

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 377**

51 Int. Cl.:

A61M 1/36 (2006.01)

A61N 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2019 PCT/JP2019/007378**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020 WO20174589**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2019 E 19917197 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023 EP 3932447**

54 Título: **Dispositivo de terapia fotodinámica y cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica**

30 Prioridad:

25.02.2019 WO PCT/JP2019/007128

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

31.10.2023

73 Titular/es:

**OTSUKA ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
26-3, Shodai-Tajika 3-chome
Hirakata-shi, Osaka 573-1132, JP**

72 Inventor/es:

**TANAKA, AKIRA y
KAJIWARA, SHINPEI**

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 952 377 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 de terapia fotodinámica y cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo de terapia fotodinámica y a un cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica.

10 **Antecedentes de la técnica**

En el documento de patente 1 descrito a continuación, se divulga un dispositivo de terapia fotodinámica que incluye una barra de luz y tubo. La barra de luz se extiende linealmente y alberga una pluralidad de LED y un cable. El tubo está enrollado alrededor de la barra de luz y está acoplado al sistema circulatorio de un paciente. La sangre del paciente fluye a través del tubo y se irradia con luz emitida a partir de los LED. Se absorbe un fotosensibilizador en la sangre y puede destruirse un componente no deseado en la sangre o resultar afectado mediante la irradiación de luz a partir de los LED.

El documento de patente 2 describe un dispositivo de terapia fotodinámica que comprende un cartucho que incluye un núcleo de enrollado y un tubo enrollado alrededor del núcleo de enrollado.

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

25

[PTL 1] Documento JP 2000-503579 A

[PTL 2] Documento WO 2011/090885 A2

30 **Sumario de la invención**

Problema técnico

En el dispositivo de terapia fotodinámica de la técnica relacionada, la sangre fluye a través de una trayectoria de flujo que tiene una sección transversal circular, que está formada por el tubo, y se irradia con luz emitida a partir de los LED en un lado del tubo. Sin embargo, una configuración de este tipo tiene un problema ya que no puede lograrse una irradiación de luz eficiente de la sangre.

Esta divulgación se ha realizado a la vista de las circunstancias descritas anteriormente y tiene como objetivo proporcionar un dispositivo de terapia fotodinámica y un cartucho de terapia fotodinámica que permitan una irradiación de luz eficiente de sangre de un paciente.

Solución al problema

45 Con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente, según esta divulgación, se proporciona un dispositivo de terapia fotodinámica, que incluye: un cartucho que incluye: un núcleo de enrollado; y un tubo dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo de enrollado; una carcasa configurada para albergar el cartucho; y una fuente de luz, que está dispuesta dentro de la carcasa, y está configurada para irradiar el tubo con luz, en el que el tubo dispuesto alrededor del núcleo de enrollado tiene una sección transversal tomada a lo largo de una dirección ortogonal a una dirección de extensión del tubo, que tiene una primera dimensión en una primera dirección y una segunda dimensión en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección, siendo la segunda dimensión más pequeña que la primera dimensión, y la segunda dirección está dirigida hacia fuera con respecto al núcleo de enrollado.

Breve descripción de los dibujos

55

La figura 1 es un diagrama esquemático para ilustrar un esquema de una terapia fotodinámica según una realización de esta divulgación.

60

La figura 2 es una vista en perspectiva desde el exterior para ilustrar un dispositivo de terapia fotodinámica según la realización.

La figura 3 es una vista en perspectiva desde el exterior para ilustrar un cartucho según la realización.

65

La figura 4 es una vista en perspectiva para ilustrar una estructura interna del cartucho según la realización.

La figura 5 es una vista en perspectiva para ilustrar un núcleo de enrollado según la realización.

La figura 6 es una vista en perspectiva para ilustrar una estructura interna del dispositivo de terapia fotodinámica según la realización.

5 La figura 7 es una vista en sección parcial tomada a lo largo de la línea VII-VII de la figura 2.

La figura 8 es una vista en sección para ilustrar un dispositivo de terapia fotodinámica según un ejemplo de modificación de la realización.

10 Descripción

A continuación se describe una realización de esta divulgación con referencia a los dibujos.

