

10 Las figuras 2A y B ilustran ejemplos de un objetivo de enfoque 32 y un dispositivo de monitorización 28 que pueden utilizarse con el sistema 10. El objetivo de enfoque 32 es un elemento óptico 24 y puede ser cualquier elemento óptico adecuado que puede enfocar el haz de láser 22, tal como un objetivo F-theta. En determinadas formas de realización, el objetivo de enfoque 32 puede ser un cono de ablación.

15 El dispositivo de monitorización 28 puede medir la longitud de impulso en cualquier ubicación adecuada en la que la medición puede proporcionar al ordenador de control 30 información que puede permitir al ordenador de control 30 calcular parámetros de láser que pueden compensar sustancialmente el cambio en la anchura de impulso. En el ejemplo, el dispositivo de monitorización 28 mide la longitud de impulso de impulsos que se emiten en la salida del objetivo de enfoque 32. El dispositivo de monitorización 28 puede acoplarse al objetivo de enfoque 32 (tal como se muestra como un ejemplo en la figura 2A) o disponerse dentro del objetivo de enfoque 32 (tal como se muestra como un ejemplo en la figura 2B).

20 El dispositivo de monitorización 28 puede medir la longitud de impulso en cualquier momento adecuado, tal como cuando se desea calibración. En determinados casos, la medición puede realizarse mecánicamente o automáticamente, tal como periódicamente (por ejemplo, de manera semanal, diaria o cada hora) o en respuesta a un evento desencadenante (por ejemplo, cuando el sistema 10 se enciende o cuando se introduce nueva información de paciente). En otros casos, la medición puede realizarse en respuesta a una petición de usuario, lo que puede hacer cualquier usuario adecuado, por ejemplo, un cirujano, una persona de mantenimiento o un fabricante.

30 La figura 3 ilustra un ejemplo de un gráfico que muestra la relación entre los números de ciclo y la duración de impulso. En el gráfico, la duración de impulso 40 es la duración de impulso en la salida de la fuente de láser 20, y la duración de impulso 42 es la duración de impulso en la diana 26. La flecha de referencia 50 indica un aumento en la duración de impulso desde la duración de impulso 40 en la salida de la fuente de láser 20 hasta la duración de impulso 42 en la diana 26. La flecha de referencia 52 indica un cambio en el número de ciclos desde 90 ciclos hasta 83 - 85 ciclos para producir una duración de impulso 42 que es cercana a la duración de impulso mínima 40 de impulso en el sistema óptico.

35 La figura 4 ilustra un ejemplo de un dispositivo 110 con el que puede utilizarse el sistema 10 de la figura 1 según determinadas formas de realización. El sistema 10 puede utilizarse para cualquier aplicación de láser adecuada. Los ejemplos de aplicaciones incluyen aplicaciones científicas y médicas, tales como aplicaciones quirúrgicas o de diagnóstico. Por ejemplo, el sistema 10 puede utilizarse con un sistema quirúrgico de láser, tal como el que se describe a continuación, una espectroscopia multifotónica u otro sistema de diagnóstico.

40 En determinadas formas de realización, el dispositivo 110 realiza cirugía refractiva de láser en un ojo 122. El dispositivo 110 incluye un dispositivo láser 115, un adaptador 120 de pacientes, un ordenador de control 130 y una memoria 132 acoplados tal como se muestra en el ejemplo. El dispositivo de láser 115 puede incluir una fuente de láser 112, un escáner 116, uno o más elementos ópticos 117 y/o un objetivo de enfoque 118 acoplados tal como se muestra en el ejemplo. El adaptador 120 de pacientes puede incluir un elemento de contacto 124 (que presenta una cara 126 de tope dispuesta hacia fuera desde una muestra) y un manguito 128 acoplados tal como se muestra. La memoria 132 almacena un programa 134 de control.

