

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 655**

51 Int. Cl.:

A61B 18/18 (2006.01)

A61B 18/00 (2006.01)

A61N 5/06 (2006.01)

A61B 18/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2012 E 12752023 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2680774**

54 Título: **Dispositivo manual fluorescente**

30 Prioridad:

28.02.2011 US 201161447654 P

29.07.2011 US 201161513394 P

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

28.09.2016

73 Titular/es:

GUSTAVSSON, MORGAN LARS AKE (100.0%)

1000 Bristol Street North 17, 347

Newport Beach, CA 92660, US

72 Inventor/es:

GUSTAVSSON, MORGAN LARS AKE

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 584 655 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

Dispositivo manual fluorescente

5 Antecedentes

Campo

10 La invención se refiere en general a aparatos para el tratamiento de tejido biológico usando radiación electromagnética. En particular, la invención se refiere a un dispositivo manual fluorescente para el tratamiento de tejido biológico.

Descripción de la técnica relacionada

15 Ciertos tratamientos para situaciones cosméticas y dermatológicas incluyen el uso de luz fluorescente no coherente o luz de pulsos intensos. Por ejemplo, los dispositivos pueden incluir una sustancia fluorescente o colorante para la transformación de una primera banda de luz de longitud de onda predeterminada en una segunda banda de luz de longitud de onda a pulsos predeterminada, una primera fuente de luz para la producción de luz incluyendo dicha primera banda de longitud de onda predeterminada, y un guía ondas para dirigir dicha segunda banda de longitud de onda a pulsos predeterminada a una localización predeterminada. Desafortunadamente, la eficacia del colorante puede sufrir de atenuación, blanqueado y otras reacciones químicas. También, debido a que la sustancia fluorescente o colorante se calienta durante la operación, y debido a que el calentamiento puede limitar la vida útil del colorante, dichos dispositivos pueden abordar el calentamiento de la sustancia fluorescente o colorante. Por ejemplo, puede hacerse circular el colorante a través de una unidad base separada, para mitigar la atenuación, blanqueado, y otras reacciones químicas, o para refrigerar el colorante en un intento de extender su vida útil. Sin embargo, el volumen de colorante en circulación puede ser grande y el sistema requerido para almacenar, bombear, y circular el colorante puede ser grande. Debido al volumen de colorante y al tamaño del sistema, estos componentes están generalmente en una unidad base separada del dispositivo manual de tratamiento.

20 Un sistema terapéutico, de emisión de luz configurado para tratar tejido biológico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por ejemplo por el documento US 2009/182397 A1.

Sumario de la invención

35 La invención, en diversas realizaciones, se refiere a aparatos para el tratamiento de problemas, por ejemplo, tejido biológico usando radiación electromagnética. El tejido biológico puede ser piel humana, que puede presentar al menos una lesión vascular superficial, manchas tipo vino de Oporto, telangiectasia, angioma aracniforme, hemangioma capilar, rosácea, "rojo difuso", poiquilodermia, hematomas pos-operativos, lagos venosos, lesiones de vasos de pequeño diámetro, lesiones arteriales, lesiones capilares, lesiones venosas, lesiones pigmentadas (por ejemplo, lesiones pigmentadas epidérmicas benignas, lesiones pigmentadas dérmicas benignas, nevo de Becker o nevo adquirido de Hori), tatuajes y otras indicaciones dermatológicas tales como acné, psoriasis, vitiligo y similares. La invención se puede usar también para tratar arrugas, para rejuvenecimiento de la piel, para eliminación de grasa, para celulitis, para remodelación corporal, para disminuir la circunferencia de una parte particular del cuerpo, para eliminación de pelo, y para renacimiento del pelo. Los dispositivos y métodos que pueden llevarse a cabo con los dispositivos inventivos descritos en el presente documento pueden usarse también para otras finalidades científicas, industriales u otras no terapéuticas.

45 Los aparatos pueden incluir dispositivos manuales fluorescentes que incluyen una fuente de radiación electromagnética, un guía ondas no lineal, y un sistema para la circulación o paso de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. Las ventajas de la invención pueden incluir un aparato que puede ser más pequeño, menos caro, más fácil de manejar, más fácil de almacenar, más eficiente, y más robusto que las fuentes de radiación electromagnética de la técnica anterior. El aparato puede producir también radiación electromagnética de parámetros al menos parcialmente mejorados o diferentes comparados con los aparatos previamente conocidos. Otras ventajas de la invención pueden incluir la extensión de la vida útil de la sustancia fluorescente mediante al menos una de entre la mitigación de la atenuación de la sustancia fluorescente, mitigación del blanqueado de la sustancia fluorescente, mitigación del calentamiento de la sustancia fluorescente, y mitigación de la reacción química de la sustancia fluorescente. Adicionalmente, los dispositivos descritos en el presente documento utilizan luz fluorescente en lugar de luz láser. La sustancia fluorescente puede ser ventajosamente no tóxica, permitiendo un manejo más fácil y seguro en comparación con colorantes láser, que pueden ser significativamente tóxicos. Los dispositivos descritos en el presente documento también reducen los riesgos para la seguridad del ojo en comparación con los sistemas láser y fuentes de luz de pulsos intensos.

50 En un aspecto, la invención presenta un dispositivo manual para el tratamiento de tejido biológico. El dispositivo manual incluye una fuente de radiación electromagnética, un guía ondas no lineal y un sistema para la circulación de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. El guía ondas no lineal es adyacente a la fuente, recibe la radiación electromagnética desde la fuente, y proporciona radiación electromagnética modulada al tejido biológico. La sustancia fluorescente es capaz de modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética.

En un aspecto, la invención presenta un dispositivo manual para tratamiento de tejido biológico. El dispositivo manual se configura para recibir radiación electromagnética desde al menos una fuente remota asociada de radiación electromagnética, por ejemplo un láser de cristal o un diodo láser, a través de un sistema de suministro para el suministro de la radiación electromagnética al dispositivo manual. Dicho sistema de suministro puede ser, por ejemplo, una guía de luz tal como una fibra óptica o un haz de fibras ópticas o un guía ondas, por ejemplo, un guía ondas líquido o parcialmente líquido o un guía ondas hueco. El dispositivo manual se configura para recibir la radiación electromagnética desde al menos una fuente asociada remota de radiación electromagnética y el sistema para la circulación de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. La sustancia fluorescente es capaz de modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética.

En otro aspecto, la invención presenta un aparato para el tratamiento de tejido biológico. El aparato incluye una unidad base, una fuente de energía asociada con la unidad base, y un cordón umbilical. El cordón umbilical tiene un primer extremo asociado con la unidad base y un conducto para la transmisión de energía desde la fuente de energía a un segundo extremo del cordón umbilical. El aparato incluye también un dispositivo manual asociado con el segundo extremo del cordón umbilical. El dispositivo manual incluye una fuente de radiación electromagnética, un guía ondas no lineal, y un sistema para la circulación o paso de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. La fuente está adaptada para la recepción de energía desde la fuente de energía a través del conducto. El guía ondas no lineal es adyacente a la fuente, recibe radiación electromagnética desde la fuente, y proporciona radiación electromagnética modulada al tejido biológico. La sustancia fluorescente es capaz de modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética.

Con el aparato inventivo puede llevarse a cabo un método para el tratamiento de tejido biológico. El método incluye (i) proporcionar radiación electromagnética a un guía ondas no lineal asociado con un dispositivo manual; (ii) circulación o paso de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal para modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética; y (iii) suministro de la radiación electromagnética modulada para tratar el tejido biológico.

En otros ejemplos, cualquiera de los aspectos anteriores, o cualquier aparato descrito en el presente documento, pueden incluir una o más de las siguientes características.

En diversas realizaciones, la fuente puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en una lámpara de destello, una lámpara de destello de xenón, una lámpara de destello de kriptón, una lámpara de destello de xenón-kriptón, una lámpara de arco, un diodo, un diodo láser, un láser y una fuente de luz incoherente. En una realización, el dispositivo manual incluye un recubrimiento asociado con el guía ondas no lineal para la mejora de la emisión de la radiación electromagnética desde el dispositivo manual.

En algunas realizaciones, el dispositivo manual incluye una bomba dentro del sistema para la circulación o paso de la sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. En una realización, el dispositivo manual incluye un sistema para la refrigeración de la sustancia fluorescente. El dispositivo manual puede incluir un orificio adyacente al sistema, el orificio en comunicación fluida con el sistema y adaptado para recibir la sustancia fluorescente. El dispositivo manual puede incluir un orificio que esté adaptado para la recepción de la sustancia fluorescente desde un cartucho de depósito, el cartucho de depósito puede conectarse de modo extraíble con el orificio.

En ciertas realizaciones, el dispositivo manual incluye un reflector adyacente a un extremo distal del guía ondas no lineal, reflector para reflejar la luz a un extremo proximal del guía ondas no lineal para su suministro al tejido biológico. En una realización, la radiación electromagnética modulada suministrada al tejido biológico es sustancialmente luz fluorescente. El sistema puede extender la vida útil de la sustancia fluorescente mediante al menos uno de entre mitigación de la agregación de la sustancia fluorescente, mitigación de la atenuación de la sustancia fluorescente, mitigación del blanqueado de la sustancia fluorescente, mitigación del calentamiento de la sustancia fluorescente y mitigación de la reacción química de la sustancia fluorescente.

En diversas realizaciones, el dispositivo manual incluye un conector adyacente a una primera parte del dispositivo manual, para la conexión del dispositivo manual a un cordón umbilical y para la recepción de energía desde un conducto en el cordón umbilical, energía para el accionamiento de la fuente de radiación electromagnética. En una realización, el conector está adaptado para recibir una sustancia fluorescente desde el cordón umbilical y está en comunicación fluida con un sistema para la circulación o paso de la sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal.

En algunas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por un ancho de pulsos de entre aproximadamente 0,5 ms y aproximadamente 500 s. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por un tiempo de exposición del tejido en el intervalo de aproximadamente 500 ms a aproximadamente 60 minutos. En una realización, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico es absorbida preferiblemente por la hemoglobina en la sangre sobre el tejido de la piel adyacente. Un aspecto que caracteriza la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede ajustarse a un espectro de absorción de al menos uno de entre sangre entera, hemoglobina, hemoglobina reducida, y hemoglobina oxidada. La radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede

caracterizarse por un tamaño de punto de aproximadamente 2 mm de diámetro o mayor.

En ciertas realizaciones, la modulación de al menos una propiedad de la radiación electromagnética puede incluir la variación de al menos una de entre una longitud de onda, fluencia, ancho del pulso o tren de pulsos (por ejemplo duración), forma del pulso o tren pulsos, y tiempo de exposición del tejido asociado con la radiación electromagnética. En una realización, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico se caracteriza por una densidad de energía de entre aproximadamente 0,1 J/cm² y aproximadamente 500 J/cm².

En diversas realizaciones, el dispositivo manual incluye una parte de contacto con la piel adyacente al guía ondas para el contacto con el tejido biológico y suministro de la radiación electromagnética al tejido biológico. En una realización, el dispositivo manual incluye un controlador para el ajuste de al menos un ancho de pulso que caracteriza la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico y una fluencia.

En algunas realizaciones, el aparato incluye un orificio asociado con el dispositivo manual y un cartucho que contiene la sustancia fluorescente conectable de modo extraíble al orificio, proporcionando el cartucho la sustancia fluorescente al sistema. En una realización, el aparato incluye un depósito para la sustancia fluorescente, asociado el depósito con la unidad base y en comunicación fluida con un sistema, a través del cordón umbilical, para proporcionar la sustancia fluorescente al sistema. El dispositivo manual puede ser separable del cordón umbilical. La unidad base puede ser separable del cordón umbilical.

En ciertas realizaciones, el método incluye el tratamiento de piel que tenga al menos una de entre una lesión vascular superficial, manchas tipo vino de Oporto, telangiectasia, angioma aracniforme, hemangioma capilar, rosácea, "rojo difuso", poiquilodermia, hematomas pos-operativos, lagos venosos, lesiones de vasos de pequeño diámetro, lesiones arteriales, lesiones capilares, lesiones venosas, lesiones pigmentadas (por ejemplo, lesiones pigmentadas epidérmicas benignas, lesiones pigmentadas dérmicas benignas, nevo de Becker o nevo adquirido de Hori), tatuajes, acné, psoriasis, arrugas, celulitis y vitiligo o similares. El método de ejemplo puede incluir también o alternativamente el tratamiento de la piel para rejuvenecimiento de la piel, eliminación de grasa, remodelación corporal, disminución de la circunferencia de una parte del cuerpo, eliminación de pelo o renacimiento del pelo. En una realización, el método incluye el suministro de radiación electromagnética al tejido biológico en un tren de pulsos para calentar gradualmente una región del tejido biológico a ser tratado. En otra realización, el método incluye el suministro de la radiación electromagnética al tejido biológico en un frente de pulsos para calentar primero una región del tejido biológico a ser tratado hasta una temperatura predeterminada y segundo para mantener la región del tejido biológico a ser tratado a aproximadamente la temperatura predeterminada. La radiación electromagnética puede tener anchos y/o formas del tren de pulsos variables. La modulación de al menos una propiedad de la radiación electromagnética puede incluir la variación de al menos una dirección de la luz, longitud de onda y fluencia.

En algunas realizaciones, un sistema emisor de luz, terapéutico, configurado para tratar tejido biológico comprende una fuente de radiación electromagnética y un guía ondas posicionado para recibir la radiación electromagnética desde la fuente. El guía ondas comprende un primer y segundo extremos, y una pared que se extiende entre ellos. Configurada la pared para transmitir al menos parcialmente la radiación electromagnética a través de ella, definiendo la pared un paso que se extiende a lo largo de una dirección entre dicho primer y segundo extremos, pudiendo fluir una sustancia fluorescente dentro del paso, comprendiendo la sustancia fluorescente una base líquida y un agente fluorescente, y un primer orificio y un segundo orificio en comunicación fluida con el paso. El sistema comprende además un elemento óptico de salida próximo a uno de entre el primer y segundo extremos del guía ondas. La sustancia fluorescente se configura para absorber al menos una parte de la radiación electromagnética de la fuente a través de la pared y generar luz fluorescente en respuesta a la radiación electromagnética. El guía ondas se configura para guiar la luz fluorescente emitida por la sustancia fluorescente hacia el elemento óptico de salida mediante la reflexión internamente de al menos una parte de la luz fluorescente, y el elemento óptico de salida se configura para dirigir al menos una parte de la luz fluorescente hacia el tejido biológico. El sistema comprende también un conducto de fluido en comunicación fluida con el primer y segundo orificios y configurado para transportar la sustancia fluorescente entre el paso del guía ondas y un sistema de movimiento de fluido, adaptado el sistema de movimiento de fluido para mover la sustancia fluorescente desde el primer extremo al segundo extremo a través del paso y desde el segundo extremo de vuelta al primer extremo a través del conducto de fluido, y un dispositivo de eliminación del agente fluorescente configurado para acoplarse al conducto de fluido y para eliminar el agente fluorescente de la sustancia fluorescente, estando configurado el conducto de fluido para dirigir la sustancia fluorescente a través del dispositivo de eliminación del agente fluorescente durante un primer modo de operación y para circunvalar el dispositivo de eliminación del agente fluorescente durante un segundo modo de operación.

En algunas realizaciones, la fuente se selecciona de entre el grupo que consiste en una lámpara de destello, una lámpara de destello de xenón, una lámpara de destello de kriptón, una lámpara de destello de xenón-kriptón, una lámpara de arco, un láser, un diodo, y una fuente de luz incoherente. En algunas realizaciones, el sistema comprende además un sistema de refrigeración para la refrigeración de la sustancia fluorescente. En algunas realizaciones, el sistema comprende además un orificio de entrada de fluido en comunicación fluida con el conducto de fluido y adaptado para conectar de modo extraíble un cartucho de depósito, configurado el cartucho de depósito para suministrar la sustancia fluorescente. En algunas realizaciones, el sistema comprende además un reflector cerca del extremo opuesto al extremo del elemento óptico de salida del guía ondas, configurado el reflector para

reflejar la luz fluorescente hacia el extremo del elemento óptico de salida del guía ondas para el suministro al tejido biológico a través del elemento óptico de salida. En algunas realizaciones, el sistema comprende además un reflector que se extiende alrededor y separado de la superficie exterior del guía ondas, configurado el reflector para reflejar la luz fluorescente hacia la pared del guía ondas. En algunas realizaciones, el sistema comprende además una unidad base, un cordón umbilical que puede conectarse a la unidad base, y un dispositivo manual que puede conectarse al cordón umbilical, en el que la fuente, el guía ondas, y el elemento óptico de salida se localizan dentro del dispositivo manual. En algunas realizaciones, el sistema comprende además una unidad base, un cordón umbilical que puede conectarse a la unidad base, y un dispositivo manual que puede conectarse al cordón umbilical, en el que la fuente se localiza dentro de la unidad base y el guía ondas y el elemento óptico de salida se localizan dentro del dispositivo manual, comprendiendo el cordón umbilical un conducto óptico configurado para transmitir la energía óptica desde la fuente al guía ondas.

En algunas realizaciones, la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se caracteriza por un ancho de pulso de entre aproximadamente 0,2 ms y aproximadamente 500 s. En algunas realizaciones, un espectro que caracteriza la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se hace coincidir con un espectro de absorción de al menos una de entre sangre entera, hemoglobina, hemoglobina reducida, o hemoglobina oxidada. En algunas realizaciones, la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se caracteriza por un tamaño de punto de aproximadamente 2 mm de diámetro o mayor. En algunas realizaciones, la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se caracteriza por una densidad de energía de entre aproximadamente 0,1 J/cm² y aproximadamente 500 J/cm². En algunas realizaciones, un espectro que caracteriza la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se hace coincidir con un espectro de absorción de al menos una de entre melanina, porfirina, colorante exógeno, grasa y agua del tejido biológico.

En algunas realizaciones, el sistema comprende además un controlador para el ajuste de uno o más de entre un ancho de pulsos y una fluencia que caracteriza la luz fluorescente suministrada al tejido biológico. En algunas realizaciones, el sistema comprende además un trayecto del flujo de fluido de refrigeración en el que al menos parte de él se configura para hacer circular el fluido de refrigeración entre el guía ondas y la fuente de radiación electromagnética. En algunas realizaciones, el dispositivo de eliminación del agente fluorescente comprende un filtro. El filtro puede comprender un filtro de desionización, un filtro de polaridad o un filtro de partículas. En algunas realizaciones, la sustancia fluorescente comprende además un aditivo. El aditivo puede seleccionarse de entre un grupo que consiste en uno o más de los siguientes: un agente de mejora de la solubilidad, un absorbente pasivo, un agente de mejora de la vida útil del colorante fluorescente, un detergente o una sustancia configurada para cambiar la polaridad de la sustancia fluorescente. El aditivo puede configurarse para cambiar una propiedad de la sustancia fluorescente, en el que la propiedad se selecciona de entre un grupo que consiste en una o más de las siguientes: ancho de banda de la longitud de onda de absorción, posición del ancho de banda de la longitud de onda de absorción en el espectro electromagnético, posición del ancho de banda de la longitud de onda de emisión en el espectro electromagnético, ancho de banda de la longitud de onda de emisión, longitud de onda del pico de absorción, longitud de onda del pico de emisión, eficacia de la absorción, eficacia de la emisión, desplazamiento de Stokes, vida útil del colorante fluorescente, proticidad, si la solución es más o menos prótica o aprótica, si la solución pasará de un enlace de hidrógeno a oxígeno primario en una solución, o la polaridad de la sustancia fluorescente.