15 La figura 1 es un diagrama esquemático para ilustrar un esquema de una terapia fotodinámica, que no forma parte de la invención reivindicada. En un ejemplo ilustrado en la figura 1, un paciente 4 es un paciente con neoplasia hematológica, y tiene células 5 tumorales. Tras administrarse ácido 5-aminolevulínico (5-ALA), que tiene capacidad de absorción oral, al paciente 4, el ácido 5-aminolevulínico se metaboliza para dar protoporfirina IX (PpIX), que es una sustancia fotosensible, en un proceso de biosíntesis de hemo en mitocondrias intercelulares. La protoporfirina IX tiene una característica de acumularse en mitocondrias de una manera específica de células tumorales y, por tanto, se acumula en las células 5 tumorales del paciente 4.

20 Los órganos circulatorios del paciente 4 se conectan a un dispositivo 100 de terapia fotodinámica a través de un circuito 6 de sangre y un circuito 7 de sangre de irradiación. La sangre del paciente 4 contiene las células 5 tumorales en las que se ha acumulado protoporfirina IX. Se hace que fluya la sangre al interior del dispositivo 100 de terapia fotodinámica según esta divulgación a través del circuito 6 de sangre y el circuito 7 de sangre de irradiación mediante una acción de una bomba 8 de circulación extracorpórea conectada al circuito 6 de sangre. Cuando se irradia la sangre con luz que tiene una longitud de onda que se encuentra dentro de un intervalo de longitud de onda que puede absorberse en la protoporfirina IX (por ejemplo, aproximadamente 410 nm y en un intervalo de desde aproximadamente 500 nm hasta 650 nm) en el dispositivo 100 de terapia fotodinámica, se lleva la protoporfirina IX contenida en la sangre a un estado singlete excitado. La protoporfirina IX vuelve desde el estado singlete excitado hasta un estado fundamental a través de un estado triplete excitado. El oxígeno, que ha absorbido energía generada mediante el proceso anteriormente mencionado, produce oxígeno singlete que puede destruir o afectar a las células 5 tumorales en la sangre.

35 La sangre irradiada con la luz se devuelve a los órganos circulatorios del paciente 4 a través del circuito 7 de sangre de irradiación y el circuito 6 de sangre mediante una acción de la bomba 8 de circulación extracorpórea.

40 En el ejemplo descrito anteriormente, se usa protoporfirina IX como ejemplo de la sustancia fotosensible. Sin embargo, la sustancia fotosensible según esta divulgación no se limita a protoporfirina IX. Además, en el ejemplo descrito anteriormente, el paciente 4 es un paciente con neoplasia hematológica y tiene las células 5 tumorales. Sin embargo, una diana según esta divulgación no se limita a las células 5 tumorales. Cualquier componente no deseado en la sangre, en el que se acumula una sustancia fotosensible, puede ser la diana según esta divulgación.

45 La figura 2 es una vista en perspectiva desde el exterior para ilustrar el dispositivo 100 de terapia fotodinámica según esta realización. Tal como se ilustra en la figura 2, el dispositivo 100 de terapia fotodinámica según esta realización incluye un cartucho 10 y una carcasa 50 configurada para albergar el cartucho 10. El dispositivo 100 de terapia fotodinámica también incluye otros dispositivos (no mostrados) tales como un dispositivo de suministro de potencia, un controlador y una bomba de circulación de sangre. La carcasa 50 tiene una forma de tipo caja delgada, e incluye una placa 50L lateral izquierda y una placa 50R lateral derecha. La placa 50L lateral izquierda y la placa 50R lateral derecha tienen, cada una, una porción de emisión de luz que incluye fuentes de luz de LED en su superficie interna, y están dispuestas a la izquierda y a la derecha para estar opuestas entre sí. Una parte superior de la carcasa 50 está cubierta con una placa 52U superior, y una parte inferior de la misma está cubierta con una placa 52B inferior. Además, un lado trasero de la carcasa 50 está cubierto con una placa 55 trasera. Una pluralidad de ventiladores 70 están previstos en la placa 55 trasera y están configurados para expulsar de manera forzada calor generado a partir de las porciones de emisión de luz descritas anteriormente al exterior. Además, una abertura 51 en un lado delantero está cerrada por una tapa (no mostrada) para evitar fugas de luz. La tapa puede tener un orificio de entrada de aire.