50 La fuente de láser 112 puede ser similar a la fuente de láser 20 de la figura 1 y los elementos ópticos 117 y el objetivo de enfoque 118 pueden ser similares a los elementos ópticos 24. El escáner 116, los elementos ópticos 117 y el objetivo de enfoque 118 están en la trayectoria del haz y pueden retirarse fácilmente de la trayectoria del haz dependiendo de la aplicación. El escáner 116 controla transversal (direcciones x e y) y longitudinalmente (dirección z) el punto focal de un haz de láser 114. Uno (o más) elementos ópticos 117 dirigen el haz de láser 114 hacia el objetivo de enfoque 118. El objetivo de enfoque 118 enfoca el haz de láser 114 sobre el adaptador 120 de pacientes, y puede acoplarse de manera separada al adaptador 120 de pacientes. El adaptador 120 de pacientes interconecta con la córnea del ojo 122. En el ejemplo, el adaptador 120 de pacientes presenta un manguito 128 acoplado a un elemento de contacto 124. El manguito 128 se acopla al objetivo de enfoque 118.

60 El ordenador de control 130 controla componentes controlables, por ejemplo, la fuente de láser 112, el escáner 116 y/o por lo menos un elemento óptico 117, según el programa 134 de control. El programa 134 de control contiene código informático que indica a los componentes controlables que enfoquen la radiación de laser pulsada en una región de la córnea para realizar la fotodisrupción de por lo menos una parte de la región.

65 Un componente de los sistemas y aparatos divulgados en la presente memoria (tal como el ordenador de control 130) puede incluir una interfaz, lógica, memoria y/u otro elemento adecuado, cualquiera de los cuales puede incluir

hardware y/o software. Una interfaz puede recibir entrada, enviar salida, procesar la entrada y/o salida, y/o realizar otras operaciones adecuadas. La lógica puede realizar las operaciones de un componente, por ejemplo, ejecutar instrucciones para generar salida a partir de la entrada. La lógica puede estar codificada en memoria y puede realizar operaciones cuando se ejecuta mediante un ordenador. La lógica puede ser un procesador, tal como uno o más ordenadores, uno o más microprocesadores, una o más aplicaciones y/u otra lógica. Una memoria puede almacenar información y puede comprender uno o más medios de almacenamiento tangibles, legibles por ordenador y/o ejecutables por ordenador. Los ejemplos de memoria incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM) o memoria de solo lectura (ROM)), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un disco compacto (CD) o disco de vídeo digital (DVD)), bases de datos y/o almacenamiento en red (por ejemplo, un servidor) y/u otros medios legibles por ordenador.

En formas de realización particulares, las operaciones de las formas de realización pueden realizarse mediante uno o más medios legibles por ordenador codificados con un programa de ordenador, software, instrucciones ejecutables por ordenador y/o instrucciones que pueden ejecutarse mediante un ordenador. En formas de realización particulares, las operaciones pueden realizarse mediante uno o más medios legibles por ordenador almacenados en, realizados con y/o codificados con un programa informático y/o que presentan un programa informático codificado y/o almacenado. Aunque esta exposición se ha descrito en lo que se refiere a determinadas formas de realización, para los expertos en la materia serán evidentes modificaciones (tales como cambios, sustituciones, adiciones, omisiones y/u otras modificaciones) de las formas de realización. Por consiguiente, pueden realizarse modificaciones a las formas de realización sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, pueden realizarse modificaciones a los sistemas y aparatos divulgados en la presente memoria. Los componentes de los sistemas y aparatos pueden estar integrados o separados, y las operaciones de los sistemas y aparatos pueden realizarse mediante más, menos u otros componentes. Como otro ejemplo, pueden realizarse modificaciones a los métodos divulgados en la presente memoria. Los métodos pueden incluir más, menos u otras etapas, y las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

Son posibles otras modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, la descripción ilustra formas de realización en aplicaciones prácticas particulares, aunque otras aplicaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Además, se producirán desarrollos futuros en las técnicas comentadas en la presente memoria, y los sistemas, aparatos y métodos divulgados se utilizarán con tales desarrollos futuros.

El alcance de la invención no debe determinarse con referencia a la descripción. Según los reglamentos de patentes, la descripción explica e ilustra los principios y modos de funcionamiento de la invención utilizando ejemplos de formas de realización. La descripción permite que otros expertos en la materia utilicen los sistemas, aparatos y métodos en diversas formas de realización y con diversas modificaciones, pero no debe utilizarse para determinar el alcance de la invención.