En algunas realizaciones, el dispositivo de eliminación del agente fluorescente se configura adicionalmente para eliminar el aditivo de la sustancia fluorescente. En algunas realizaciones, la base líquida comprende uno o más de entre: agua, un disolvente, un disolvente orgánico, un alcohol, metanol y etanol. En algunas realizaciones, el sistema comprende además una fuente de colorante en comunicación fluida con el conducto de fluido, configurada la fuente de colorante para contener al menos una parte de la sustancia fluorescente. La fuente de colorante puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en una o más de las siguientes: un depósito de colorante, unos gránulos, una pastilla, un cartucho de colorante, un cartucho de colorante húmedo, un cartucho de colorante seco, una solución, un polvo, un colorante líquido, un recipiente, un filtro de intercambio de iones, un filtro de liberación de iones y un filtro de carbono.

En algunas realizaciones, el sistema comprende además el sistema de movimiento de fluido, una unidad base, un cordón umbilical que puede conectarse a la unidad base, y un dispositivo manual que puede conectarse al cordón umbilical, en el que el sistema de movimiento de fluido se localiza dentro del dispositivo manual. En algunas realizaciones, el sistema comprende además el sistema de movimiento de fluido, una unidad base, un cordón umbilical que puede conectarse a la unidad base, y un dispositivo manual que puede conectarse al cordón umbilical, en el que el sistema de movimiento de fluido se localiza dentro de la unidad base. En algunas realizaciones, el sistema comprende además el sistema de movimiento de fluido, en el que el sistema de movimiento de fluido se configura para bombear la sustancia fluorescente a través del guía ondas en un primer modo desde el primer orificio al segundo orificio y en un segundo modo desde el segundo orificio al primer orificio. El sistema de movimiento de fluido puede configurarse para invertir el flujo de la sustancia fluorescente a través del conducto de fluido en respuesta a una señal de control de flujo del fluido. El sistema de movimiento de fluido puede comprender un sistema de circulación de fluido configurado para hacer circular la sustancia fluorescente a través del guía ondas.

En algunas realizaciones, el agente fluorescente comprende un colorante simple y la luz fluorescente comprende un pico de emisión simple. En algunas realizaciones, el agente fluorescente comprende dos o más colorantes y la luz

fluorescente comprende dos o más picos de emisión. Al menos dos de los picos de emisión pueden solaparse al menos parcialmente.

5 En algunas realizaciones, el sistema comprende además un sistema de refrigeración en comunicación fluida con el conducto de fluido y configurado para refrigerar la sustancia fluorescente. El sistema puede comprender adicionalmente un dispositivo manual, en el que el sistema de refrigeración se localiza dentro del dispositivo manual. El sistema puede comprender adicionalmente una unidad base, en el que el sistema de refrigeración se localiza dentro de la unidad base. El sistema de refrigeración puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en uno o más de: un enfriador termoeléctrico, un intercambiador de calor, y un ventilador.

10 En algunas realizaciones, el elemento óptico de salida se selecciona de entre el grupo que consiste en uno o más de los siguientes: un separador, un guía ondas cónico positivo, un guía ondas cónico negativo, un guía ondas que tiene diferentes áreas superficiales en sus extremos proximal y distal, un guía ondas que tiene diferentes formas en sus extremos proximal y distal, un guía ondas bifurcado, un guía ondas multi-dividido, un haz de fibras, un haz de fibras que tiene un área superficial mayor en su extremo de salida que en su extremo de entrada, una pluralidad de aberturas, una abertura, una guía de luz sólida, una guía de luz líquida, una guía de luz hueca y una fibra. En algunas realizaciones, el sistema puede comprender adicionalmente una barra sólida situada dentro del guía ondas, configurada la barra sólida para generar luz fluorescente en respuesta a la energía electromagnética.

20 En algunas realizaciones, un método de ejemplo de generación de luz fluorescente para su uso científico o industrial comprende proporcionar un sistema emisor de luz adaptado para generar luz fluorescente para uso científico o industrial. El sistema emisor de luz puede comprender un guía ondas posicionado para recibir energía electromagnética desde una fuente de energía electromagnética. El guía ondas puede comprender un primer y segundo extremos, y una pared que se extiende al menos parcialmente entre ellos, configurada la pared para transmitir la radiación electromagnética a través de ella y que define un paso que se extiende a lo largo de una dirección entre dicho primer y segundo extremos, una sustancia fluorescente que puede fluir dentro del paso, configurada la sustancia fluorescente para absorber la radiación electromagnética y generar luz fluorescente en respuesta a la radiación electromagnética, comprendiendo la sustancia fluorescente un líquido base y un agente fluorescente, y un orificio de entrada y un orificio de salida en comunicación fluida con el paso. El sistema emisor de luz puede comprender adicionalmente un elemento óptico de salida próximo a uno de entre el primer y segundo extremos del guía ondas, y un conducto de fluido en comunicación fluida con los orificios de entrada y salida.

35 El método puede comprender adicionalmente la circulación de la sustancia fluorescente desde el primer extremo al segundo extremo a través del paso y desde el segundo extremo de vuelta al primer extremo a través del conducto de fluido, la transmisión de radiación electromagnética a través de la pared del guía ondas a la sustancia fluorescente dentro del paso, guiado de al menos parte de la luz fluorescente emitida por la sustancia fluorescente en respuesta a la radiación electromagnética a través del guía ondas hacia el elemento óptico de salida, eliminación del agente fluorescente de la sustancia fluorescente mediante el paso de la sustancia fluorescente a través de un dispositivo de eliminación del agente fluorescente, y proporcionar una cantidad adicional del mismo agente fluorescente al líquido base.

40 En algunas realizaciones, el dispositivo de eliminación del agente fluorescente comprende un filtro de desionización. En algunas realizaciones, proporcionar una cantidad adicional del agente fluorescente comprende añadir una pastilla, gránulos, polvo, o solución de colorante al líquido base. El líquido base puede comprender agua. En algunas realizaciones, proporcionar comprende añadir manualmente el agente fluorescente al líquido base. En algunas realizaciones, el método puede comprender adicionalmente la detección de un agotamiento del agente fluorescente y la activación de un indicador en respuesta a dicha detección. En algunas realizaciones, el método puede comprender adicionalmente la detección de un agotamiento del agente fluorescente y la adición automáticamente de agente fluorescente adicional en respuesta a dicha detección.

50 En algunas realizaciones, un método de generación de luz fluorescente para uso científico o industrial comprende proporcionar un sistema emisor de luz adaptado para generar luz fluorescente para uso científico o industrial. El sistema emisor de luz puede comprender un guía ondas posicionado para recibir energía electromagnética desde una fuente de energía electromagnética. El guía ondas puede comprender un primer y segundo extremos, y una pared que se extiende al menos parcialmente entre ellos, configurada la pared para transmitir la radiación electromagnética a través de ella y que define un paso que se extiende a lo largo de una dirección entre dicho primer y segundo extremos, una sustancia fluorescente que puede fluir dentro del paso, configurada la sustancia fluorescente para absorber la radiación electromagnética y generar luz fluorescente en respuesta a la radiación electromagnética, comprendiendo la sustancia fluorescente un líquido base y un agente fluorescente, y un orificio de entrada y un orificio de salida en comunicación fluida con el paso. El sistema emisor de luz puede comprender adicionalmente un elemento óptico de salida próximo a uno de entre el primer y segundo extremos del guía ondas y un conducto de fluido en comunicación fluida con los orificios de entrada y salida.

65 El método puede comprender adicionalmente el movimiento de la sustancia fluorescente desde el primer extremo al segundo extremo a través del paso y desde el segundo extremo de vuelta al primer extremo a través del conducto de fluido, la transmisión de radiación electromagnética a través de la pared del guía ondas a la sustancia

5 fluorescente dentro del paso, guiado de al menos parte de la luz fluorescente emitida por la sustancia fluorescente en respuesta a la radiación electromagnética a través del guía ondas hacia el elemento óptico de salida, teniendo la luz fluorescente una primera longitud de onda de pico, eliminación del agente fluorescente de la sustancia fluorescente mediante el paso de la sustancia fluorescente a través de un dispositivo de eliminación del agente fluorescente, y proporcionar un segundo agente fluorescente al líquido base después de dicha eliminación, siendo el segundo agente fluorescente diferente del primer agente fluorescente.

10 En algunas realizaciones, el segundo agente fluorescente se configura para generar luz que tiene una segunda longitud de onda de pico que es diferente de dicha primera longitud de onda de pico. En algunas realizaciones, la eliminación comprende dirigir la sustancia fluorescente a través de un filtro de desionización. En algunas realizaciones, la eliminación comprende dirigir la sustancia fluorescente a través de un filtro de polaridad. En algunas realizaciones, proporcionar una cantidad adicional del agente fluorescente comprende añadir una pastilla, gránulos, polvo, o solución de colorante al líquido base. El líquido base puede comprender agua. En algunas realizaciones, proporcionar comprende añadir manualmente el agente fluorescente al líquido base.

15 En algunas realizaciones, el método comprende además la detección de un agotamiento del agente fluorescente y la activación de un indicador en respuesta a dicha detección. En algunas realizaciones, el método comprende además la recepción de una entrada para cambiar la longitud de onda de la luz fluorescente y realizar dicha eliminación y proporcionar un segundo agente fluorescente en respuesta a dicha entrada.

20 Otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de los dibujos y descripción a continuación, en la que todos ilustran la invención, solamente a modo de ejemplo.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Las ventajas de la invención descrita anteriormente, junto con ventajas adicionales, pueden entenderse mejor en referencia a la descripción siguiente tomada en conjunto con los dibujos adjuntos. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose énfasis en lugar de generalidad en la ilustración de los principios de la invención.

30 La FIG. 1 ilustra diversos aspectos de un dispositivo manual fluorescente.

La FIG. 2 ilustra una disposición de ejemplo de algunos aspectos de un dispositivo manual fluorescente.

35 La FIG. 3 ilustra otra vista de ciertos aspectos de un dispositivo manual fluorescente.

La FIG. 4 ilustra una realización de un aparato para el tratamiento de tejido biológico.

40 La FIG. 5 ilustra un método de ejemplo para el tratamiento de tejido biológico usando un dispositivo manual fluorescente.

Las FIGS. 6A-D ilustran realizaciones de ejemplo de las FIGS. 1-4, en representaciones 3D producidas por un software de tipo CADD.

45 La FIG. 7 ilustra otra realización de un sistema para el tratamiento de tejido biológico con luz fluorescente.

La FIG. 8 ilustra una realización del sistema de eliminación del colorante de la FIG. 6.

50 La FIG. 9 ilustra una realización del sistema de refrigeración de la FIG. 6.

La FIG. 10 ilustra una realización del dispositivo manual de la FIG. 6.

La FIG. 11 ilustra otra realización del sistema guía ondas del dispositivo manual de la FIG. 9.

55 La FIG. 12 ilustra una realización de una salida óptica sustancialmente cilíndrica.

La FIG. 13 ilustra una realización de la salida óptica de la FIG. 12 con un extremo ensanchado opcional.

60 **Descripción detallada de la realización preferida**

La FIG. 1 ilustra diversos aspectos de un dispositivo manual fluorescente 100 para el tratamiento de tejido biológico usando radiación electromagnética. El dispositivo manual 100 incluye una fuente 105 de radiación electromagnética y un guía ondas no lineal 110 adyacente a la fuente 105. La fuente 105 puede incluir una cubierta 120 y puede tener un gas en su interior 125. La fuente 105 puede tener terminales positivo 150 y negativo 155, para el establecimiento de un circuito para proporcionar energía para accionar la fuente 105. El guía ondas 110 puede incluir una tubería o tubo flexible 130 y un paso 135 para una sustancia fluorescente. El dispositivo manual 100 puede incluir un sistema

115 para la circulación de una sustancia fluorescente a través del guía ondas 110. El dispositivo manual 100 puede incluir también un conducto 165 que establece comunicación fluida entre el guía ondas 110, el sistema 115, y un depósito 160. Adicionalmente, el dispositivo manual 100 puede incluir una parte de contacto 140 con la piel adyacente al guía ondas 110 y un reflector 170 adyacente a un extremo distal del guía ondas 110. Adicionalmente, el dispositivo manual 100 puede incluir al menos un sistema de refrigeración 145 en comunicación térmica con al menos uno de entre la fuente 105, el guía ondas 110 y el sistema 115. En la realización ilustrada, el sistema de refrigeración 145 incluye una admisión 175 y un escape 180, para la recepción y retirada de refrigerante.

En diversas realizaciones, la fuente 105 puede ser una lámpara de destello, una lámpara de destello de xenón, una lámpara de destello de kriptón, una lámpara de destello de xenón-kriptón, una lámpara de arco, un diodo y una fuente de luz incoherente. El dispositivo manual 100, en diversas realizaciones, puede incluir uno, dos, tres o más fuentes. En algunas realizaciones, los pulsos o trenes de pulsos desde la fuente 105 pueden repetirse con una frecuencia de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 10 Hz. En algunas realizaciones que tienen más de una fuente 105, las fuentes pueden emitir pulsos simultáneamente con pulsos simples o trenes de pulsos o secuencialmente con pulsos solapados, parcialmente solapados, o no solapados. El guía ondas 110 recibe radiación electromagnética desde la fuente 105 y suministra radiación electromagnética al tejido biológico (no mostrado). El guía ondas 110 puede incluir al menos uno de entre un vidrio, cristal, plástico, borosilicato, silicato, zafiro, metacrilato polimetílico (PMMA), PTFE, o cualquier otro material transparente adecuado. El guía ondas 110 puede incluir un recubrimiento o recubrimientos parciales o completos para mejora de la emisión de la radiación electromagnética. Por ejemplo, el recubrimiento puede ser al menos uno de entre un metal, silicio, silicio - titanio, tántalo, material orgánico, PTFE y un recubrimiento óptico de paso de longitudes de onda cortas. En una realización, el guía ondas 110 es un tubo simple guía ondas adaptado para contener una sustancia fluorescente. En otras realizaciones, un guía ondas puede ser un guía ondas coaxial adaptado para contener por separado dos o más sustancias fluorescentes.

El guía ondas 110 puede adaptarse para suministrar radiación electromagnética directamente al tejido biológico, o puede adaptarse para suministrar radiación electromagnética al tejido biológico a través de una parte de contacto 140 con la piel adyacente al guía ondas 110. La parte de contacto 140 con la piel puede incluir un vidrio, cristal, sílice, zafiro o plástico. La radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede ser sustancialmente luz fluorescente. En diversas realizaciones, el dispositivo manual 100 incluye un reflector 170 adyacente a un extremo distal del guía ondas 110. El reflector 170 está adaptado para reflejar la luz a un extremo proximal del guía ondas no lineal para su suministro al tejido de biológico. En una realización, el reflector 170 es un espejo. En otra realización, el reflector 170 es una superficie blanca difusora o de absorción blanca (por ejemplo, no absorbe sustancialmente radiación electromagnética). El reflector 170 puede envolverse alrededor del guía ondas 110 y/o la fuente 105, para incrementar la cantidad de radiación electromagnética suministrada al guía ondas 110. El reflector 170 puede ser una elipse, una cavidad de acoplamiento del guía ondas y fuente, u otra forma geométrica seleccionada para enfocar y/o suministrar radiación electromagnética desde la fuente 105 al guía ondas 110.

En algunas realizaciones, el guía ondas 110 puede fabricarse de o recubrirse con un material seleccionado para tener un índice de refracción más bajo que, más alto que, o igual a un índice de refracción de la sustancia fluorescente. Si la diferencia entre los índices de refracción del guía ondas 110 y la sustancia fluorescente es grande, la luz se curvará más (el ángulo de la luz se cambia en un grado mayor) cuando entra en la pared del guía ondas 110 y vuelve a la sustancia fluorescente desde la pared del guía ondas 110, que si la diferencia entre los índices de refracción del guía ondas 110 y la sustancia fluorescente es más pequeña. Un grado mayor de refracción o cambio en el ángulo de la luz da como resultado una mayor pérdida de energía. Por lo tanto, una pequeña diferencia entre los índices de refracción del guía ondas 110 y la sustancia fluorescente puede ayudar ventajosamente a reducir la pérdida de energía luminosa y mejorar el rendimiento. Seleccionando materiales de modo que el guía ondas 110 tenga un índice de refracción más bajo que la sustancia fluorescente puede ayudar también a reducir la refracción, reduciendo de ese modo la pérdida de energía e incrementando la eficiencia. En algunas realizaciones, cuanto mayor es la concentración de sustancia fluorescente, mayor es el impacto de la diferencia en los índices de refracción entre el guía ondas 110 y la sustancia fluorescente sobre la cantidad de luz perdida y la eficiencia.

En algunas realizaciones, el guía ondas 110 puede comprender un tubo flexible o manguito en lugar de un tubo rígido hecho de, por ejemplo, vidrio. Un diámetro de un guía ondas flexible 110 puede cambiar cuando cambia la presión de la sustancia fluorescente que fluye a través del guía ondas 110, similarmente a un globo. Un material flexible, por ejemplo, politetrafluoroetileno (PTFE) puede tener un bajo índice de refracción de modo que el guía ondas 110 sea más eficiente y produzca más salida de energía. Materiales de ejemplo del guía ondas 110, generalmente para disminuir los índices de refracción y por lo tanto disminuir la pérdida de energía luminosa, incluyen: un vidrio, por ejemplo vidrio LASF43, zafiro, cuarzo, borosilicato, y Teflón® AF-2400 (politetrafluoroetileno (PTFE)). En algunas realizaciones, que tienen un guía ondas 110 con un alto índice de refracción, la diferencia en los índices de refracción del guía ondas 110 y la sustancia fluorescente puede reducirse seleccionando una sustancia fluorescente que tenga un alto índice de refracción, por ejemplo, polietilenglicol, o aceite de silicona. Una sustancia fluorescente que tenga un índice de refracción más alto puede permitir también que se capture más luz fluorescente en el guía ondas 110 y la sustancia fluorescente por medio de la reflexión interna total, amplificando de ese modo la energía luminosa dentro del guía ondas 110.