60 La figura 3 es una vista en perspectiva desde el exterior del cartucho 10. La figura 4 es una vista en perspectiva para ilustrar una estructura interna del cartucho 10. La figura 5 es una vista en perspectiva para ilustrar un núcleo 20 de enrollado incluido en el cartucho 10. Tal como se ilustra en la figura 3, el cartucho 10 está totalmente cubierto con una cubierta 40 y tiene una forma de tipo caja delgada de un tamaño tal como para poder albergarse en la carcasa 50 en su conjunto. En particular, la cubierta 40 incluye una parte 40L de cubierta izquierda y una parte 40R de cubierta derecha, que están dispuestas a la izquierda y a la derecha para estar opuestas entre sí. Cada una de la parte 40L de cubierta izquierda y la parte 40R de cubierta derecha tiene una forma de tipo placa sustancialmente plana con extremos delantero y trasero curvados. Se proporciona un asa en un extremo delantero de la cubierta 40.

En la figura 4, se ilustra el cartucho 10 sin la cubierta 40. El cartucho 10 incluye el núcleo 20 de enrollado y un tubo 30. El tubo 30 está dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo 20 de enrollado. El núcleo 20 de enrollado tiene un aspecto ilustrado en la figura 5. El núcleo 20 de enrollado incluye una placa 20L lateral izquierda y una placa 20R lateral derecha, siendo cada una un cuerpo estructural que tiene una superficie plana. La placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha están previstas a la izquierda y a la derecha de modo que sus superficies planas están opuestas entre sí. Cada uno de los extremos delanteros y extremos traseros de la placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha tiene una porción de pared curvada. La placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha están dispuestas de modo que las paredes se conectan sin interrupciones entre sí. El núcleo 20 de enrollado tiene una forma ovalada, es decir, una forma obtenida conectando dos semicírculos opuestos con líneas rectas paralelas, o una forma rectangular con cuatro esquinas redondeadas como forma exterior de una sección transversal tomada a lo largo de una dirección horizontal. El tubo 30 tiene una longitud suficiente para realizar un número requerido de vueltas (veinticuatro vueltas en este caso) alrededor del núcleo 20 de enrollado. Tal como se ilustra en la figura 4, el tubo 30 está enrollado alrededor del núcleo 20 de enrollado sin cruzarse o superponerse en el centro. En particular, una pluralidad de porciones (por ejemplo, primeras porciones 31 y segundas porciones 32 ilustradas en la figura 4) del tubo 30, que están ubicadas en las superficies planas de la placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha, se extienden linealmente y están dispuestas en paralelo entre sí. La pluralidad de porciones del tubo 30, que están ubicadas en las superficies planas, se extienden en la dirección horizontal en esta realización. Sin embargo, evidentemente, la pluralidad de porciones del tubo 30 pueden extenderse en una dirección diagonal. El tubo 30 tiene un extremo unido a la bomba de circulación de sangre y otro extremo unido a un paciente. Se proporcionan carriles 53 de guiado en un extremo superior y un extremo inferior de una superficie interna de cada una de la placa 50L lateral izquierda y la placa 50R lateral derecha de la carcasa 50. El cartucho 10 se guía mediante los carriles 53 de guiado para poder insertarse en, y retirarse de, la carcasa 50, y es de un único uso para cada paciente.

La figura 6 es una vista en perspectiva para ilustrar una estructura interna del dispositivo 100 de terapia fotodinámica según esta realización. Para ilustración de la estructura interna del dispositivo 100 de terapia fotodinámica, la placa 50R lateral derecha está retirada del dispositivo 100 de terapia fotodinámica ilustrado en la figura 6. Tal como se entiende haciendo referencia a la figura 6 y la figura 4, una fuente 60 de luz está dispuesta sobre la superficie interna de la placa 50R lateral derecha de la carcasa 50 para estar opuesta a la placa 20R lateral derecha del cartucho 10 y radiar luz al tubo 30 desde su lado derecho. Una fuente 60 de luz también está dispuesta sobre la superficie interna de la placa 50L lateral izquierda de la carcasa 50 para estar opuesta a la placa 20L lateral izquierda del cartucho 10 y radiar luz al tubo 30 desde su lado izquierdo (véase la figura 7). Como ejemplo, cada una de las fuentes 60 de luz incluye una pluralidad de elementos 61 de emisión de luz tales como elementos de LED, que están dispuestos, por ejemplo, en una matriz sobre un sustrato. La sangre del paciente fluye a través del tubo 30. La sangre ha absorbido la sustancia fotosensible. La irradiación de luz a partir de las fuentes 60 de luz produce oxígeno singlete tal como se describió anteriormente, que puede destruir o afectar a un componente no deseado en la sangre.