El alcance de la invención debe determinarse con referencia a las reivindicaciones y el alcance total de equivalentes a los que dan derecho las reivindicaciones. Todos los términos de las reivindicaciones deben facilitarse en sus construcciones razonables más amplias y sus significados habituales tal como entienden los expertos en la materia, a menos que se haga una indicación explícita de lo contrario en la presente memoria. Por ejemplo, la utilización de los artículos singulares tales como "un/una," "el/la," etc. debe entenderse que enumera uno o más de los elementos indicados, a menos que una reivindicación mencione una limitación explícita de lo contrario. Como otro ejemplo, "cada" se refiere a cada elemento de un conjunto o a cada elemento de un subconjunto de un conjunto, donde un conjunto puede incluir cero, uno o más de un elemento. En resumen, la invención puede modificarse, y el alcance de la invención debe determinarse, no con referencia a la descripción, sino con referencia a las reivindicaciones y a su alcance total de equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (10) que comprende:

5 una fuente de láser (20) configurada para emitir uno o más impulsos de láser, comprendiendo la fuente de láser un amplificador regenerativo;

uno o más elementos ópticos (24) que cambian una longitud de impulso del uno o más impulsos de láser;

10 un dispositivo de monitorización (28) configurado para medir la longitud de impulso del uno o más impulsos de láser para detectar el cambio en la longitud de impulso; y

un ordenador de control (30) configurado para:

15 recibir la longitud de impulso medida desde el dispositivo de monitorización (28);

caracterizado por que el ordenador de control (30) también está configurado para:

20 determinar uno o más parámetros de láser que compensan el cambio detectado en la longitud de impulso, comprendiendo el uno o más parámetros de láser un número de ciclos del amplificador regenerativo y

controlar la fuente de láser (20) según uno o más parámetros de láser indicando a la fuente de láser (20) que ajuste el número de ciclos para compensar el cambio detectado en la longitud de impulso.

25 2. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el cambio en la longitud de impulso es un aumento o disminución en la longitud de impulso.

30 3. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de monitorización (28) está configurado para medir la longitud de impulso del uno o más impulsos de láser que se emiten desde un objetivo de enfoque del uno o más elementos ópticos.

35 4. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el ordenador de control (30) está configurado para determinar el uno o más parámetros de láser determinando uno o más parámetros que introducen un chirrido positivo o negativo para compensar el cambio en la longitud de impulso.

5. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que:

40 el uno o más elementos ópticos (24) cambian la longitud de impulso provocando un chirrido negativo en los impulsos de láser; y

el ordenador de control (30) está configurado para determinar el uno o más parámetros de láser determinando uno o más parámetros que introducen un chirrido positivo o negativo para compensar el cambio en la longitud de impulso.

45 6. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el uno o más parámetros de láser compensan sustancialmente el cambio en la longitud de impulso.

50 7. Sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el uno o más parámetros de láser compensan parcialmente el cambio en la longitud de impulso.

8. Método no quirúrgico que comprende:

emitir, mediante una fuente de láser (20), uno o más impulsos de láser;

55 cambiar, mediante uno o más elementos ópticos (24), una longitud de impulso del uno o más impulsos de láser, comprendiendo la fuente de láser un amplificador regenerativo;

medir, mediante un dispositivo de monitorización (28), la longitud de impulso del uno o más impulsos de láser para detectar el cambio en la longitud de impulso;

60 recibir, en un ordenador de control (30), la longitud de impulso medida desde el dispositivo de monitorización;

caracterizado por que el ordenador de control (30) también realiza las siguientes etapas:

65 determinar, mediante el ordenador de control (30), uno o más parámetros de láser que compensan el cambio detectado en la longitud de impulso, comprendiendo el uno o más parámetros de láser un ciclo del amplificador

regenerativo; y

5 controlar, mediante el ordenador de control (30), la fuente de láser según uno o más parámetros de láser indicando a la fuente de láser (20) que ajuste el número de ciclos para compensar el cambio detectado en la longitud de impulso.

9. Método según la reivindicación 8, en el que el cambio en la longitud de impulso es un aumento o disminución en la longitud de impulso.