La FIG. 2 ilustra una disposición de ejemplo de diversos aspectos de un dispositivo manual fluorescente. En diversas realizaciones, el guía ondas 110 está separado en una distancia d_1 de la fuente 105, lo que puede mitigar el calentamiento del guía ondas 110 y la sustancia fluorescente por la fuente 105 mitigando la comunicación térmica entre la fuente 105 y el guía ondas 110. La distancia de separación d_1 puede mitigar también el calentamiento facilitando que se disponga un refrigerante, u otro elemento de refrigeración, al menos parcialmente entre la fuente 105 y el guía ondas 110. En una realización, la distancia d_1 puede ser de aproximadamente 1 mm a 100 mm, por ejemplo 10 mm. En diversas realizaciones, el guía ondas 110 tiene una longitud 11, que puede ser mayor que, menor que, o igual a la longitud 12 de la fuente 105 (por ejemplo, longitud del arco, excluyendo la dimensión de los electrodos), lo que puede facilitar la transmisión de la radiación electromagnética a sustancialmente toda la longitud del guía ondas 110 y/o maximizar el uso de la sustancia fluorescente. En una realización, la longitud 11 puede ser aproximadamente 1 mm más corta que la longitud 12 (por ejemplo, 0,5 mm más corta en cada extremo). En una realización, la longitud 11 puede ser aproximadamente 2 mm a 4 mm más corta que la longitud 12 (por ejemplo, 1 mm a 2 mm más larga en cada extremo). En algunas realizaciones, la longitud del guía ondas 11 puede ser mayor que la longitud 12 de la fuente 105. Por ejemplo, el guía ondas 110 puede sellarse y tener un anillo tórico en cada extremo. Las partes extremas del anillo tórico pueden ser cada una de aproximadamente 1 mm de longitud, de modo que la longitud 11 total del guía ondas 110 es aproximadamente 2 mm mayor que la longitud 12. Las partes extremas del guía ondas 110 pueden recubrirse con un recubrimiento reflector o totalmente internamente reflector para ayudar a reducir la pérdida de luz desde el guía ondas 110 a los anillos tóricos y para proteger los anillos tóricos frente a daños térmicos. El recubrimiento puede ser, por ejemplo, oro interno, plata interna, recubrimiento óptico, PTFE, u otro material de bajo índice de refracción. En diversas realizaciones, el guía ondas 110 está separado una distancia d_2 de la parte de contacto 140 con la piel. En una realización, la distancia d_2 es de aproximadamente 0,5 mm. En diversas realizaciones, el guía ondas 110 tiene una longitud en diagonal (por ejemplo, un diámetro) 13 que es menor que una longitud en diagonal 14 correspondiente de la parte de contacto 140 con la piel. En una realización, la longitud (por ejemplo un diámetro) 14 es aproximadamente dos veces la distancia d_2 más larga que la longitud 13 (por ejemplo, $14 \approx 2d_2 + 13$), para dirigir el cono de radiación electromagnética emitida desde el guía ondas 110 a la piel. Sin embargo, las longitudes 14 y 13 no están limitadas a estas relaciones y pueden ser sustancialmente la misma, mayor, o menor.

En otra realización, el guía ondas 110 y la parte de contacto 140 con la piel están sustancialmente en contacto. En una realización, el guía ondas 110 y el reflector 170 no están en contacto directo o están separados en otra forma (por ejemplo, con un gas, líquido o sólido interpuesto). Esta separación puede facilitar la refrigeración del guía ondas 110, por ejemplo, mediante el incremento de la comunicación térmica entre el guía ondas 110 y un refrigerante u otro elemento de refrigeración. En algunas realizaciones, la sustancia fluorescente puede circular o pasar a través del espacio entre el guía ondas 110 y el reflector 170. Esta separación espacial puede diseñarse también para optimizar la reflexión de la radiación electromagnética desde un extremo distal del guía ondas 110, al reflector 170, y de vuelta al guía ondas 110. En otra realización, el guía ondas 110 y el reflector 170 están sustancialmente en contacto. Las posiciones, tamaños y/o propiedades ópticas relativas (por ejemplo, convexidad/concavidad/lisura) del guía ondas 110 y del reflector 170 pueden diseñarse para maximizar la cantidad de radiación electromagnética reflejada de vuelta al interior del guía ondas.

La sustancia fluorescente puede hacerse circular por el sistema 115 a través del guía ondas 110, y es capaz de modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética. El sistema 115 puede ayudar a extender la vida útil de la sustancia fluorescente en al menos una de entre mitigar la atenuación de la sustancia fluorescente, mitigar el blanqueado de la sustancia fluorescente, mitigar el calentamiento de la sustancia fluorescente y mitigar la reacción química de la sustancia fluorescente. En algunas realizaciones, el sistema 115 puede incluir un filtro de partículas. En algunas realizaciones, el sistema 115 puede ser adyacente a un orificio, que está en comunicación fluida con el sistema y adaptado para recibir la sustancia fluorescente desde el depósito 160. En una realización, el orificio está adaptado para recibir la sustancia fluorescente desde un cartucho que se puede conectar de modo extraíble con el orificio. El cartucho puede contener aproximadamente 2 decilitros, o más, o menos, de la sustancia fluorescente. En otro ejemplo, el orificio puede adaptarse para recibir la sustancia fluorescente desde otra fuente tal como un cordón umbilical que puede fijarse al dispositivo manual 100. Un conducto 165 establece una comunicación fluida entre el guía ondas 110, el sistema 115 y el orificio.

El sistema 115 puede incluir una bomba para la circulación de la sustancia fluorescente. La bomba puede ser de cualquier tipo de bomba adecuada para una sustancia fluorescente, incluyendo de fuelles, centrífuga, de diafragma, de tambor, lineal flexible, impulsor flexible, engranajes, peristáltica (por ejemplo, de tubo), pistón, cavidad progresiva, lóbulos rotativos, vano rotativo, o bomba de jeringa. En una realización, la bomba está unida magnéticamente a una bomba de tipo engranajes. En otra realización, la bomba es una bomba accionada por solenoide. En diversas realizaciones, la bomba puede incluir un politetrafluoroetileno (PTFE, por ejemplo TEFLÓN®, una marca comercial registrada de E. I. du Pont de Nemours and Company) o un material de acero inoxidable que define al menos una parte de un trayecto de circulación de la sustancia fluorescente. El PTFE, o material con propiedades físicas y químicas similares, puede usarse en los sellados. Los materiales de la bomba pueden seleccionarse para que sean esencialmente químicamente inertes, por ejemplo, con respecto a la sustancia fluorescente y al entorno de operación.

La FIG. 3 ilustra una vista en sección transversal 150 de una parte del dispositivo manual fluorescente de la FIG. 1. La fuente 105 puede incluir una cubierta 120 y puede tener un gas en su interior 125. En un ejemplo, el gas es xenón. En general, la fuente 105 se selecciona para emitir al menos una longitud de onda de luz empleada por la sustancia fluorescente. En una realización, el paso 135 a través del guía ondas 110 tiene un diámetro de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 30 mm. En una realización, el grosor de la pared de la tubería 130 puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm. En general, el paso 135 tiene un diámetro que se selecciona para contener un volumen suficiente de sustancia fluorescente, el grosor de la pared de la tubería 130 se selecciona basándose en el material para proporcionar una integridad estructural suficiente, y el diámetro total del guía ondas 110 se elige con relación al tamaño del punto deseado a ser producido por el dispositivo manual 100. El diámetro total del guía ondas 110 puede también elegirse con relación a las dimensiones de la fuente 105, la longitud del guía ondas 110, y la concentración de la sustancia fluorescente.

En general, la sustancia fluorescente es capaz de modular (por ejemplo, transformar, convertir, o variar) al menos una propiedad de la radiación electromagnética. Por ejemplo, la sustancia fluorescente puede ser un colorante seleccionado para convertir la radiación electromagnética desde al menos una primera longitud de onda a al menos una segunda longitud de onda. En algunas realizaciones, puede emplearse más de un colorante para utilizar la luz desde la fuente 105. En consecuencia, puede seleccionarse al menos un colorante dependiendo del tratamiento deseado y/o de la longitud de onda de emisión deseada. Debido a que la longitud de onda de emisión puede controlarse seleccionando uno o más colorantes apropiados, el dispositivo manual fluorescente 100 no requiere un filtro para obtener la longitud de onda de emisión deseada. Sin embargo, en algunas realizaciones, el dispositivo manual fluorescente 100 puede incluir un filtro, por ejemplo un filtro óptico, para el control de las longitudes de onda suministradas al tejido biológico. En algunas realizaciones, se usa un filtro espacial para controlar el tamaño del punto y la forma del punto.

Las longitudes de onda de absorción y emisión de la sustancia fluorescente pueden seleccionarse por un usuario o un técnico. En un ejemplo, la sustancia fluorescente puede cambiar la luz azul-verde en luz amarilla. Por ejemplo, la sustancia fluorescente puede ser un colorante líquido tal como pirrometeno, por ejemplo, pirrometeno 556, para el cambio de la luz emitida desde la fuente 105 a la longitud de onda deseada. La concentración del colorante puede variarse para conseguir diferentes longitudes de onda de la luz de salida. Una concentración adecuada puede ser una concertación suficiente para conseguir aproximadamente el 70-100 % de absorción del ancho de banda electromagnético de la radiación electromagnética desde la fuente 105. El líquido base puede ser, por ejemplo, agua, un alcohol, por ejemplo polietilenglicol, una mezcla de alcoholes, por ejemplo metanol y/o etanol, o una mezcla de alcohol y agua. Son posibles también otros base líquidas, por ejemplo, un aceite, tal como un aceite de silicona, o DMSO. En diversas realizaciones, la sustancia fluorescente puede incluir 4-dicianometileno-2-metil-6-(p(dimetilamino)estirilo)-4H-pirano (DCM), pirrometeno, fluoresceína, cumarina, estilbeno, umbeliferona, tetraceno, verde malaquita, rodamina 6G, o cloruro de sulfurodamina 640. En diversas realizaciones, puede añadirse adamantina a la sustancia fluorescente para prolongar su vida. En algunas realizaciones, pueden añadirse cicloheptatrieno y ciclooctatetraeno a una sustancia fluorescente como triple atenuador para incrementar la potencia de salida. Ciertas realizaciones, una sustancia fluorescente puede incluir uno o más pirrometenos u otros colorantes fluorescentes. El índice de reflexión para el líquido puede diferir fuertemente del índice de reflexión en el guía ondas 110, o puede ser sustancialmente el mismo. Un caudal adecuado para el líquido puede ser de aproximadamente 0,5 - 4 l/min. El paso 135 puede ser parte del sistema 115.

En diversas realizaciones, el sistema de refrigeración 145 puede ser un sistema para la refrigeración de la sustancia fluorescente. En algunas realizaciones, el sistema 115 para la circulación de una sustancia fluorescente puede funcionar como, o incluir, un sistema para la refrigeración de la sustancia fluorescente. El sistema de refrigeración 145 puede adaptarse también para refrigerar cualquiera de los componentes del dispositivo manual 100, y/o para refrigerar el tejido biológico por separado o en un sistema de refrigeración integrado. El sistema de refrigeración 145 puede estar en comunicación térmica con al menos uno de la fuente 105, el guía ondas 110, la parte de contacto 140 con la piel y el sistema 115. El sistema de refrigeración 145 puede emplear un refrigerante tal como un gas o líquido para refrigerar al menos una de la fuente 105, guía ondas 110, la parte de contacto 140 con la piel y el sistema 115. En una realización, el sistema de refrigeración 145 emplea agua como refrigerante. En una realización, el sistema de refrigeración 145 tiene una admisión 175 y un escape 180, para la recepción y retirada del refrigerante del sistema de refrigeración 145. En una realización, el sistema de refrigeración 145 incluye un refrigerante Peltier o termoeléctrico. El sistema de refrigeración 145 puede incluir un radiador o un ventilador.

En algunas realizaciones, diversos componentes del sistema pueden beneficiarse de la refrigeración, por ejemplo, la sustancia fluorescente, la fuente 105, y/o la parte de contacto 140 con la piel o la óptica de salida descrita con mayor detalle en el presente documento. Cada uno de estos componentes puede tener un sistema de refrigeración asociado, o bien por separado o integrado con los otros. La fuente 105 puede proporcionarse con su propio sistema de refrigeración debido a la cantidad de calor producido por la fuente 105. En algunas realizaciones, un sistema de refrigeración refrigera la sustancia fluorescente, lo que a su vez puede refrigerar la parte de contacto 140 con la piel u óptica de salida. En algunas realizaciones, el guía ondas 110 puede tener su propio sistema de refrigeración asociado, por ejemplo, una camisa de agua. Los diversos sistemas de refrigeración pueden incluir un radiador, un ventilador, un sistema de intercambio de calor, o cualquier otro sistema de refrigeración descrito en el presente documento o conocido en otra forma en la técnica.

El documento de patente de Estados Unidos n.º 5.320.618 enseña diversas fuentes, guía ondas, sistemas, sistemas para refrigeración, y otros aspectos que pueden adaptarse fácilmente por un experto en la materia para su uso con la presente invención.

5 En diversas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico se caracteriza por un ancho de pulso o tiempo de exposición de entre aproximadamente 0,2 ms y aproximadamente 60 minutos. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por pulsos de aproximadamente 0,2 ms a aproximadamente 500 ms con incrementos de aproximadamente 0,2 ms. En algunas realizaciones, un ancho de pulso está entre aproximadamente 0,4 ms y aproximadamente 100 ms. En algunas realizaciones, un ancho de pulso es de aproximadamente 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 o 20 s. El sistema actual puede producir pulsos de luz que tienen anchos de pulso más largos que los sistemas láseres típicos que funcionan en la misma longitud de onda. Por ejemplo, el ancho de pulso de algunos láseres con colorante está limitado por la formación del estado triple. Los sistemas láser también pueden provocar desfavorablemente efectos adversos tales como púrpura, dolor, PIH (hiperpigmentación pos-inflamatoria) y/o revascularización. La radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede absorberse preferentemente por un cromóforo de la piel. Por ejemplo, el cromóforo puede incluir al menos una de entre hemoglobina en la sangre, melanina, feomelanina, porfirina, colorante exógeno, grasa y agua en la piel. El cromóforo puede absorber la radiación electromagnética preferentemente sobre el tejido de la piel adyacente. El espectro que caracteriza la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede hacerse coincidir con un espectro de absorción de al menos uno de sangre entera, hemoglobina, hemoglobina reducida, y hemoglobina oxidada.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede tener un pico de intensidad en una longitud de onda de aproximadamente 544 nm y un ancho completo en el máximo medio de aproximadamente 530 nm a aproximadamente 570 nm o de aproximadamente 529 nm a aproximadamente 586 manómetros para aproximarse al espectro de absorción de la hemoglobina. Dicho espectro de luz puede usarse ventajosamente para tratar lesiones vasculares. Un reto del tratamiento de lesiones vasculares es la posibilidad de revascularización, que puede provocar resistencia al tratamiento y/o una necesidad de múltiples tratamientos. La revascularización puede tener lugar si el endotelio se deja no desnaturalizado en el tejido tras el tratamiento. La revascularización puede provocarse, al menos en parte, mediante cortos pulsos que explotan la íntima de modo que el endotelio vascular no esté completamente desnaturalizado. Los factores de crecimiento liberados como parte de la respuesta inflamatoria al daño pueden provocar que los vasos recrezcan desde las células del endotelio no desnaturalizadas. Pulsos electromagnéticos de más de 0,45 ms y hasta 20 ms en las bandas de absorción de la hemoglobina pueden permitir una destrucción selectiva de una parte más completa del endotelio de los vasos a eliminarse para ayudar a prevenir la revascularización.

En algunas realizaciones, la concentración del colorante puede variarse para conseguir diferentes longitudes de onda de la luz de salida. Por ejemplo, una concentración más alta de pirometeno 556, por ejemplo, aproximadamente 9,6 g/l, puede producir luz amarilla que tiene un pico de intensidad en aproximadamente 575 nm. La sustancia fluorescente puede seleccionarse también para tener una concentración diferente de un colorante que emite amarillo para producir luz azul sustancialmente sin longitudes de onda de amarillo y que tengan picos de intensidad en aproximadamente por ejemplo, 529 nm, 532 nm, o 535 nm. Por ejemplo, una solución más diluida que incluya pirometeno 556, por ejemplo, aproximadamente de 4,8 g/l, puede producir luz verde. La sustancia fluorescente puede seleccionarse también para producir luz UVA, azul, naranja, roja, o del IR cercano. En algunas realizaciones, un sistema como el descrito en el presente documento puede permitir que el pico de longitud de onda sea ajustado a longitudes de onda de entre aproximadamente 450 nm y aproximadamente 850 manómetros. En algunas realizaciones, un sistema como el descrito en el presente documento puede permitir el pico de longitud de onda sea ajustado a longitudes de onda de entre aproximadamente 500 nm y aproximadamente 670 nm. En algunas realizaciones, los picos pueden solaparse o separarse.

La radiación electromagnética también puede suministrarse mediante una deposición de dispersión profunda determinada. Por ejemplo, pecas de diferentes tonos (por ejemplo, claro, medio, y oscuro en relación a la piel que la rodea) pueden tratarse mediante diferentes longitudes de onda de la radiación electromagnética (por ejemplo, picos de aproximadamente 480 nm para la claras, aproximadamente 515 nm para medias, y aproximadamente 535 nm para oscuras). Una peca clara, superficial puede no tener suficiente colorante para absorber suficiente radiación electromagnética para ser tratada efectivamente. Mediante el uso de una longitud de onda más corta, la radiación electromagnética puede dispersarse más en el tejido y penetrar menos a través del tejido, lo que puede dar como resultado un trayecto más largo y más absorción dentro de la peca. En otro ejemplo, un vaso sanguíneo más grueso, profundo (por ejemplo dérmico) puede tratarse mediante una longitud de onda relativamente más larga, lo que puede alcanzar dentro de la dermis, y un vaso sanguíneo más delgado, más superficial puede tratarse mediante una longitud de onda relativamente más corta. En una realización, un vaso sanguíneo más grueso puede tratarse mediante radiación electromagnética en el intervalo de aproximadamente 555 - 595 nm y un vaso más delgado puede tratarse mediante radiación electromagnética en el intervalo de aproximadamente 515 a 555 nm. Como otro ejemplo, manchas de tipo vino de Oporto resistentes se ven frecuentemente en niños o jóvenes con poca melanina y se encuentra típicamente en una parte superficial del lecho vascular. Para tratar dichas manchas de vino de Oporto, la longitud de onda de luz suministrada al tejido puede seleccionarse para tener una longitud de onda más corta de modo que la energía penetre menos y trate más efectivamente la parte superficial de la mancha de tipo vino de

Oporto juvenil.

La radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por un tamaño de punto de entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 40 mm. Un tamaño de punto puede ser de hasta aproximadamente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16 o 20 mm de diámetro. En diversas realizaciones, el dispositivo manual puede producir un tamaño de punto de aproximadamente 2 mm de diámetro o mayor. En general, el diámetro óptico del guía ondas y la parte de contacto con la piel son proporcionales al diámetro del tamaño de punto cuando la parte de contacto con la piel está en contacto con la piel. El punto puede tener diversas formas, por ejemplo, rectangular, cuadrada, redonda o elíptica. El tamaño del punto puede cambiarse por medio de, por ejemplo, una extensión intercambiable del elemento de contacto con la piel y/o un filtro espacial intercambiable.

La radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por una densidad de energía entre aproximadamente $0,1 \text{ J/cm}^2$ y aproximadamente 500 J/cm^2 . En diversas realizaciones, la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico puede caracterizarse por una densidad de energía entre aproximadamente 1 J/cm^2 y aproximadamente $2,5 \text{ J/cm}^2$ y aproximadamente 60 J/cm^2 o aproximadamente $2,5 \text{ J/cm}^2$ y aproximadamente 20 J/cm^2 . En ciertas realizaciones, la densidad de energía puede ser de aproximadamente 1, 5, 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 o 450 J/cm^2 . En algunas realizaciones con tiempo de exposición de la piel más largo de aproximadamente unos pocos segundos pueden tener fluencias más altas de 450 J/cm^2 . El dispositivo manual puede incluir medios para ajustar un ancho de pulso y/o una fluencia que caracterice la radiación electromagnética suministrada al tejido biológico.