La figura 7 es una vista en sección parcial tomada a lo largo de la línea VII-VII de la figura 2. En la figura 7 se ilustra una sección transversal del tubo 30, que se toma a lo largo de una dirección ortogonal a una dirección de extensión del tubo 30. La sección transversal del tubo 30, que se toma a lo largo de la dirección ortogonal a la dirección de extensión del tubo 30, tiene una primera dimensión L1 y una segunda dimensión L2. La primera dimensión L1 es una dimensión en una primera dirección paralela a superficies laterales del núcleo 20 de enrollado. La segunda dimensión L2 es una dimensión en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección. La segunda dirección es una dirección hacia fuera con respecto al núcleo 20 de enrollado, es decir, una dirección en la que están dispuestas las fuentes 60 de luz para estar opuestas entre sí. La primera dimensión L1 corresponde a una longitud máxima en la primera dirección, y la segunda dimensión L2 corresponde a una longitud máxima en la segunda dirección. En este caso, la segunda dimensión L2 es más pequeña que la primera dimensión L1. Puede usarse un tubo que tiene una forma en sección de tipo anillo ovalado como tubo 30 de modo que una forma en sección exterior del tubo 30 tiene las dimensiones anteriormente mencionadas como un único cuerpo (en sí mismo). También puede usarse como forma ovalada un elipsoide, una forma obtenida conectando dos semicírculos opuestos con líneas rectas paralelas, o una forma rectangular que tiene cuatro esquinas redondeadas. Además, puede usarse un tubo cuadrado que tiene una forma en sección de tipo anillo rectangular. Alternativamente, el tubo 30 que tiene la forma en sección exterior con las dimensiones anteriormente mencionadas puede obtenerse de la siguiente manera. Se usa un tubo redondo como tubo 30 y se prensa una superficie exterior del tubo 30 hacia dentro con la cubierta 40. Como resultado, se obtienen las dimensiones anteriormente mencionadas en un estado en el que el tubo 30 está montado en el cartucho 10. Cuando el propio tubo tiene la forma en sección exterior con las dimensiones descritas anteriormente, la cubierta 40 no es indispensable.

La disposición y dimensiones anteriormente mencionadas permiten un aumento del área de proyección del tubo 30 sobre cada una de las superficies (superficies de emisión de luz) en las que se proporcionan las fuentes 60 de luz. Por tanto, la sangre que fluye a través del tubo 30 puede irradiarse de manera eficiente con luz procedente de las fuentes 60 de luz.

Tal como se ilustra en la figura 7, una parte de una superficie interna de la cubierta 40, que está en contacto con el tubo 30, está formada de manera plana. Por tanto, una forma del tubo 30 en el lado de fuente 60 de luz puede mantenerse plana. Además, el tubo 30 está dispuesto para estar en contacto con porciones 20A de superficie plana

y porciones 20B de superficie plana. Por tanto, una forma del tubo 30 en un lado opuesto a la fuente 60 de luz también puede mantenerse plana.