10 10. Método según la reivindicación 8, en el que la medición comprende medir la longitud de impulso del uno o más impulsos de láser que se emiten desde un objetivo de enfoque del uno o más elementos ópticos.

15 11. Método según la reivindicación 8, en el que la determinación del uno o más parámetros de láser comprende determinar uno o más parámetros que introducen un chirrido positivo o negativo para compensar el cambio en la longitud de impulso.

12. Método según la reivindicación 8, en el que:

20 el uno o más elementos ópticos (24) cambian la longitud de impulso provocando un chirrido negativo en los impulsos de láser; y

la determinación del uno o más parámetros de láser comprende determinar uno o más parámetros que introducen un chirrido positivo para compensar el cambio en la longitud de impulso.

25 13. Método según la reivindicación 8, en el que el uno o más parámetros de láser compensan sustancialmente el cambio en la longitud de impulso.

30 14. Método según la reivindicación 8, en el que el uno o más parámetros de láser compensan parcialmente el cambio en la longitud de impulso.

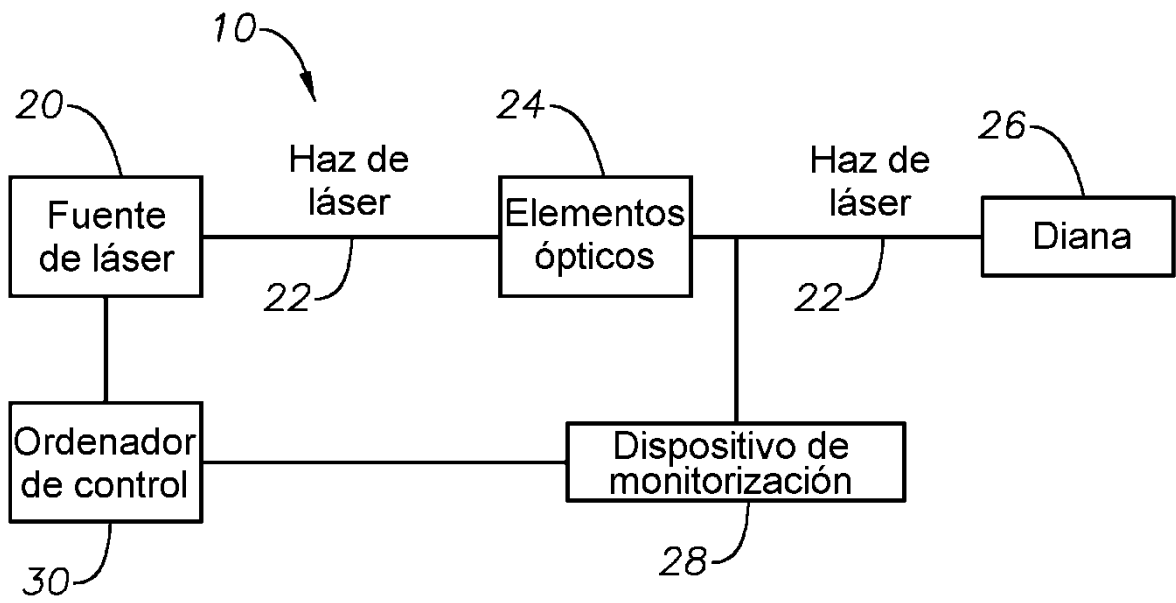


FIG. 1

FIG. 2A

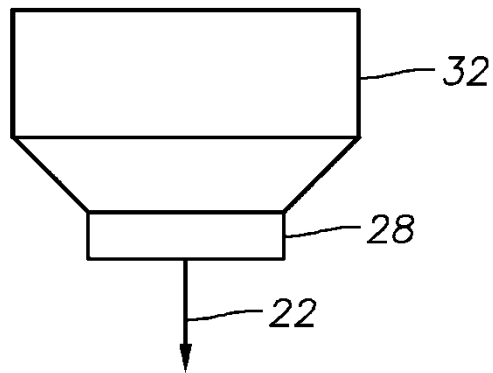
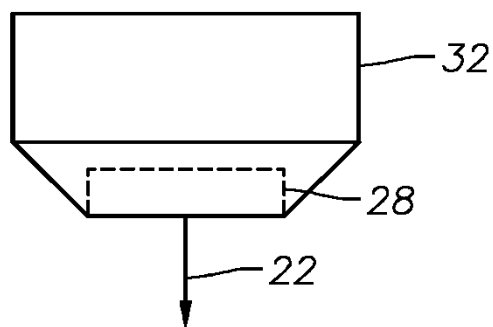