La FIG. 4 ilustra una realización de un aparato 200 para el tratamiento de tejido biológico. El aparato 200 incluye un dispositivo manual fluorescente 100 que puede incluir las características descritas en conexión con la FIG. 1. El aparato 200 incluye también una unidad base 210 que puede incluir al menos una de una fuente de energía 205, una fuente de refrigerante 225, y un controlador 250. La unidad base 210 puede conectarse al dispositivo manual fluorescente 100 mediante un cordón umbilical 215. El cordón umbilical 215 incluye un primer punto 240 de conexión entre el cordón umbilical 215 y el dispositivo manual 100, y un segundo punto 245 de conexión entre el cordón umbilical 215 y la unidad base 210. El cordón umbilical 215 puede incluir un conducto de alimentación 220 para la transmisión de energía desde la fuente de energía 205 a la fuente 105 de radiación electromagnética a través de un circuito establecido a través de los terminales positivo 150 y negativo 155. El cordón umbilical 215 puede incluir también un conducto de refrigerante 230 que establece comunicación de refrigerante entre el dispositivo manual fluorescente 100 y la unidad base 210.

En diversas realizaciones el sistema de refrigeración 145 puede refrigerar la sustancia fluorescente y/o los otros componentes del dispositivo manual 100. El sistema de refrigeración 145 puede adaptarse para refrigerar el tejido biológico. La unidad base 210 puede incluir una fuente de refrigerante 225 y puede suministrar refrigerante al sistema de refrigeración 145 a través de un conducto de refrigerante 230. El conducto de refrigerante 230 transcurre a través de (o a lo largo o sobre el exterior de) el cordón umbilical al sistema de refrigeración 145 a través de un sistema de suministro circulatorio establecido a través de la admisión 175 y, si es necesario, un escape 180. En algunas realizaciones el conducto de refrigerante 230 facilita el flujo de refrigeración solamente a (por ejemplo, en el caso de un gas que puede ventearse) o tanto a como desde (por ejemplo, en el caso de fluido que puede circularse) el dispositivo manual 100. En ciertas realizaciones, la fuente de refrigerante 225 incluye medios para controlar y/o circular el refrigerante, y el conducto de refrigerante 230 y el sistema de refrigeración 145 son simplemente canales. En una realización, el sistema de refrigeración 145 puede controlar y/o circular el refrigerante. En una realización, el aparato 200 incluye un radiador o intercambiador de calor en el dispositivo manual 100 o la unidad base 210.

En algunas realizaciones, el aparato 200 incluye un controlador 250 para el control de al menos una de entre la fuente de energía 205, la fuente de refrigerante 225, el sistema de refrigeración 145 y la fuente 105.

La FIG. 4 ilustra un primer punto 240 de conexión entre el cordón umbilical 215 y el dispositivo manual 100, y un segundo punto 245 de conexión entre el cordón umbilical 215 y la unidad base 210. En algunas realizaciones, estos puntos de conexión se fijan esencialmente en el momento de la fabricación o montaje y no son separables sin herramientas especializadas. Sin embargo, en diversas realizaciones, estos puntos de conexión pueden separarse fácil y rápidamente y volverse a fijar sin herramientas especializadas. En algunas realizaciones, el primer punto 240 de conexión puede separarse y volverse a unir de modo que un profesional o técnico puede cambiar fácil y rápidamente dispositivos manuales en una situación clínica. Por ejemplo, el aparato puede incluir también un primer conector asociado con el segundo extremo del cordón umbilical y un segundo conector asociado con el dispositivo manual. El segundo conector puede conectarse de modo extraíble al primer conector. En diversas realizaciones, el dispositivo manual incluye un conector adyacente a una primera parte del dispositivo manual, para la conexión del dispositivo manual con el cordón umbilical y para la recepción de energía desde un conducto en el cordón umbilical, la energía para el accionamiento de la fuente de radiación electromagnética. El conector puede adaptarse para recibir una sustancia fluorescente desde el cordón umbilical y está en comunicación fluida con el sistema para la circulación o paso de la sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal. Esto tiene la ventaja de permitir que se usen múltiples dispositivos manuales con una única unidad base 210 y/o un único cordón umbilical 215. De la misma manera, en algunas realizaciones, el segundo punto 245 de conexión puede separarse y volverse a unir de modo que la unidad base pueda separarse del cordón umbilical. La patente de Estados Unidos n.º 2008/0188914

enseña diversos dispositivos manuales y conectores que pueden adaptarse fácilmente por un experto en la materia para su uso con la presente invención.

La FIG. 5 ilustra un método de ejemplo 400 para el tratamiento de tejido biológico usando un dispositivo manual fluorescente. La etapa 405 incluye proporcionar radiación electromagnética a un guía ondas no lineal asociado con un dispositivo manual. El dispositivo manual puede incluir aspectos descritos en conexión con las FIGS. 1-4. La etapa 410 incluye la circulación o paso de una sustancia fluorescente a través del guía ondas no lineal para modular al menos una propiedad de la radiación electromagnética. La modulación de al menos una propiedad de la radiación electromagnética puede incluir la variación de al menos uno de entre una longitud de onda, fluencia, ancho del pulso o tren pulsos, y forma del pulso o tren de pulsos asociados con la radiación electromagnética. La etapa 415 incluye el suministro de la radiación electromagnética modulada para tratar el tejido biológico.

En algunas realizaciones, el método 400 incluye el tratamiento de piel que tenga al menos una de entre lesión vascular superficial, manchas tipo vino de Oporto, telangiectasia, angioma aracniforme, hemangioma capilar, rosácea, "rojo difuso", poiquilodermia, hematomas pos-operativos, lagos venosos, lesiones de vasos de pequeño diámetro, lesiones arteriales, lesiones capilares, lesiones venosas, lesiones pigmentadas (por ejemplo, lesiones pigmentadas epidérmicas benignas, lesiones pigmentadas dérmicas benignas, nevo de Becker o nevo adquirido de Hori), tatuajes, acné, psoriasis, vitiligo y similares. El método 400 puede incluir también tratamientos para pecas, para rejuvenecimiento de la piel, eliminación de grasa, celulitis, remodelación corporal, disminuir la circunferencia de una parte del cuerpo, para eliminación de pelo, y para renacimiento del pelo. En ciertas realizaciones, el método 400 incluye el suministro de la radiación electromagnética al tejido biológico en un tren de pulsos para calentar gradualmente una región del tejido biológico a ser tratado.

Las FIGS. 6A-D ilustran realizaciones de ejemplo de las FIGS. 1-4, en representaciones 3D producidas por software tipo CADD. Los números de referencia en las FIGS. 6A-C corresponden a los elementos explicados en conexión con las FIGS. 1-4.

La FIG. 7 ilustra otra realización del sistema 500 para el tratamiento de tejido biológico con luz fluorescente. El sistema incluye una unidad base 510 y un dispositivo manual fluorescente 530. Un cordón umbilical 540 conecta el dispositivo manual 530 a la unidad base 510. La unidad base 510, dispositivo manual 530 y cordón umbilical 540 son similares, e incluyen muchas de las mismas características que la unidad base, dispositivo manual y cordón umbilical descritos anteriormente con respecto a las FIGS. 1-5.

En la presente realización, la unidad base 510 incluye un sistema, tal como una bomba de colorante 512, un depósito de colorante 514, un sistema de eliminación de colorante 700, un sistema de refrigeración 750, una fuente de alimentación 520 y un controlador 522. La unidad base 510 puede incluir también una interfaz de usuario y un sistema de enclavamiento de seguridad (no mostrado). En algunas realizaciones alternativas, uno o más de una bomba de colorante 512, un depósito de colorante 514, un sistema de eliminación de colorante 700, un sistema de refrigeración 750, una fuente de alimentación 520 y un controlador 522 pueden localizarse en el dispositivo manual 530.

El dispositivo manual 530 incluye una fuente de energía electromagnética 532 y un sistema guía ondas 534. El cordón umbilical 540 incluye conductos eléctricos y de fluido para permitir la circulación o paso del colorante y fluido de refrigeración, y suministro de energía eléctrica, desde la unidad base 510 al dispositivo manual 530. En algunas realizaciones, la fuente de energía electromagnética 532 se localiza en la unidad base 510, y el cordón umbilical 540 incluye un sistema de suministro, por ejemplo, una guía de luz tal como una fibra óptica, haz de fibras ópticas, o un guía ondas, por ejemplo, un guía ondas líquido o parcialmente líquido o hueco, u otros medios para transferir energía al sistema de guía ondas 534 en el dispositivo manual 530. En algunas realizaciones, la fuente 532 puede ser, por ejemplo, un láser, un láser verde, una lámpara, o un diodo láser.

El depósito de colorante 514 puede incluir un tanque en el que se almacena una solución de colorante fluorescente. La solución de colorante puede formarse mediante la combinación de unos gránulos, polvo, o gotas de líquido de colorante con un disolvente, tal como agua. La solución de colorante se forma cuando los gránulos, polvo o gotas se disuelven en el agua. En algunas realizaciones, el depósito de colorante 514 incluye un dispositivo para facilitar la disolución del colorante. Por ejemplo, el depósito de colorante 514 puede incluir un mezclador o agitador. En una realización, se proporciona una hermana de vibración piezoeléctrica para ayudar a facilitar la formación de la solución de colorante. En otra realización, se proporciona un dispositivo de agitación magnética. En otras realizaciones, un giro de palas motorizadas para facilitar la formación del colorante. En algunas realizaciones, la velocidad actual y/o dirección del disolvente de colorante ayuda a facilitar la disolución. El dispositivo para facilitar la disolución del colorante puede proporcionarse con el depósito en sí, o en cualquier otra localización en comunicación fluida con el depósito de colorante.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, los gránulos, polvo, o líquido de colorante se introducen cambiando el depósito de colorante completo 514, o añadiendo el colorante en el dispositivo manual 530, la unidad base 510, o en el cordón umbilical 540. Por ejemplo, el colorante puede empaquetarse dentro de un cartucho que se inserta dentro de un alojamiento localizado dentro del dispositivo manual 530, la unidad base 510 o el cordón umbilical 540. En

algunas realizaciones, unos gránulos de colorante pueden pesar menos de un gramo y pueden durar durante aproximadamente o más de 70.000 pulsos de utilización cuando se disuelve en un depósito de disolvente de 1 litro.

Un listado de colorantes, disolventes y aditivos útil con la presente invención se proporciona en el apéndice A adjunto. Pueden seleccionarse ciertas soluciones de colorante, por ejemplo, colorantes basados en agua, para dar como resultado un sistema de disolvente no peligroso que sea al menos uno de entre no inflamable o no tóxico y que no requiera un desechado de residuos peligrosos del disolvente. En algunas realizaciones, pueden usarse dos o más gránulos, polvos, o líquidos de colorante de modo que la circulación o paso de la solución de colorante incluye una combinación de colorantes. Los colorantes pueden seleccionarse de modo que uno o más de los colorantes refuercen a uno o más de los otros. Por ejemplo, un colorante puede configurarse para absorber luz desde la fuente de luz y emitir una longitud de onda de luz que se absorba mejor por el otro colorante. En algunas realizaciones, puede introducirse dentro del disolvente más de un colorante de modo que se emitan más de dos picos, o partes de más de dos picos, desde el guía ondas.

Una realización del sistema de eliminación de colorante 700 se ilustra la FIG. 8. El sistema de eliminación de colorante 700 permite al usuario rápida y seguramente, manual o automáticamente, eliminar el colorante de la solución de colorante. Una vez eliminado, el colorante puede sustituirse manual o automáticamente con los mismos o diferentes gránulos, solución, polvo de colorante, etc. Por ejemplo, si un usuario desea cambiar la longitud de onda terapéutica de la luz emitida desde el dispositivo manual fluorescente, el usuario puede seleccionar una solución de colorante que corresponde a la longitud de onda deseada. Además, si el usuario desea cambiar la longitud de onda terapéutica, puede activar un control en la interfaz de usuario para provocar la eliminación y la sustitución automática del colorante. Puede seleccionarse un colorante específico para obtener una luz terapéutica desde un dispositivo manual que tenga una longitud de onda específica, deseada.

El sistema de eliminación de colorante 700 se diseña para dirigir la solución de colorante desde el depósito 514 al dispositivo de eliminación de colorante 710 tras la activación del usuario. En una realización, el sistema de eliminación de colorante 700 incluye una válvula de derivación 712, tal como una válvula de 3 vías o de 4 vías. La válvula de derivación 712 incluye una primera 714 y una segunda 716 entradas y una primera 718 y una segunda 720 salidas. La solución de colorante recibida por la válvula de derivación 712 en su primera entrada 714 y antes de la activación de la eliminación del colorante, se envía directamente a la primera salida 718 de la válvula de derivación. La solución de colorante se envía al dispositivo manual fluorescente desde la primera salida 718 de la válvula de derivación.

Sin embargo, cuando el usuario desea cambiar la longitud de onda de la luz emitida desde el dispositivo manual fluorescente o si la solución de colorante ha perdido su eficacia y necesita ser cambiada, el usuario activa el sistema de eliminación de colorante 700. Cuando está activado, la solución de colorante se dirige por la válvula de derivación 712 desde la primera entrada 714 a la segunda salida 720 de la válvula de derivación y a un dispositivo de eliminación de colorante 710. El dispositivo de eliminación de colorante 710 se configura para mecánicamente, eléctricamente, magnéticamente y/o químicamente eliminar el colorante de la solución de colorante. Por ejemplo, en una realización, el dispositivo de eliminación de colorante 710 incluye un filtro de desionización configurado para eliminar los iones de colorantes de la solución de colorante. Cuando los iones de colorante se eliminan de la solución de colorante, solo permanece sustancialmente agua clara en la solución de colorante. El agua clara se suministra desde el dispositivo de eliminación de colorante 710 a la segunda entrada 716 de la válvula de derivación, desde la que se dirige a la primera salida 718 de la válvula de derivación. Desde la primera salida 718 el agua clara circula o pasa a través de todo el bucle de fluido de la solución de colorante (incluyendo a través del dispositivo manual), y es recogida como agua limpia, clara en el depósito 514 de la unidad base. La válvula de derivación 712 permite ventajosamente que la solución de colorante se desvíe al dispositivo de eliminación de colorante sin introducir burbujas de aire en la solución. La válvula de derivación 712 permite adicionalmente la eliminación del colorante fuera del bucle de fluido principal de modo que solo se reintroduce agua limpia en el bucle principal lista para recibir unos nuevos gránulos, polvo o gotas de colorante. En algunas realizaciones, las soluciones de colorante pasan a través del dispositivo de eliminación de colorante 710 más de una vez para purgar completamente el colorante desde el disolvente. En algunas realizaciones, el filtro de desionización puede durar durante aproximadamente 20 años o más. En algunas realizaciones, el filtro de desionización puede durar durante aproximadamente 1 año o más.

En otra realización, el dispositivo de eliminación de colorante 710 incluye un filtro de polaridad, por ejemplo, un filtro de carbono activado, configurado para eliminar las moléculas de colorante polares de la solución de colorante. Debido a que el agua es una molécula polar, el agua (y otros disolventes polares) pueden disolver tanto moléculas iónicas como polares. Sin embargo, un filtro de desionización no puede eliminar las moléculas polares pero no iónicas de la solución de colorante. En algunas realizaciones, el sistema de eliminación de colorante 700 está parcial o totalmente alojado en un cartucho configurado para ser acoplado de modo extraíble a la unidad base 510 y/o al dispositivo manual 530. Esto permite ventajosamente que el usuario seleccione el sistema de eliminación de colorante 700 que incluye el dispositivo de eliminación de colorante 710 apropiado, por ejemplo, uno o más de un filtro de desionización, un filtro de polaridad, etc., para el colorante (o colorantes) particular a ser eliminado de la solución de colorante. En algunas realizaciones, pueden acoplarse en serie múltiples dispositivos de eliminación de colorante 710 del mismo o diferentes tipos. En algunas realizaciones, la válvula 712 pasa la solución de colorante

primero a través de un dispositivo de eliminación de colorante 710 y a continuación a través de al menos un dispositivo más de eliminación de colorante 712.

5 En algunas realizaciones, el sistema de eliminación de colorante 700 puede funcionar en un proceso en dos etapas. Puede añadirse al menos un compuesto a la solución de colorante para facilitar la eliminación del colorante mediante filtrado. La solución de colorante que incluye el compuesto puede pasar entonces a través del dispositivo de eliminación de colorante 710. Por ejemplo, en algunas realizaciones, pueden añadirse quelantes a la solución de colorante. Los quelantes son productos químicos que pueden formar moléculas solubles, complejas con, por ejemplo, ciertos iones metálicos, formando un complejo quelante e inactivando los iones. Los quelantes añadidos pueden tener una elevada afinidad para las moléculas, iones y/o moléculas polares del colorante. La quelación puede promover la formación de racimos de iones o moléculas, lo que puede facilitar el filtrado de los iones de colorante o moléculas de colorantes polares. Pueden añadirse otros compuestos a la solución de colorante además de o en lugar de los quelantes.

15 Tras un período de tiempo predeterminado, por ejemplo, 30, 60, 90, 120, 300 o 600 segundos, sustancialmente todo el colorante se ha eliminado de la solución de colorante, y el usuario puede añadir unos gránulos, polvo o gotas de colorante diferente al depósito 514 o en cualquier otro lugar en el paso de la solución de colorante para cambiar la longitud de onda terapéutica de la luz a ser emitida desde el dispositivo manual fluorescente. En otras realizaciones, se incluye un sensor en el trayecto del flujo de la solución de colorante para detectar la presencia de colorante dentro de la solución de colorante. Por ejemplo, en algunas realizaciones se usa un sensor de color. Cuando el sensor detecta (o no detecta) el color del colorante, el sistema indica que el colorante no (o sí) se ha eliminado de la solución de colorante. En algunas realizaciones, puede usarse un sensor de conductividad.

20 En otras realizaciones, un sensor incluye un emisor que emite una luz absorbida por el colorante y un detector que detecta la luz emitida. Si está presente el colorante en la solución de colorante, el sensor no detectará la luz emitida; en caso contrario, la detectará. Dicho sensor puede usarse para determinar si ha tenido lugar la adecuada eliminación del colorante de modo que pueda añadirse un nuevo colorante.

25 En algunas realizaciones, la válvula de derivación 712, así como los tubos usados para transportar la solución de colorante, están hechos de una o más de entre Delrin, PTFE, TUV y/o acero inoxidable. Otros tipos de tubos, tales como tubos de polietileno pueden a veces liberar sustancias contaminantes dentro de la solución de colorante, que pueden destruir su utilidad como medio fluorescente.