Ahora se describe con más detalle una estructura del núcleo 20 de enrollado. Tal como se ilustra en la figura 5, el núcleo 20 de enrollado se forma ajustando la placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha, que son dos cuerpos estructurales izquierdo y derecho, entre sí. El núcleo 20 de enrollado tiene una forma columnar en su conjunto, que tiene una porción 23 de cavidad hueca (véase la figura 7) que pasa en una dirección vertical. La placa 20R lateral derecha del núcleo 20 de enrollado tiene el número de porciones 20A de superficie plana que corresponde al número de vueltas del tubo 30. De manera similar, la placa 20L lateral izquierda del núcleo 20 de enrollado tiene el mismo número de porciones 20B de superficie plana que el número de porciones 20A de superficie plana. Todas las porciones 20A de superficie plana están definidas en una primera superficie plana y, de manera similar, todas las porciones 20B de superficie plana están definidas en una segunda superficie plana. La primera superficie plana y la segunda superficie plana son paralelas entre sí. La placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha se proporcionan de modo que la segunda superficie plana está posicionada en una ubicación tal que la primera superficie plana se mueve en una dirección normal a la primera superficie plana. Las porciones 20A de superficie plana están dispuestas para extenderse linealmente a lo largo de la primera superficie plana para estar separadas una de otra y en paralelo entre sí. Las porciones 20B de superficie plana también están dispuestas para extenderse linealmente a lo largo de la segunda superficie plana para estar separadas una de otra y en paralelo entre sí. Se proporcionan paredes 22 de guiado en vertical entre las porciones 20A de superficie plana y también se proporcionan paredes 22 de guiado en vertical entre las porciones 20B de superficie plana. Los extremos delanteros de las porciones 20A de superficie plana y los extremos delanteros de las porciones 20B de superficie plana están conectados entre sí por medio de una porción 20C de superficie curvada, y los extremos traseros de las porciones 20A de superficie plana y los extremos traseros de las porciones 20B de superficie plana están conectados entre sí por medio de una porción 20D de superficie curvada.

Porciones (por ejemplo, las primeras porciones 31 y las segundas porciones 32) del tubo 30 se ajustan en espacios definidos por las porciones 20A de superficie plana y las paredes 22, 22 de guiado proporcionadas en vertical para estar verticalmente adyacentes a cada una de las porciones 20A de superficie plana y espacios definidos por las porciones 20B de superficie plana y las paredes 22 de guiado proporcionadas en vertical para estar verticalmente adyacentes a cada una de las porciones 20B de superficie plana. El tubo 30 se proporciona para enrollarse alrededor del núcleo 20 de enrollado en su conjunto. Tal como se describió anteriormente, el núcleo 20 de enrollado está cubierto con la cubierta 40. El tubo 30 está dispuesto en un espacio rodeado por las porciones 20A de superficie plana, las porciones 20B de superficie plana, las paredes 22, 22 de guiado proporcionadas en vertical para estar verticalmente adyacentes a cada una de las porciones 20A y 20B de superficie plana, y la cubierta 40. En este caso, una superficie lateral del tubo 30 puede estar al menos parcialmente en contacto con la superficie interna de la cubierta 40. Además, una superficie lateral del tubo 30 puede estar al menos parcialmente en contacto con las porciones 20A de superficie plana y las porciones 20B de superficie plana. Las porciones 20A de superficie plana y las porciones 20B de superficie plana se extienden en la dirección horizontal en esta realización. Sin embargo, evidentemente, las porciones 20A y 20B de superficie plana pueden extenderse en la dirección diagonal.

Tal como se ilustra en la figura 7, una distancia entre cada una de las porciones 20A de superficie plana y la placa 50R lateral derecha y una distancia entre cada una de las porciones 20B de superficie plana y la placa 50L lateral izquierda son iguales entre sí. Las distancias descritas anteriormente permiten igualar la cantidad de luz que va a radiarse a las porciones del tubo 30. Además, las distancias descritas anteriormente pueden evitar que el tubo 30 y las fuentes 60 de luz estén ubicados excesivamente cerca entre sí para evitar de ese modo un aumento de temperatura en la sangre.

Ahora se describe una estructura de refrigeración del dispositivo 100 de terapia fotodinámica. Tal como se ilustra en la figura 6, los ventiladores 70 de refrigeración están dispuestos en la placa 55 trasera de la carcasa 50. Tal como se ilustra en la figura 7, cuando se observa desde el lado de la abertura 51, hay espacios definidos entre la superficie interna de la placa 50L lateral izquierda y una superficie lateral izquierda del cartucho 10 y entre la placa 50R lateral derecha y el cartucho 10, respectivamente. Los espacios facilitan el flujo de aire entre las superficies laterales internas de la carcasa 50 y el cartucho 10.