FIG. 2B





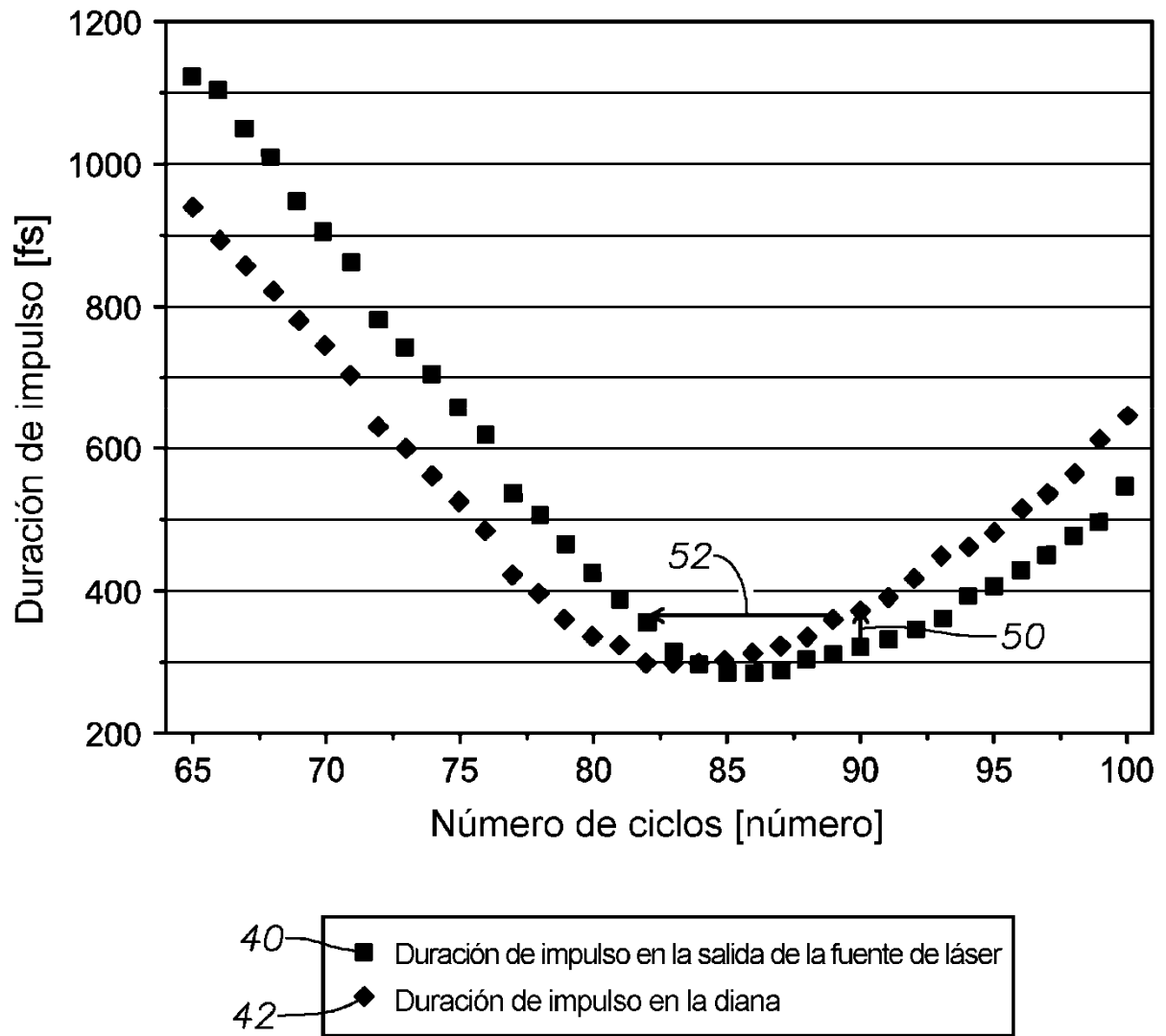