30 En algunas realizaciones, el controlador 522 puede programarse para permitir un cambio y/o refresco automático del colorante. Por ejemplo, un sensor puede detectar cuando el colorante cae por debajo de una cierta densidad, concentración, nivel de color, etc. y proporcionar una señal o entrada de control al controlador en relación a la situación del colorante. El controlador puede provocar entonces automáticamente que se libere más colorante al interior de la solución desde un cartucho, depósito, u otra fuente. El controlador puede provocar también automáticamente que se añada colorante de una longitud de onda diferente a la solución del depósito. La mezcla de colorantes de diferentes colores puede provocar que la luz fluorescente incluya dos o más longitudes de onda primarias. Además, el controlador puede activar automáticamente la válvula 712 para provocar la eliminación del colorante del sistema. Cuando se activa la válvula, el flujo de la solución se encamina a través del filtro, lo que elimina el colorante de la solución. En algunas realizaciones, el usuario puede seleccionar desde múltiples cartuchos, depósitos, botes, etc. que contienen diferentes colorantes a través de la interfaz de usuario, y el controlador puede liberar entonces el colorante seleccionado al interior de la solución. En algunas realizaciones, el usuario puede ser capaz de programar el controlador para eliminar automáticamente el colorante de la solución e inyectar otro colorante después de un cierto período de tiempo o cuando se cumplan ciertas condiciones.

35 Una realización del sistema de refrigeración 750 se ilustra en la FIG. 9. El sistema de refrigeración 750 se configura para refrigerar la solución de colorante previamente, o después del suministro al dispositivo manual fluorescente. El sistema de refrigeración 750 incluye una placa fría 752, una placa caliente 754, un acoplamiento térmico 756 entre la placa fría 752 y la placa caliente 754, y un intercambiador de calor 758. La placa fría 752 incluye un material térmicamente conductor que tiene un trayecto del flujo dentro del que se dirige la solución de colorante. El calor de la solución de colorante es transportado por el material térmicamente conductor a la placa caliente a través de un acoplamiento térmico 756. En una realización, el acoplamiento térmico 756 incluye una pasta térmicamente conductora. En otra realización, el acoplamiento térmico 756 incluye uno o más, o una matriz de refrigeradores termoeléctricos. Los refrigeradores termoeléctricos ayudan a extraer el calor de la solución de colorante y hacia el interior de la placa caliente 754. La placa caliente hace circular un fluido de refrigeración (por ejemplo, agua, metanol, etilenglicol, propilenglicol, etc.) en un sistema en bucle cerrado con un intercambiador de calor 758. En una realización, el intercambiador de calor 758 incluye un radiador, bomba y un ventilador. El fluido desde el radiador entra en la placa caliente 754 y es calentado por el calor absorbido desde la placa fría 752 a través del acoplamiento térmico 756. El fluido caliente circula de vuelta al radiador en donde se refrigera cuando circula a través de las aletas de refrigeración del radiador, que se refrigera por el aire soplado con el ventilador.

65 En una realización, el sistema de refrigeración incluye dos o más placas calientes. Por ejemplo, en una realización, el sistema de refrigeración incluye una placa caliente sobre lados opuestos de la placa fría (véase la FIG. 8). El fluido

circula a través de la segunda placa caliente 754b y a través del intercambiador de calor 758, tal como se ha descrito anteriormente. En una realización, el sistema de refrigeración enfría la solución de colorante a aproximadamente 1 °C, 5 °C, 10 °C, 14 °C, o a temperatura ambiente.

5 En una realización, la fuente de alimentación 520 es una red eléctrica configurada para suministrar energía eléctrica para accionar la fuente de energía electromagnética 532 localizada dentro del dispositivo manual 530. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la fuente de alimentación 520 incluye uno o más de entre una fuente de alimentación de alta tensión, condensador, inductor, batería, autotransformador, energía almacenada como energía cinética y liberada como energía eléctrica, energía almacenada como energía química y liberada como energía eléctrica, red de formación de pulsos, componentes de conmutación, transistor IGBT, MOSFET, etc.

10 En una realización, el controlador 522 incluye un microprocesador configurado para controlar la fuente de energía electromagnética, por ejemplo, mediante la activación y desactivación de los componentes de la fuente de alimentación. El controlador 522 puede incluir también una interfaz de usuario, tal como un panel de control y/o una interfaz de usuario gráfica.

15 Una realización de un dispositivo manual 800 se ilustra en la FIG. 10. El dispositivo manual 800 incluye un conjunto de fuente de energía electromagnética 810 y un conjunto de guía ondas 820. El conjunto de fuente de energía electromagnética 810 se muestra como una lámpara de destello 812 encerrada dentro de un tubo de flujo 814. Un fluido de refrigeración entra en el tubo de flujo 812 en un orificio de entrada 816, circula alrededor de la lámpara de destello 812, y sale del tubo de flujo 814 en un orificio de salida 818. La luz emitida desde la lámpara de destello 812 es dirigida al conjunto guía ondas 820. El conjunto guía ondas 820 puede incluir una carcasa separada, o puede estar formado de modo integral con el tubo de flujo 814 de la lámpara de destello.

20 Además, la fuente de energía electromagnética puede incluir cualquiera de una variedad de dispositivos ópticos, incluyendo aunque sin limitación: una lámpara de arco, una lámpara de arco de xenón, una lámpara de arco de kriptón, una lámpara de arco de xenón-kriptón, una lámpara de destello, una lámpara de destello de xenón, una lámpara de destello de kriptón, una lámpara de destello de xenón-kriptón, un láser, un láser de doble frecuencia Nd:YAG, un diodo láser, un láser de fibra, un láser suministrado por fibra, un láser de colorante, un láser de rubí, un láser alejandrita y/o un láser de bombeo óptico.

25 En una realización, también mostrada en la FIG. 10, el conjunto guía ondas 820 del dispositivo manual incluye un guía ondas 822 y una óptica de salida 824. En una realización, la óptica de salida 824 incluye una barra de zafiro. En otras realizaciones, la óptica de salida 824 puede ser un vidrio, por ejemplo, vidrio BK7. Son posibles también otros materiales. El guía ondas 822 y la óptica de salida 824 están encerrados dentro de una carcasa 826. La solución de colorante desde la unidad base entra en la carcasa 826 por un orificio de entrada 828, circula a través del guía ondas 822, y sale de la carcasa 826 por un orificio de salida 830. El guía ondas 822 y la barra 824 se mantienen en su posición dentro de la carcasa 826 con anillos tóricos 832. Además, en la realización ilustrada en la FIG. 9, la óptica de salida 824 (por ejemplo, la barra) tiene una cara de entrada óptica 834 que está próxima al orificio de salida 830 de la carcasa. La solución de colorante circula a través y refrigera la cara de entrada 864 de la barra, pero no circula a lo largo de la longitud axial de la barra.

30 Sin embargo, en la realización ilustrada en la FIG. 11, un conjunto guía ondas 850 alternativo incluye una óptica de salida 854 posicionada dentro de una carcasa 856 más larga para permitir que la solución de colorante circule alrededor y refrigere un área mayor de la barra 854. Por ejemplo, la cara de entrada 864 de la barra se posiciona proximalmente con respecto al orificio de salida 860 de la carcasa para crear un segmento de refrigeración de la barra 870. En algunas realizaciones, el segmento de refrigeración de la barra 870 es de 40-50 mm de largo, y la longitud completa de la barra 854 es de aproximadamente 100 mm. El segmento de refrigeración 870 más largo da como resultado una mejor refrigeración por contacto de la piel.

35 Además, en algunas realizaciones, la óptica de salida se cubre alrededor de su circunferencia con un recubrimiento ópticamente aislante, tal como teflón (PTFE AF-2400) u otro material que tenga un índice de refracción más bajo desde la óptica de salida. El recubrimiento de teflón tiene un índice de refracción que le permite actuar como un revestimiento alrededor de la barra, lo que incrementa la eficiencia óptica. Además, el recubrimiento de teflón aísla ópticamente los anillos tóricos de la barra, lo que impide fugas ópticas desde la barra en los puntos en donde la barra estaría en contacto en caso contrario con los anillos tóricos. En algunas realizaciones, la óptica de salida se recubre con un material reflector tal como plata, oro o un recubrimiento óptico, es decir que tiene al menos una capa de un material dieléctrico.

40 El mismo beneficio puede obtenerse mediante el uso de un guía ondas que tenga un elevado índice de refracción y revistiéndolo con teflón (o un aislante similar) alrededor de las áreas en contacto con los anillos tóricos. En otra realización, al menos una de las áreas de los anillos tóricos del guía ondas se recubre con un material reflector tal como plata, oro o un recubrimiento óptico. En dicha realización, la diferencia en los índices de refracción entre los anillos tóricos y el guía ondas no puede afectar significativamente a la eficacia óptica o protección de los anillos tóricos. En algunas realizaciones sin un recubrimiento sobre el guía ondas 110, los anillos tóricos pueden recubrirse con PTFE u otro material de bajo índice de refracción para ayudar a minimizar las pérdidas de luz que se fugan al

interior de los anillos tóricos y que ayudan a proteger los anillos tóricos. Puede usarse la misma o similar disposición de anillos tóricos sobre la óptica de salida 824 cuando la óptica de salida 824 no incluye un recubrimiento en el lado de los anillos tóricos.

5 En algunas realizaciones alternativas, el guía ondas puede ser sustancialmente una barra sólida en lugar de un tubo que tenga un paso para la circulación o paso de una sustancia fluorescente. El guía ondas puede ser, por ejemplo, un cristal o vidrio que aloje un ion o iones. El guía ondas sólido puede comprender, por ejemplo, vidrio fluorescente tal como un vidrio Lumilass, por ejemplo, Lumilass G9, disponible en Sumita, un medio fluorescente de estado sólido, zafiro dopado con titanio, rubí, YSGG dopado con erbio, YAG dopado con erbio, YAG dopado con neodimio, cristal dopado con cromo, o alejandrita. En algunas realizaciones, el guía ondas puede comprender un polímero dopado con un segundo colorante fluorescente, que absorbe energía fotónica desde la fuente y transfiere la energía al material fluorescente, incrementando de ese modo la eficiencia fluorescente del sistema. El dispositivo manual puede requerir aun solamente un único reflector 170 opuesto a la salida del dispositivo manual en lugar de dos espejos en oposición como en el sistema láser. En algunas realizaciones, una solución de colorante circula sobre y/o alrededor del guía ondas sólido para refrigerar el guía ondas y ayudar a producir energía extra para excitar la barra.

En algunas realizaciones, una camisa de flujo, por ejemplo, un cristal, vidrio, o tubo de polímero puede rodear al menos parte del guía ondas. Un espacio entre el guía ondas y la camisa de flujo puede permitir la circulación de un líquido o gas acondicionador de temperatura (por ejemplo, refrigerador, calentador o estabilizador) sobre una parte del guía ondas. En algunas realizaciones, el líquido o gas en circulación puede incluir al menos un material fluorescente. El líquido o gas en circulación puede absorber al menos parcialmente luz de la fuente y emitir luz al menos parcialmente absorbida por el material fluorescente en el guía ondas o dopante opcional en el guía ondas. El líquido o gas en circulación puede también o alternativamente emitir luz a ser suministrada al tejido biológico.

25 En algunas realizaciones, el dispositivo manual puede incluir un selector capaz de seleccionar o bien la luz emitida desde el guía ondas o bien desde el fluido en circulación entre el guía ondas y la camisa de flujo. En algunas realizaciones, el selector selecciona una combinación fraccional de la luz emitida por el guía ondas y el fluido en circulación. El selector puede ser, por ejemplo, un filtro óptico, prisma, recubrimiento, forma óptica geométrica, o cualquier otro componente de atenuación de la longitud de onda o selector óptico de la longitud de onda. El selector puede localizarse en cualquier lugar a lo largo de o rodeando al guía ondas, óptica de salida, parte de contacto con la piel si está presente, o cualquier lugar intermedio.

En algunas realizaciones, la camisa de flujo puede contener al menos un material fluorescente. La camisa de flujo puede absorber al menos parte de la luz emitida desde la fuente y emitir luz que se suministra al tejido y/o se absorbe por el guía ondas y/o el fluido fluorescente en circulación. La luz emitida por el fluido fluorescente en circulación puede a su vez suministrarse al tejido y/o ser absorbida por el guía ondas. Un selector puede seleccionar una de entre o una combinación de la luz emitida por la camisa de flujo, guía ondas y/o fluido en circulación.

40 Como se ha descrito en el presente documento, el guía ondas 110 puede adaptarse para suministrar radiación electromagnética a la piel 920 a través de una parte de contacto 140 con la piel u óptica de salida 854 adyacente al guía ondas 110. La parte de contacto 140 con la piel o salida óptica 854 puede incluir, por ejemplo, un vidrio, sílice, zafiro o plástico. El contacto directo con la piel 920 puede ser necesario debido a la dispersión y reflexión interna total que tienen lugar en los límites entre la óptica de salida 854, por ejemplo la barra de zafiro, y el aire cuando hay un espacio de aire 910 entre la salida óptica 854 y la piel 920 tal como se muestra en la FIG. 12. Diferentes materiales tienen diferentes índices de refracción. Cuando la luz que viaja a través de un material incide en un límite con otro material que tiene un índice de refracción inferior, la diferencia en los índices de refracción puede provocar que una parte de la luz viaje al interior del segundo material y una parte de la luz se refleje de vuelta al primer material. La diferencia en los índices de refracción puede provocar también la refracción (cambio en el ángulo de propagación) de la luz separada al interior del segundo material. Si la luz incide en los límites en un ángulo relación a la normal que es mayor que el ángulo crítico (es decir, más próximo a ser paralelo al plano de límite), toda la luz se refleja de vuelta al interior del primer material y nada pasa al interior del segundo.

50 Cuando hay un espacio de aire 910 entre la óptica de salida 854 y la piel 920, la luz debe cruzar el límite óptica de salida 854 – aire y el límite aire – piel 920. Debido a que la óptica de salida 854, por ejemplo, zafiro, tiene típicamente un índice de refracción más alto que el aire, una parte de luz que impacta en el límite óptica de salida 854 – aire en un ángulo de incidencia menor que el ángulo crítico será refractada y una parte será reflejada, como se ilustra por el rayo 1 en la FIG. 12. La luz que impacta en el límite en un ángulo mayor que el ángulo crítico, por ejemplo el ángulo de la FIG. 12, será totalmente reflejada dentro de la óptica de salida 854 y nada cruzará el espacio de aire 910, como se ilustra por el rayo 2 en la FIG. 12. Por lo tanto, puede perderse demasiada luz cuando la luz debe pasar primero a través del aire antes de alcanzar la piel. Por ejemplo, en algunos casos aproximadamente un tercio de la luz total alcanza la piel 920.

En algunas realizaciones, sin embargo, la óptica de salida 854 puede adaptarse para suministrar radiación electromagnética directamente a la piel 920 sin tener que hacer contacto directamente con la piel 920, o suministrar radiación electromagnética más próxima a la perpendicular a la piel cuando está en contacto directo con la piel 920. La óptica de salida 854 puede incluir un ensanchamiento 900, por ejemplo, tal como se muestra en la FIG. 13, para

5 formar un sistema de lente. El ensanchamiento 900 puede ser, por ejemplo, un ensanchamiento cilíndrico o una pirámide truncada. El ensanchamiento 900 puede ayudar a cambiar y controlar el ángulo de la luz que viaja a través de la óptica de salida 854 y alcanza el límite con el aire o un medio de contacto para ayudar a mantener el ángulo de incidencia menor que el ángulo crítico y reducir la reflexión interna total. En algunas realizaciones, el ensanchamiento 900 puede incrementar el tamaño de punto desde aproximadamente 8 mm a aproximadamente 16 mm. En algunas realizaciones, el ensanchamiento 900 puede incrementar el tamaño de punto hasta, por ejemplo, aproximadamente 10 mm, aproximadamente 15 mm, aproximadamente 20 mm, aproximadamente 25 mm, aproximadamente 30 mm, aproximadamente 35 mm o aproximadamente 40 mm. En algunas realizaciones, el ensanchamiento 900 puede permitir que aproximadamente el 95 % de la luz alcance la piel 920. La óptica de salida 10 854 puede ser cónica o ensanchada en toda su longitud, o solo sobre una parte de la misma, por ejemplo, tal como se muestra en la FIG. 13. El ensanchamiento puede ser por afilado, fundido, mecanizado o conformado por cualquier otro método apropiado. En algunas realizaciones, puede fijarse de modo extraíble una punta cónica o ensanchada al resto de la óptica de salida 954 a través del acoplamiento 930. Una punta extraíble puede permitir ventajosamente una esterilización más fácil entre usos o puede ser desechable y sustituirse entre usos. Dicho sistema sin contacto puede permitir un espacio de aire 910 entre el dispositivo manual y la piel 920 durante el uso, lo que puede permitir ventajosamente que el usuario supervise la piel durante el tratamiento, por ejemplo, para asegurar que el tratamiento está funcionando y/u observar reacciones adversas. El sistema sin contacto puede permitir también que el usuario evite presionar la sangre al exterior de los vasos subyacentes por la comprensión de la piel 920. En algunas realizaciones, puede aplicarse una sustancia de acoplamiento de la óptica de salida a la piel 20 en la piel 920 o extremo de la óptica de salida 920 antes o durante el tratamiento para, por ejemplo, mejorar el acoplamiento de la luz de tratamiento al tejido y/o impedir efectos adversos. Por ejemplo, puede aplicarse a la piel 920 un gel, agua, aceite, aceite de silicona, grasa y/o vaselina.