Además, tal como se ilustra en la figura 4 y la figura 5, las porciones (por ejemplo, las primeras porciones 31 y las segundas porciones 32) del tubo 30, que están ubicadas en las porciones 20A de superficie plana del núcleo 20 de enrollado, se extienden linealmente en paralelo entre sí. Una dirección de extensión de las porciones lineales del tubo 30 corresponde a, preferiblemente coincide con, una dirección de una línea recta X, que es una dirección de instalación de los ventiladores 70 de refrigeración (dirección axial de cada uno de los ventiladores). Esta disposición permite que el aire fluya más suavemente desde la abertura 51 hacia los ventiladores 70 de refrigeración y desde los ventiladores 70 de refrigeración hacia la abertura 51.

La suavidad del flujo de aire provocada por los ventiladores 70 de refrigeración puede suprimir un aumento de temperatura en el cartucho 10. Además, cuando se usan, por ejemplo, elementos de LED como elementos 61 de emisión de luz de las fuentes 60 de luz, una longitud de onda central de la luz emitida puede cambiar debido a un cambio en la temperatura de los LED. Puede suprimirse un cambio de este tipo de la longitud de onda central.

Tal como se describió anteriormente, el núcleo 20 de enrollado tiene la porción 23 de cavidad hueca que pasa en la dirección vertical. La porción 23 de cavidad hueca también permite fomentar la expulsión de calor a partir del cartucho 10.

Al menos una parte de las porciones 20A de superficie plana y las porciones 20B de superficie plana del núcleo 20 de enrollado pueden tener un acabado de espejo. De esta manera, la luz emitida a partir de las fuentes 60 de luz, que se ha transmitido a través del tubo 30, se refleja por la parte con acabado de espejo para incidir de nuevo sobre el tubo 30. Por tanto, puede irradiarse la sangre de manera más eficiente con la luz.

La figura 8 es una vista en sección para ilustrar un dispositivo 100 de terapia fotodinámica según un ejemplo de modificación. En este ejemplo de modificación, la placa 20L lateral izquierda incluye una porción 25 de superficie plana adicional ubicada entre las porciones 20B de superficie plana. La porción 25 de superficie plana adicional puede estar definida en la misma superficie plana que la superficie plana en la que están definidas las porciones 20B de superficie plana. De manera similar, la placa 20R lateral derecha incluye una porción 25 de superficie plana adicional ubicada entre las porciones 20A de superficie plana. La porción 25 de superficie plana adicional de la placa 20R lateral derecha también puede estar definida en la misma superficie plana que la superficie plana en la que están definidas las porciones 20A de superficie plana. El tubo 30 está dispuesto para no estar en contacto con las porciones 25 de superficie plana adicionales.

En este caso, cuando se observa en una dirección normal a las porciones 20B de superficie plana, es decir, en la segunda dirección ilustrada en la figura 8, la porción 20B de superficie plana y la porción 25 de superficie plana adicional de la placa 20R lateral derecha pueden estar al menos parcialmente superpuestas entre sí. De manera similar, cuando se observa en la segunda dirección, la porción 20A de superficie plana y la porción 25 de superficie plana adicional de la placa 20L lateral izquierda pueden estar al menos parcialmente superpuestas entre sí. En este caso, cada una de la placa 20L lateral izquierda y la placa 20R lateral derecha está formada por un elemento transmisor de la luz. Alternativamente, sólo las porciones 25 de superficie plana adicionales, las porciones 20A de superficie plana y las porciones 20B de superficie plana pueden estar formadas por un elemento transmisor de la luz. Por ejemplo, se prefiere que se use un elemento que tiene una transmitancia del 50 % o superior con respecto a una longitud de onda central de la luz emitida a partir de las fuentes 60 de luz como elemento transmisor de la luz. Alternativamente, una abertura puede estar formada en al menos una de las porciones 25 de superficie plana adicionales, las porciones 20A de superficie plana o las porciones 20B de superficie plana para permitir que la luz emitida a partir de las fuentes 60 de luz alcance de manera más eficiente un lado de superficie trasera. De la manera descrita anteriormente, la luz emitida a partir de las fuentes 60 de luz pasa a través de porciones entre porciones dispuestas en paralelo del tubo 30 que va a radiarse sobre el tubo 30 en el lado de superficie trasera.