FIG. 3

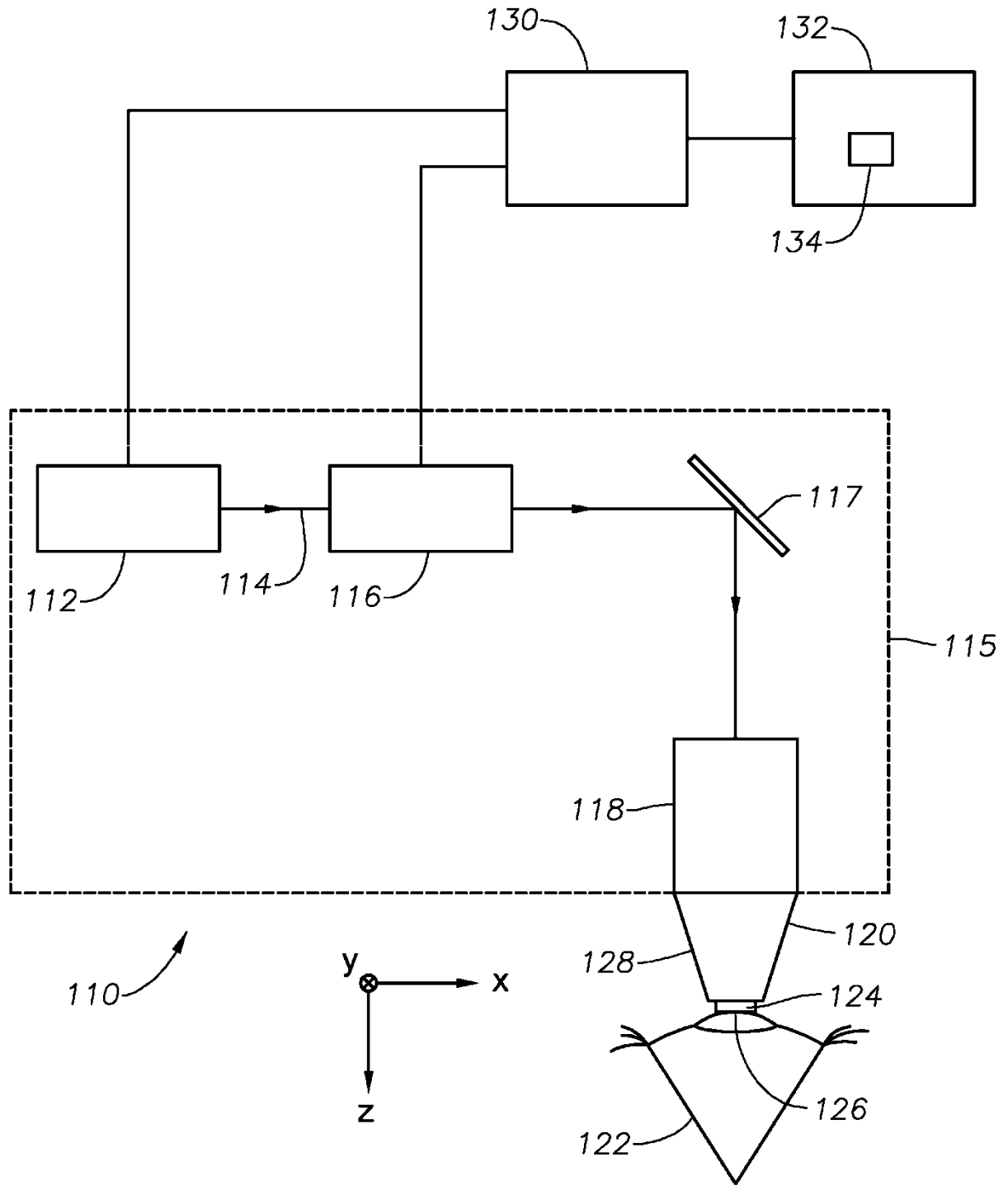


FIG. 4