25 Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones específicas, debería entenderse por los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios en forma y detalle sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Apéndice A

30 Colorantes, disolventes y aditivos que pueden usarse en combinación para formar soluciones de colorante de acuerdo con diversas realizaciones incluyen, aunque sin limitación:

Colorantes solubles en agua que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación:

Colorante	Solubilidad gramos/litro	labs<1> (nm)	lfl (nm)
IR 125	1,4-3 ^w , soluble ^m	678 ^w , 800 ^{w/LO} , 795 ^s	833 ^s
HITC especial	2,1 ^w , soluble ^m	741 ^w , 757 ^{w/LO}	-743 ^e , 751 ^s
Cloruro de oxazina 750	~2,3 ^w , ~50 ^m	662 ^m	678 ^m
Cloruro de oxazina 725	~3,1 ^w , soluble ^m	645 ^e	680 ^e
Cloruro de oxazina 720	~17 ^w , soluble ^m	627 ^e	650 ^e
Sulforrodamina 640	~1 ^w , 34 ^m	576 ^e , 586 ^{w o w/LO 1}	602 ^e
Rojo quitón 620	92 ^w , 158 ^m	554 ^e , 566 ^{w o w/LO}	575 ^e
Cloruro de rodamina 590	4,8 ^w , 665 ^m	530 ^e	560 ^e
Pirrometeno 556	6 ^w , 0,74 ^m	492 ^m , 490.6 ^w	533 ^m
Fluoresceína disódica	soluble ^{w,m}	501 ^e	531 ^e
Estilbeno 420	34 ^w , 14 ^m	349 ^m	425 ^{e(402, 450sh)}

35 Colorantes fluorescentes en general que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación:

Colorante láser	Colorante láser	Colorante láser
<u>DMQ</u>	<u>Cumarina 478</u>	<u>Tetrafluoroborato de rodamina 610</u>
<u>QUI</u>	<u>Cumarina 480</u>	<u>Perclorato de rodamina 610</u>
<u>TBS</u>	<u>Cumarina 481</u>	<u>Rojo quitón 620</u>
<u>DMT</u>	<u>Cumarina 485</u>	<u>Perclorato de rodamina 640</u>
<u>p-Terfenilo</u>	<u>Cumarina 487</u>	<u>Sulforrodamina 640</u>
<u>TMQ</u>	<u>LD 489</u>	<u>Yoduro de DODC</u>
<u>BPBD-365</u>	<u>Cumarina 490</u>	<u>DCM</u>
<u>PBD</u>	<u>LD 490</u>	<u>DCM especial</u>
<u>PPQ</u>	<u>Cumarina 498</u>	<u>LD 688</u>
<u>p-Cuaterfenilo</u>	<u>Cumarina 500</u>	<u>LDS 698</u>
<u>Exalite 377E</u>	<u>Cumarina 503</u>	<u>LDS 720</u>
<u>Exalite 392E</u>	<u>Cumarina 504</u>	<u>LDS 722</u>

ES 2 584 655 T3

Colorante láser	Colorante láser	Colorante láser
	(Cumarina 314)	
<u>Exalite 400E</u>	<u>Cumarina 504T</u> (Cumarina_314T)	<u>LDS 730</u>
<u>Exalite 348</u>	<u>Cumarina 510</u>	<u>LDS 750</u>
<u>Exalite 351</u>	<u>Cumarina 515</u>	<u>LDS 751</u>
<u>Exalite 360</u>	<u>Cumarina 519</u>	<u>LDS 759</u>
<u>Exalite 376</u>	<u>Cumarina 521</u>	<u>LDS 765</u>
<u>Exalite 384</u>	<u>Cumarina 521T</u>	<u>LDS 798</u>
<u>Exalite 389</u>	<u>Cumarina 522B</u>	<u>LDS 821</u>
<u>Exalite 392A</u>	<u>Cumarina 523</u>	<u>LDS 867</u>
<u>Exalite 398</u>	<u>Cumarina 525</u>	<u>Styryl 15</u>
<u>Exalite 404</u>	<u>Cumarina 535</u>	<u>LDS 925</u>
<u>Exalite 411</u>	<u>Cumarina 540</u>	<u>LDS 950</u>
<u>Exalite 416</u>	<u>Cumarina 540A</u>	<u>Fenoxazona 660</u>
<u>Exalite 417</u>	<u>Cumarina 545</u>	<u>Perclorato de violeta de cresilo 670</u>
<u>Exalite 428</u>	<u>Pirrometano 546</u>	<u>Perclorato de azul Nilo 690</u>
<u>BBO</u>	<u>Pirrometano 556</u>	<u>Perclorato de LD 690</u>
<u>LD 390</u>	<u>Pirrometano 567</u>	<u>Perclorato de LD 700</u>
<u>a-NPO</u>	<u>Pirrometano 567A</u>	<u>Perclorato de oxazina 720</u>
<u>PBBO</u>	<u>Pirrometano 580</u>	<u>Perclorato de oxazina 725</u>
<u>DPS</u>	<u>Pirrometano 597</u>	<u>Yoduro de HIDC</u>
<u>BBO</u>	<u>Pirrometano 597-8C9</u>	<u>Perclorato oxazina 750</u>
<u>POPOP</u>	<u>Pirrometano 605</u>	<u>LD 800</u>
<u>Bis-MSB</u>	<u>Pirrometano 650</u>	<u>Yoduro de DOTC</u>
<u>Estilbeno 420</u>	<u>Fluoresceína 548</u>	<u>Perclorato DOTC</u>
<u>LD 423</u>	<u>Fluoresceína disódica</u>	<u>Perclorato HITC</u>
<u>LD 425</u>	<u>Fluorol 555</u>	<u>Yoduro de HITC</u>
<u>Carbostirilo 165</u>	<u>Perclorato de rodamina 3B</u>	<u>Yoduro de DTTC</u>
<u>Cumarina 440</u>	<u>Cloruro de rodamina 560</u>	<u>IR 144</u>
<u>Cumarina 445</u>	<u>Perclorato de rodamina 560</u>	<u>IR 125</u>
<u>Cumarina 450</u>	<u>Rodamina 575</u>	<u>IR 143</u>
<u>Cumarina 456</u>	<u>Perclorato de rodamina 19</u>	<u>IR 140</u>
<u>Cumarina 460</u>	<u>Cloruro de rodamina 590</u>	<u>IR 26</u>
<u>Cumarina 461</u>	<u>Tetrafluoroborato de rodamina 590</u>	<u>DMOTC</u>
<u>LD 466</u>	<u>Perclorato de rodamina 590</u>	
<u>LD 473</u>	<u>Cloruro de rodamina 610</u>	

Disolventes que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación: agua, etanol, metanol, glicol, glicerol, etilenglicol, propilenglicol, carbonato de propileno, acetona (disolvente de polaridad baja), DMSO, benceno, alcohol bencílico, tolueno, diésel, 9-metilantraceno (disolvente no polar), dimetilsulfóxido.

- 5 Aditivos que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación: COT ciclo-octo-tetraeno (atenuador del triplete), Amonix LO (detergente), cantidades azeotrópicas de un segundo disolvente, absorbentes saturables, absorbentes saturables de modo bloqueado del colorante fluorescente.

- 10 Absorbentes saturables que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación:

Absorbente saturable	Absorbente saturable	Absorbente saturable
BDN	DODCI	HIDCI
Criptocianina	DOTCI	HITCI
DASBTI	DQOCI	IR-140
DASPI	DQTCI	IR-143

ES 2 584 655 T3

Absorbente saturable	Absorbente saturable	Absorbente saturable
DCT	DQTCT	Malaquita verde
DDBCI	DQTrCI	NCI
DDI	DTCI	PICI
DI	DTDCI	Pinacianol
DMETCI	DTP	Conmutación-Q I
DNTTCI	HDITCP	Conmutación-Q 5
DOCI	HICI	Absorbente saturable 580

Absorbentes saturables de modo bloqueado del colorante fluorescente que pueden usarse solos o en combinación incluyen, aunque sin limitación:

DASPI 04620	DASBTI 05360	NCI 07730
DASBTI 05360	DQOCI 05920	DASPI 04620
DOCI 05410	DQOCI + DODCI 05920 + 06480	DASBTI 05360
DMETCI 05240		DOCI 05410
PICI 05200	DODCI 06480	DMETCI 05240
DQOCI 05920	DODCI + Malaquita verde 06480 +20100	PICI 05200
Pinacianol 05940		DQOCI 05920
DODCI 06480	Absorbente saturable 580 05800	Pinacianol 05940
DQTCI 06220		DODCI 06480
DQTCT 06240	Violeta de cresilo 06700	DQTCI 06220
DTDCI 07310	DQTCI 06220	DQTCT 06240
Criptocianina 07070	DCT 05950	DTDCI 07310
DDI 08100	DOTCI 08250	Criptocianina 07070
DOTCI 08250	DOTCI + DCI 08250 + 07070	DDI 08100
IR-140 09500		DOTCI 08250
DI05235	Criptocianina 07070	IR-140 09500
DOCI 05410	DDI 08100	
HICI 05670	HITCI 08422	

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema emisor de luz, terapéutico (200, 500) configurado para tratar tejido biológico, que comprende:

- 5 una fuente (105, 532, 810) de radiación electromagnética;
 un guía ondas (110, 534, 822) posicionado para recibir la radiación electromagnética desde la fuente (105, 532),
 comprendiendo el guía ondas (110, 534, 822):
 un primer y segundo extremos, y una pared que se extiende entre ellos, estando configurada la pared para
 10 transmitir al menos parcialmente la radiación electromagnética a través de ella, definiendo la pared un paso que
 se extiende a lo largo de una dirección entre dichos primer y segundo extremos;
 una sustancia fluorescente que puede fluir dentro del paso (135), comprendiendo la sustancia fluorescente una
 base líquida y un agente fluorescente; y
 un primer orificio y un segundo orificio en comunicación fluida con el paso;
 un elemento óptico de salida (824, 854) próximo a uno de entre el primer y segundo extremos del guía ondas
 15 (110, 534, 822);
 en el que la sustancia fluorescente está configurada para absorber al menos una parte de la radiación
 electromagnética desde la fuente (105, 532, 810) a través de la pared y generar luz fluorescente en respuesta a
 la radiación electromagnética, en el que el guía ondas (110, 534, 822) se configura para guiar la luz fluorescente
 20 emitida por la sustancia fluorescente hacia el elemento óptico de salida (824, 854) mediante la reflexión
 internamente de al menos una parte de la luz fluorescente, y en el que el elemento óptico de salida (824, 854) se
 configura para dirigir al menos una parte de la luz fluorescente hacia tejido biológico;
 un conducto de fluido (165) en comunicación fluida con el primer y segundo orificios y configurado para
 transportar la sustancia fluorescente entre el paso (135) del guía ondas y un sistema de movimiento de fluido,
 adaptado el sistema de movimiento de fluido para mover la sustancia fluorescente desde el primer extremo al
 25 segundo extremo a través del paso y desde el segundo extremo de vuelta al primer extremo a través del
 conducto de fluido (165);

caracterizado por

- 30 un dispositivo de eliminación de agente fluorescente (710) configurado para acoplarse al conducto de fluido (165)
 y para eliminar el agente fluorescente de la sustancia fluorescente, estando configurado el conducto de fluido
 (165) para dirigir la sustancia fluorescente a través del dispositivo de eliminación de agente fluorescente (710)
 durante un primer modo de operación y para circunvalar el dispositivo de eliminación de agente fluorescente
 35 (710) durante un segundo modo de operación.
2. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que la fuente (105, 532, 810) se selecciona de entre el grupo
 que consiste en una lámpara de destello (812), una lámpara de flash de xenón, una lámpara de flash de kriptón, una
 lámpara de destello de xenón-kriptón, una lámpara de arco, un láser, un diodo y una fuente de luz incoherente.
- 40 3. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 que comprende además un sistema de refrigeración (750) para la
 refrigeración de la sustancia fluorescente.
4. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 que comprende además un orificio de entrada de fluido en
 comunicación fluida con el conducto de fluido (165) y adaptado para conectarse de modo extraíble a un cartucho de
 45 depósito, configurado el cartucho depósito para suministrar la sustancia fluorescente.
5. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se
 caracteriza por un ancho de pulso de entre aproximadamente 0,2 ms y aproximadamente 500 s.
- 50 6. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que un espectro que caracteriza la luz fluorescente suministrada
 al tejido biológico se hace coincidir con un espectro de absorción de al menos una de entre sangre entera,
 hemoglobina, hemoglobina reducida o hemoglobina oxidada.
7. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se
 55 caracteriza por un tamaño de punto de aproximadamente 2 mm de diámetro o mayor.
8. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que la luz fluorescente suministrada al tejido biológico se
 caracteriza por una densidad de energía entre aproximadamente 0,1 J/cm² y aproximadamente 500 J/cm².
- 60 9. El sistema terapéutico de la reivindicación 1 en el que el espectro que caracteriza la luz fluorescente suministrada
 al tejido biológico se hace coincidir con un espectro de absorción de al menos una de entre melanina, porfirina,
 colorante exógeno, grasa y agua en el tejido biológico.
- 65 10. El sistema terapéutico de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de eliminación del agente fluorescente (710)
 comprende un filtro, comprendiendo el filtro un filtro de desionización, un filtro de polaridad o un filtro de partículas.

- 5 11. El sistema terapéutico de la reivindicación 1, en el que la sustancia fluorescente comprende además un aditivo, seleccionado el aditivo de entre un grupo que consiste en uno o más de los siguientes: un agente de mejora de la solubilidad, un absorbente pasivo, un agente de mejora de la vida útil del colorante fluorescente, un detergente o una sustancia configurada para cambiar la polaridad de la sustancia fluorescente.
12. El sistema terapéutico de la reivindicación 11, en el que el dispositivo de eliminación del agente fluorescente se configura adicionalmente para eliminar el aditivo de la sustancia fluorescente.
- 10 13. El sistema terapéutico de la reivindicación 1, que comprende además:
una fuente de colorante en comunicación fluida con el conducto de fluido (165), estando configurada la fuente de fluido para contener al menos una parte de la sustancia fluorescente,
en el que la fuente de colorante se selecciona de entre el grupo que consiste en uno o más de los siguientes: un depósito de colorante (514), unos gránulos, una pastilla, un cartucho de colorante, un cartucho de colorante
15 húmedo, un cartucho de colorante seco, una solución, un polvo, un colorante líquido, un receptáculo, un filtro de intercambio de iones, un filtro de liberación de iones, y un filtro de carbono.
14. El sistema terapéutico de la reivindicación 1, que comprende además el sistema de movimiento de fluido, en el que el sistema de movimiento de fluido se configura para bombear la sustancia fluorescente a través del guía ondas (110, 534, 822) en un primer modo desde el primer orificio al segundo orificio y en un segundo modo desde el
20 segundo orificio al primer orificio.
15. El sistema terapéutico de la reivindicación 1, en el que el sistema de movimiento de fluido se configura para invertir el flujo de la sustancia fluorescente a través del conducto de fluido (165) en respuesta a una señal de control
25 del flujo de fluido.

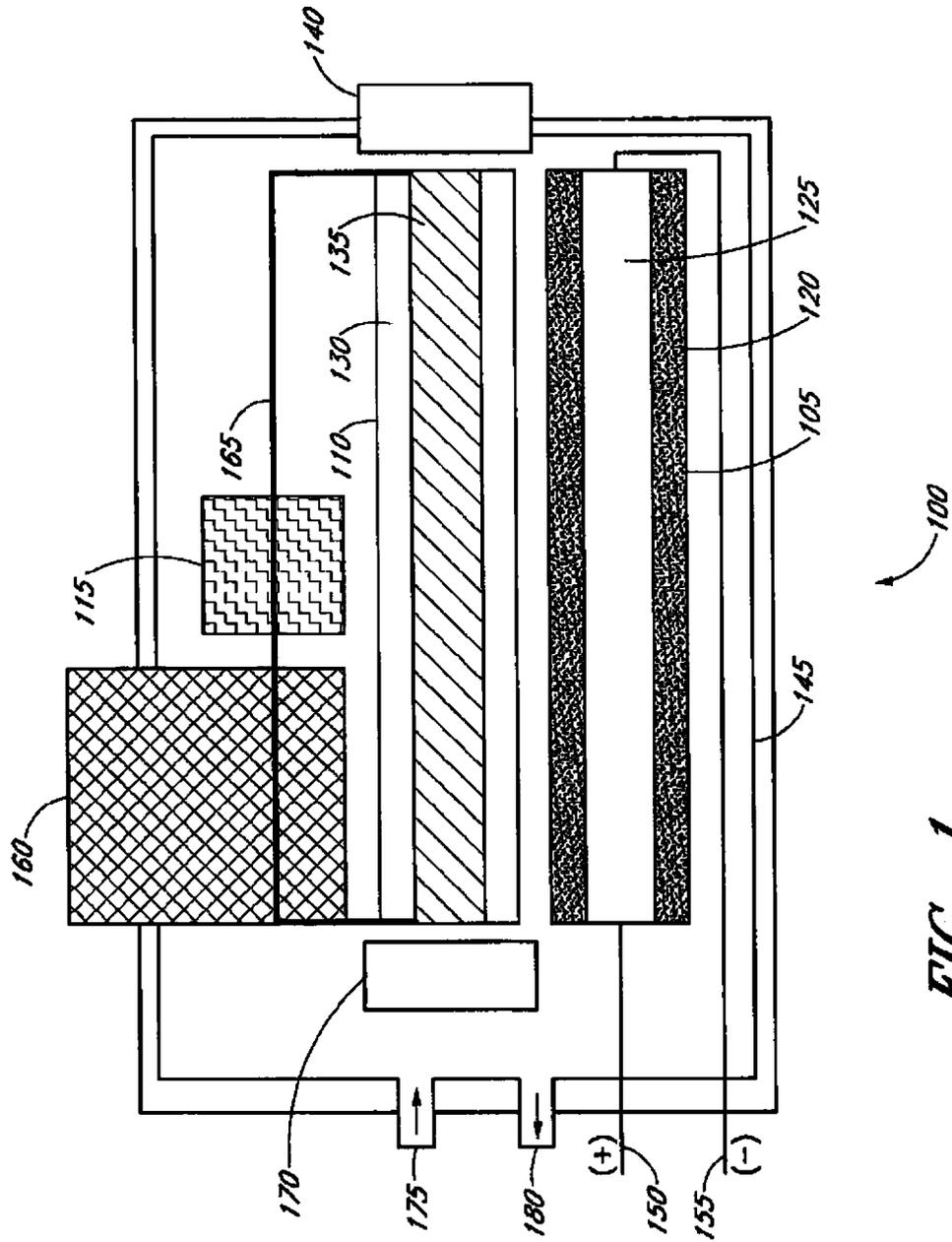


FIG. 1

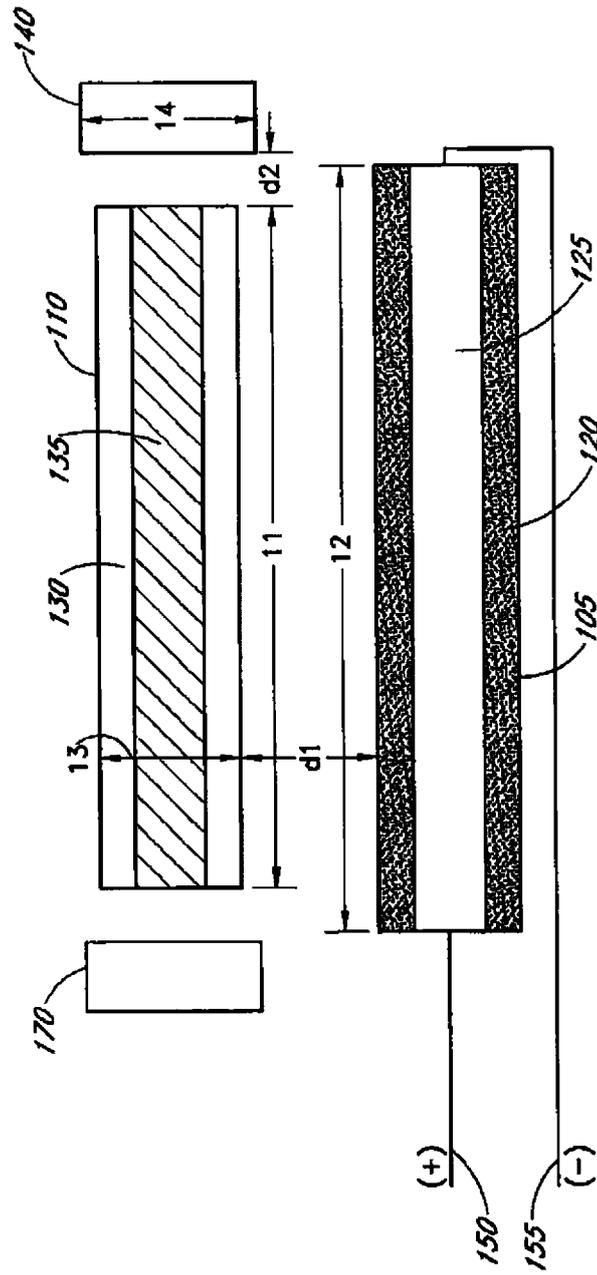


FIG. 2

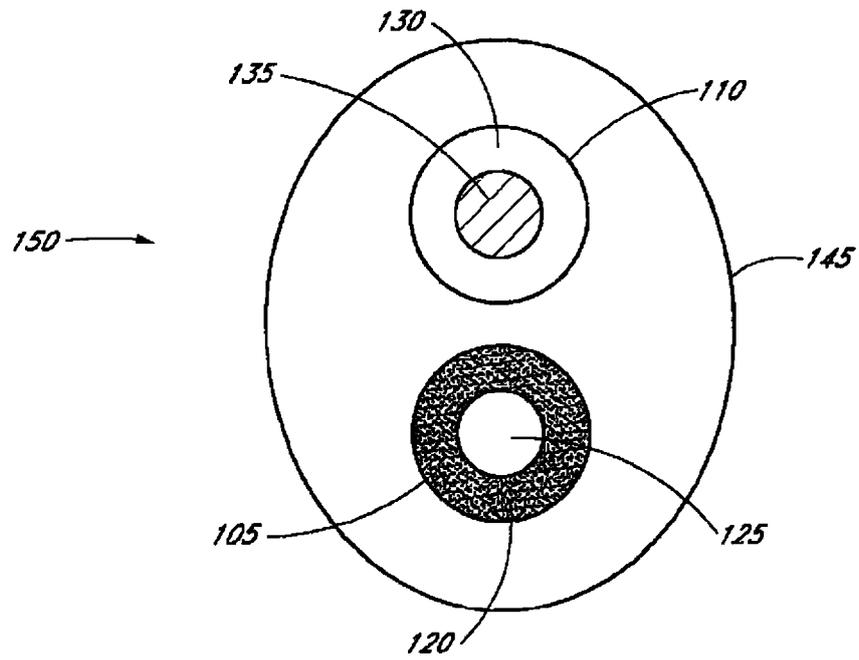


FIG. 3

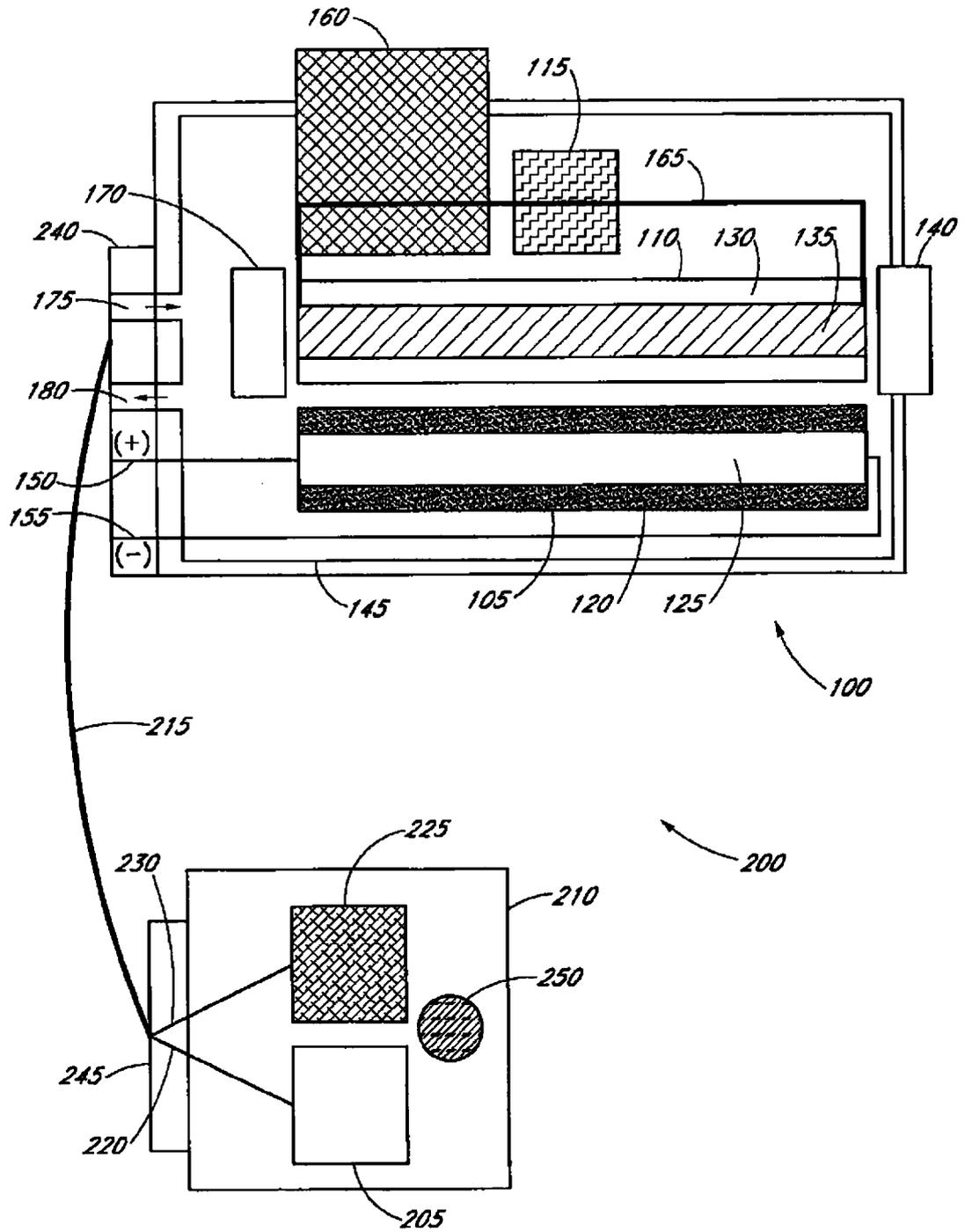


FIG. 4

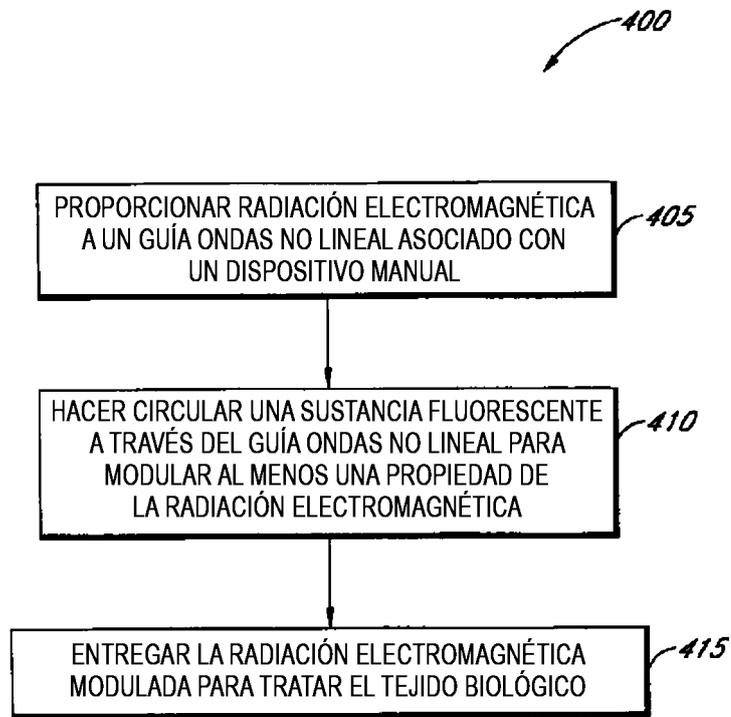


FIG. 5

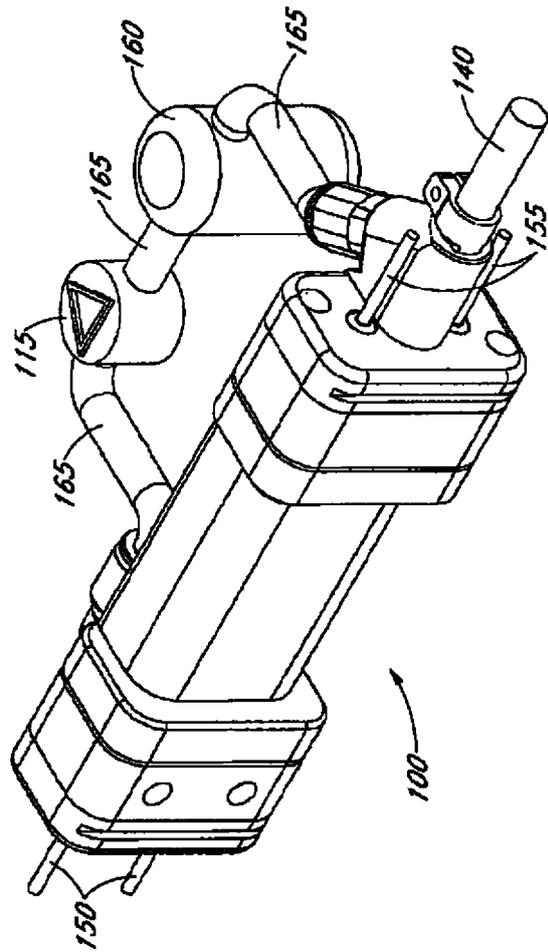


FIG. 6A

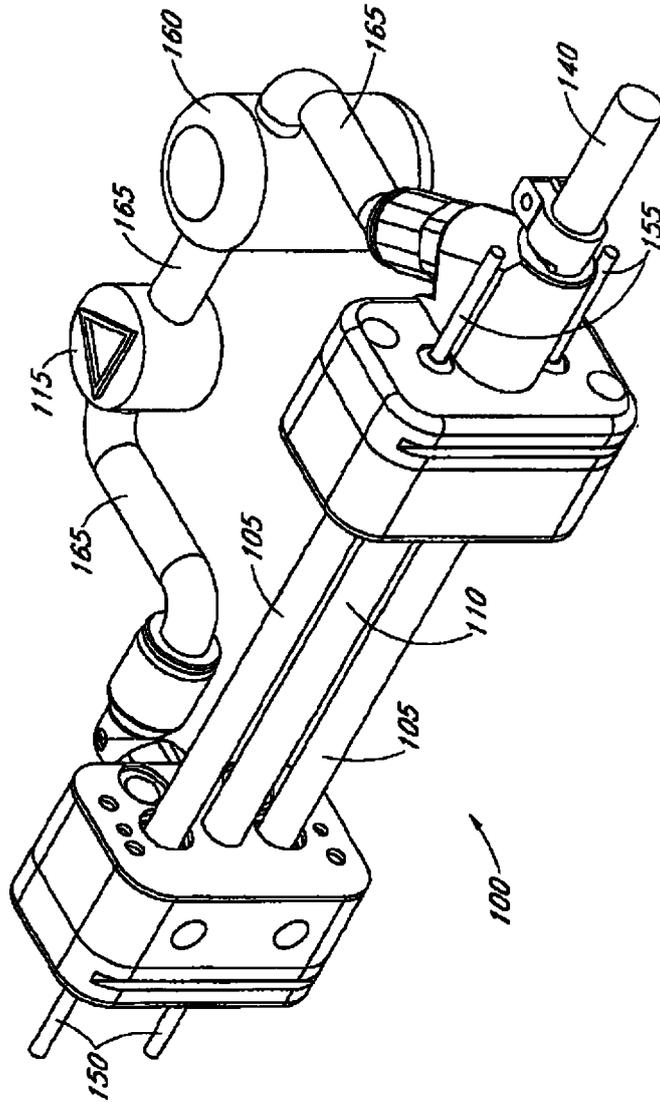


FIG. 6B

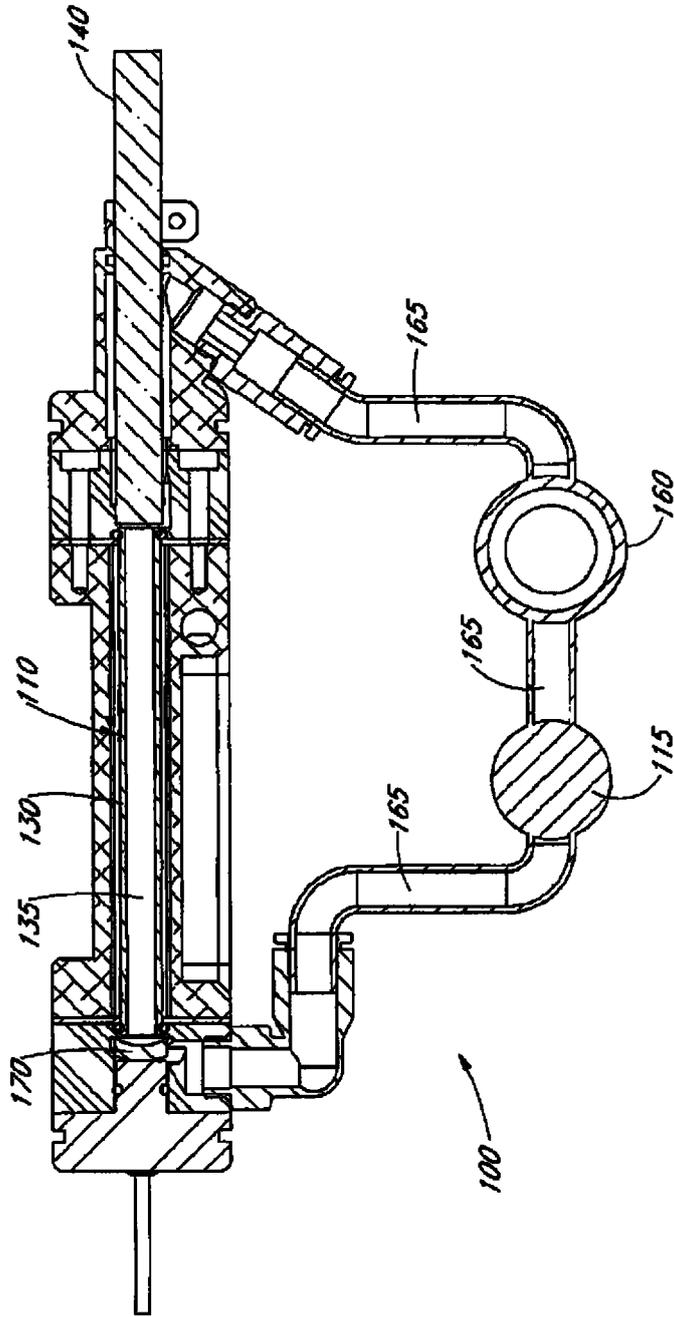


FIG. 6C

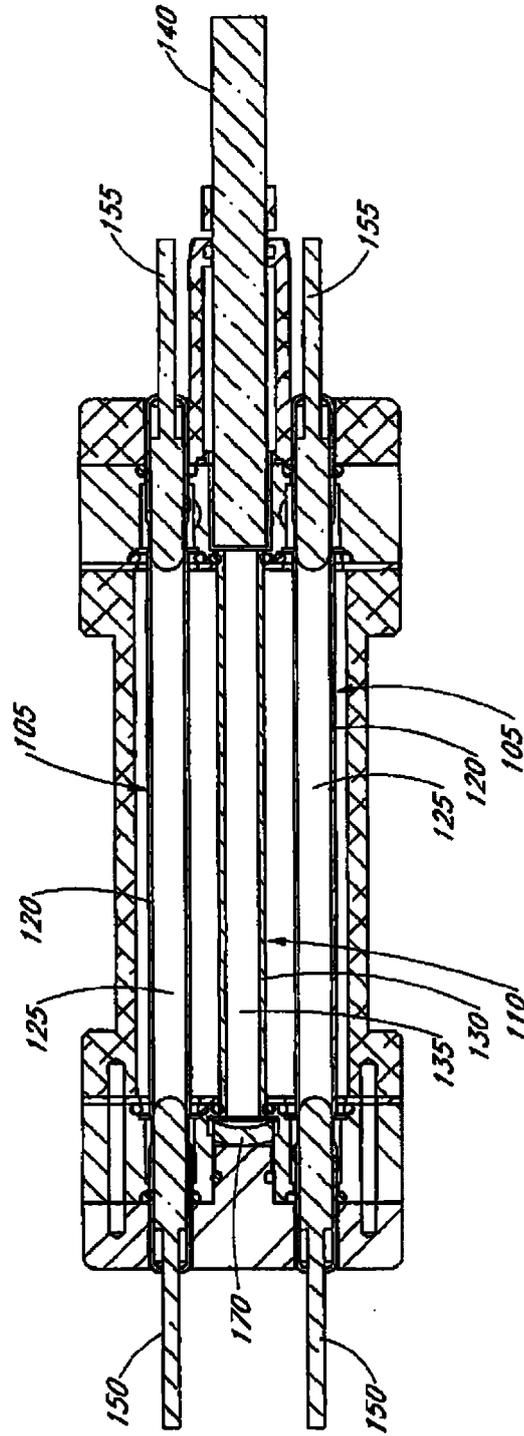


FIG. 6D

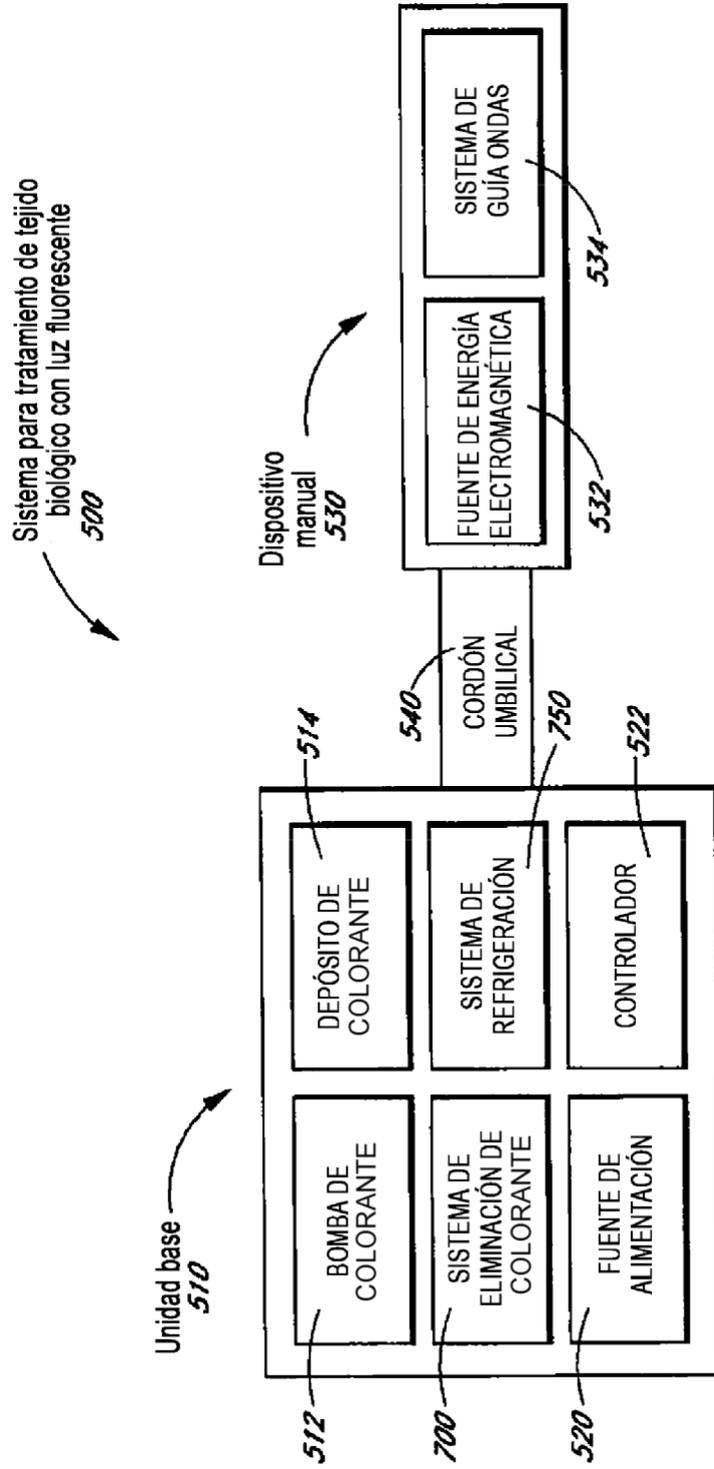


FIG. 7

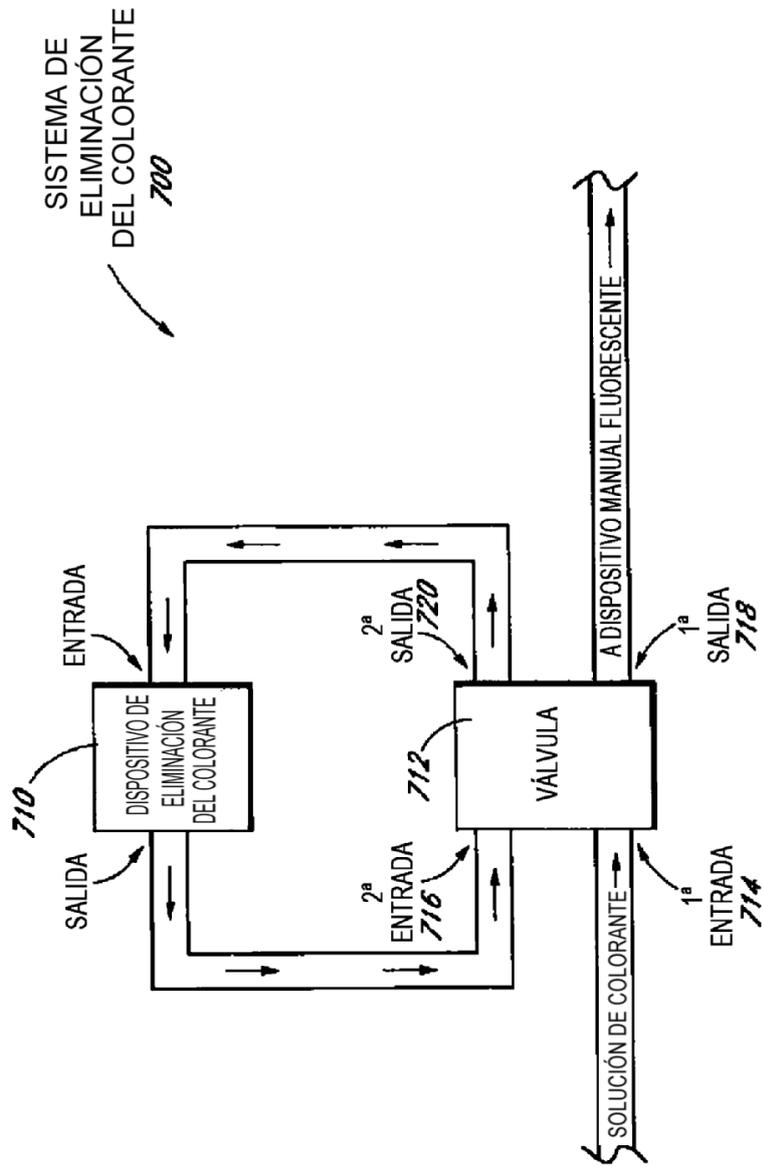


FIG. 8

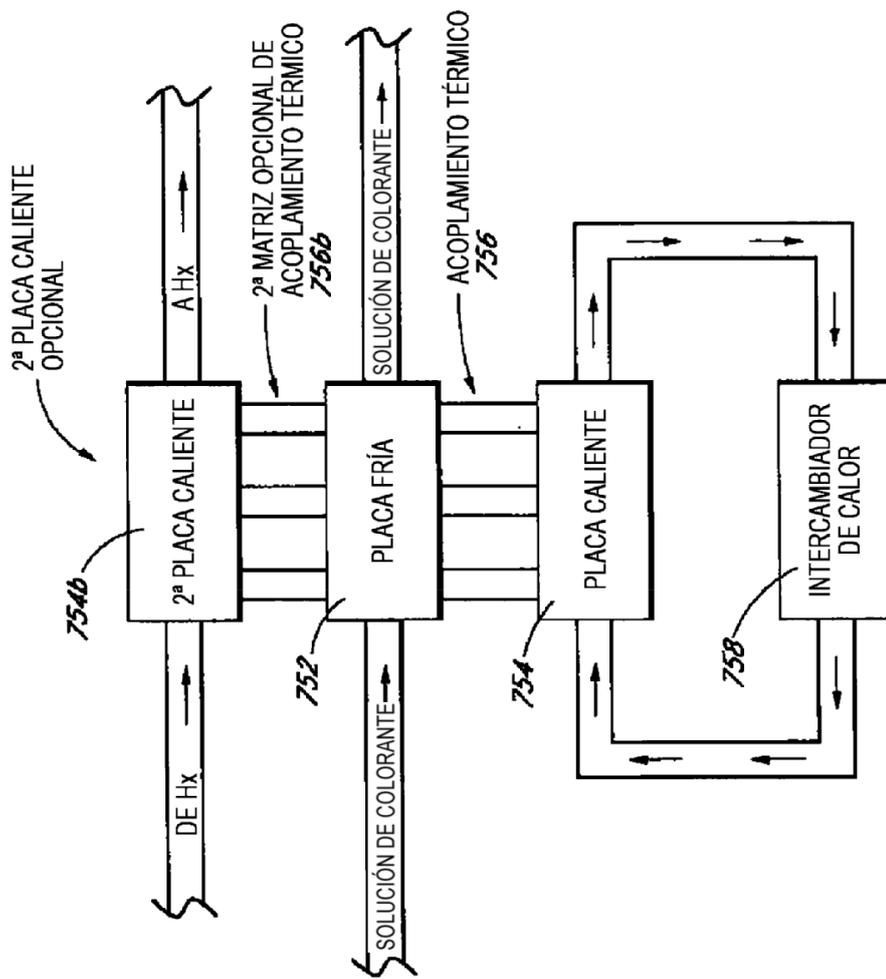


FIG. 9

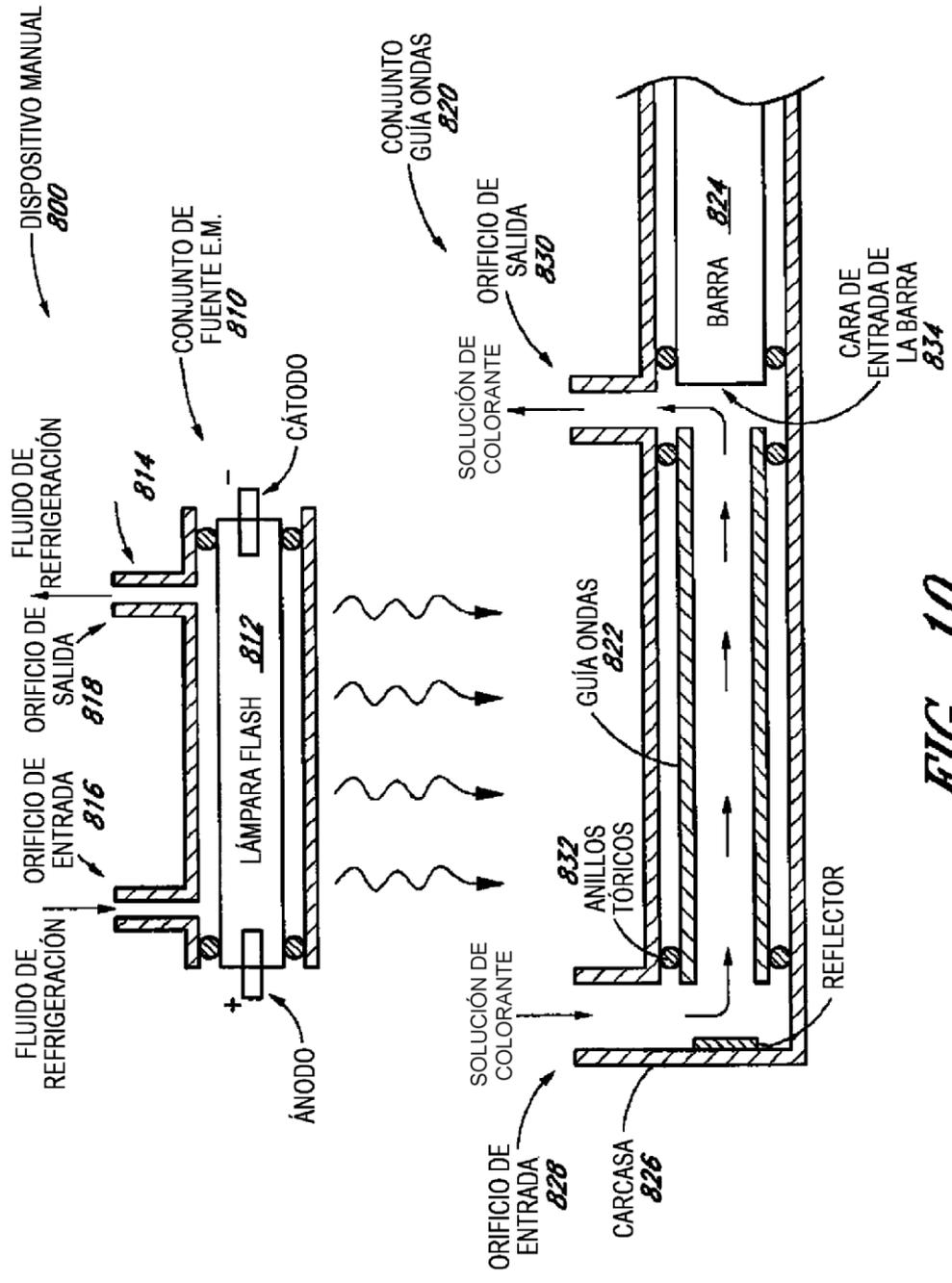


FIG. 10

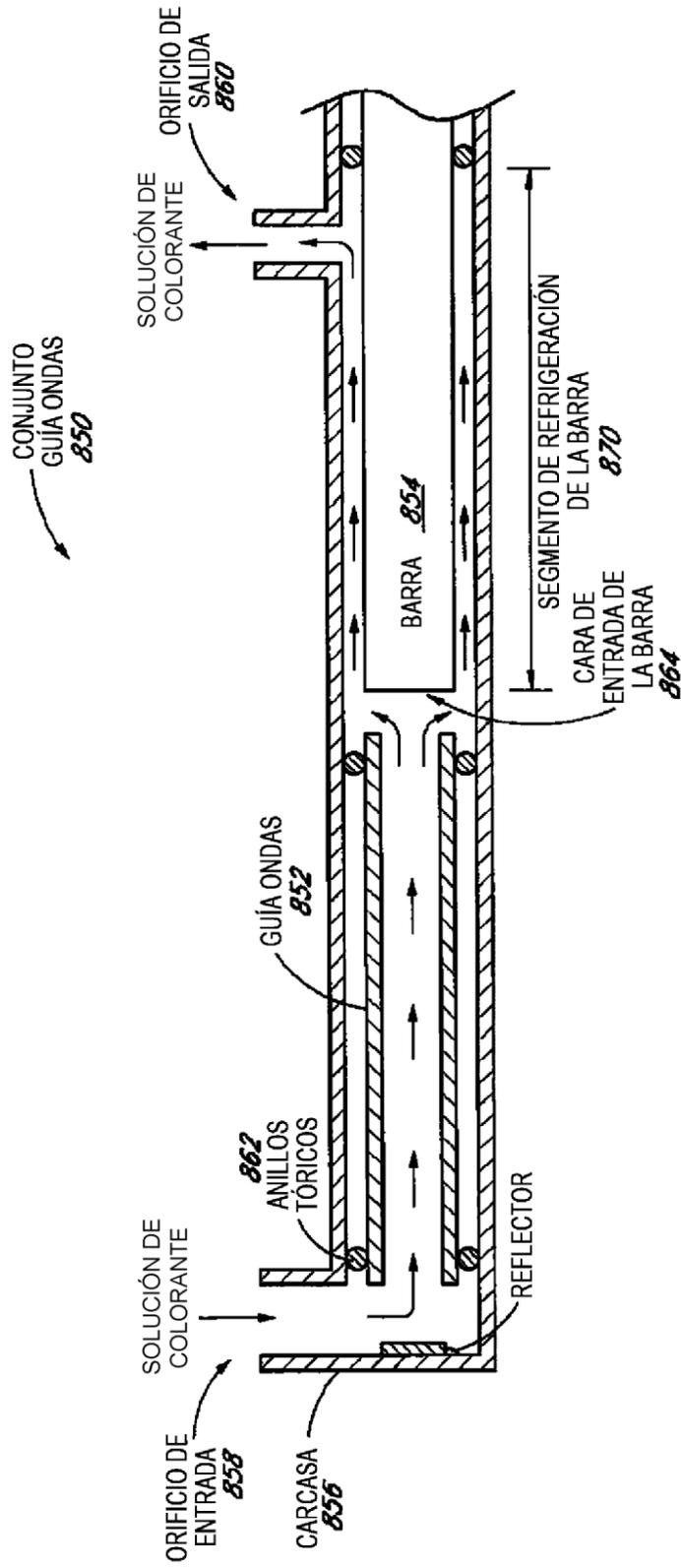


FIG. 11

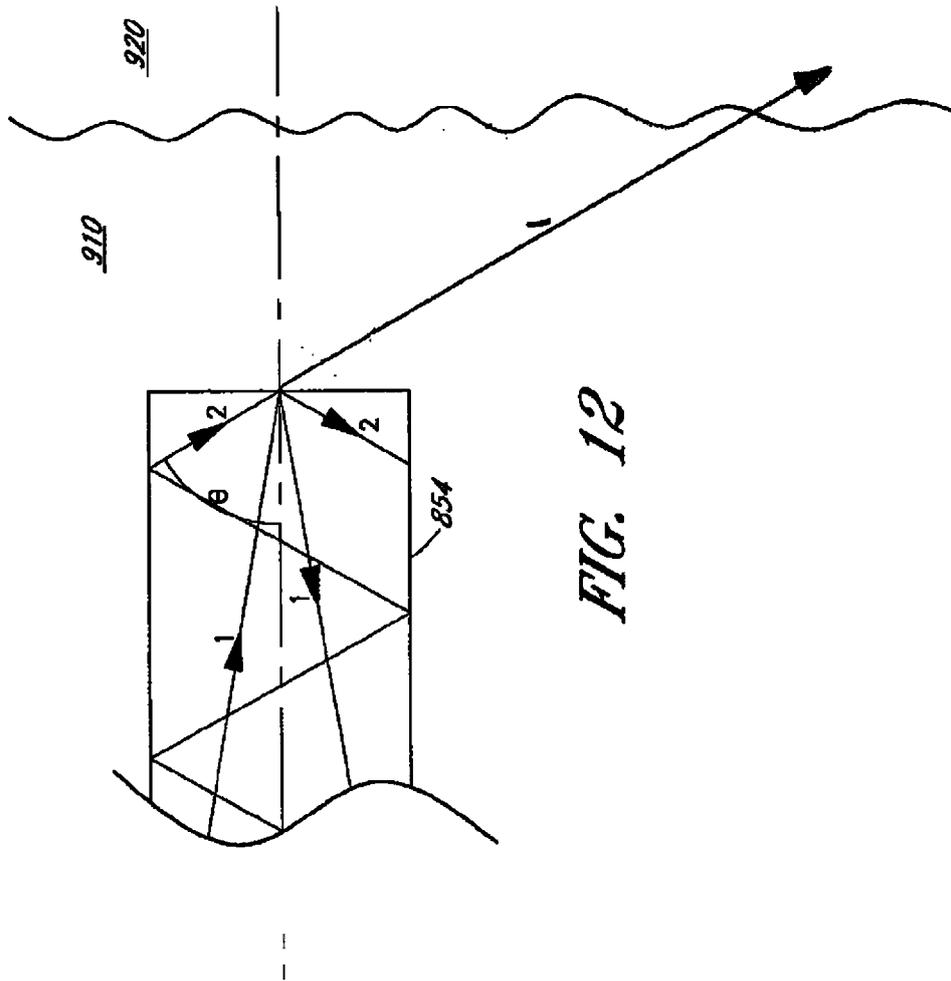


FIG. 12

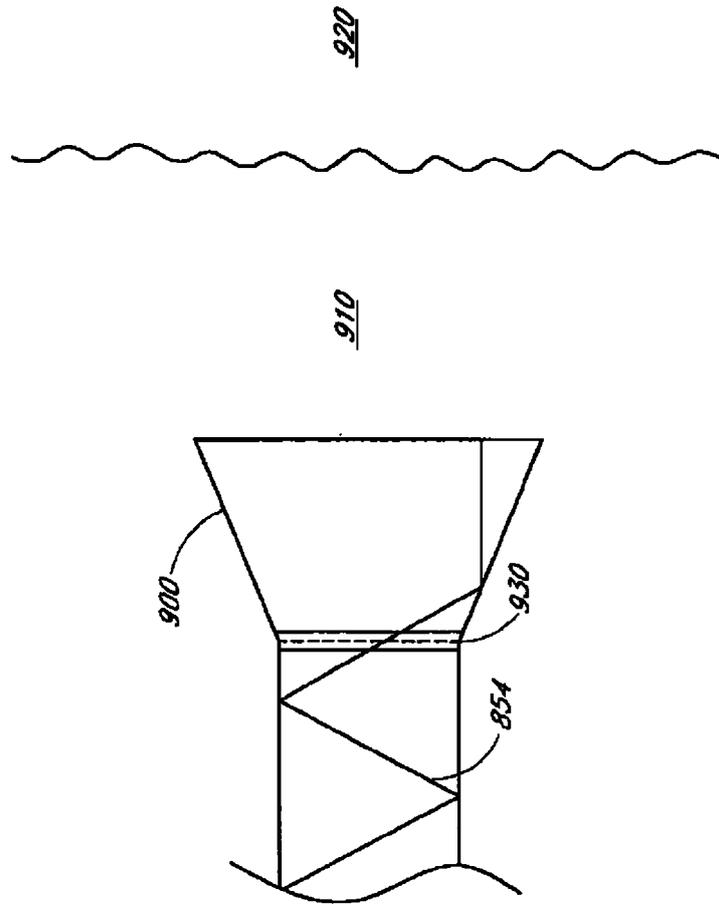


FIG. 13