El dispositivo 100 de terapia fotodinámica descrito anteriormente permite una irradiación eficiente de la sangre del paciente con la luz. La configuración específica divulgada en el presente documento es simplemente un ejemplo y no se pretende que limite el alcance técnico de la presente invención a la misma. Los expertos en la técnica pueden modificar de manera adecuada la realización divulgada y debe interpretarse que el alcance técnico de la invención según esta divulgación abarca las modificaciones así realizadas.

Un elemento de control de temperatura tal como un elemento de Peltier puede estar dispuesto sobre una superficie trasera de cada una de las fuentes 60 de luz, y un termómetro puede estar dispuesto en las inmediaciones de cada una de las fuentes 60 de luz de modo que se controla un funcionamiento del elemento de control de temperatura para mantener constante una temperatura de la fuente 60 de luz. Específicamente, cuando la temperatura de la fuente 60 de luz es superior a un valor de referencia, se enfría la fuente 60 de luz mediante el elemento de control de temperatura. Cuando la temperatura de la fuente 60 de luz es inferior al valor de referencia, se calienta la fuente 60 de luz mediante el elemento de control de temperatura. De esta manera, se mantiene constante la temperatura de cada una de las fuentes 60 de luz. Cada uno de los elementos 61 de emisión de luz incluidos en las fuentes 60 de luz, tales como elementos de LED, tiene una propiedad de cambiar su longitud de onda dependiendo de su temperatura. Por tanto, la longitud de onda de luz que va a radiarse a la sangre puede mantenerse constante manteniendo constante la temperatura.

(Apéndices)

Esta divulgación abarca las siguientes configuraciones.

(1) Un dispositivo de terapia fotodinámica, que incluye:

un cartucho que incluye:

un núcleo de enrollado; y

un tubo dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo de enrollado;

una carcasa configurada para albergar el cartucho;

una fuente de luz, que está dispuesta dentro de la carcasa, y está configurada para irradiar el tubo con luz,

5 en el que el núcleo de enrollado sujeta el tubo de modo que una parte del tubo se extiende a lo largo de una primera superficie plana, y

en el que la fuente de luz incluye una pluralidad de elementos de emisión de luz dispuestos sobre una superficie plana opuesta a la primera superficie plana.

10

(2) Un cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica, que incluye:

un núcleo de enrollado; y

15

un tubo dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo de enrollado,

en el que el núcleo de enrollado sujeta el tubo de modo que una parte del tubo se extiende a lo largo de una primera superficie plana.

20

Con las configuraciones (1) y (2) descritas anteriormente, puede establecerse fácilmente constante una longitud de trayecto óptico desde la fuente 60 de luz hasta el tubo 30 dispuesto en las primeras porciones 20A de superficie plana. Por tanto, puede hacerse que la cantidad de luz radiada a la sangre que fluye a través del tubo 30 sea constante. Como resultado, puede mantenerse constante una cantidad de absorción de luz por la sustancia fotosensible. Por tanto, puede garantizarse un efecto dado o superior de destruir o afectar a un componente no deseado en la sangre.

25

Puede evitarse que el tubo 30 y la pluralidad de elementos 61 de emisión de luz estén ubicados excesivamente cerca unos de otros manteniendo una distancia constante entre el tubo 30 y la pluralidad de elementos 61 de emisión de luz. Como resultado, puede suprimirse un aumento de temperatura local en la sangre que fluye a través del tubo 30. Evidentemente, los efectos anteriormente mencionados pueden obtenerse independientemente de una relación entre la dimensión L1 y la dimensión L2 del tubo 30.

30

Lista de signos de referencia

35

4 paciente, 5 célula tumoral, 6 circuito de sangre, 7 circuito de sangre de irradiación, 8 bomba de circulación extracorpórea, 10 cartucho, 20 núcleo de enrollado, 22 pared de guiado, 23 porción de cavidad hueca, 30 tubo, 40 cubierta, 50 carcasa, 60 fuente de luz, 70 ventilador de refrigeración, 100 dispositivo de terapia fotodinámica, L1 primera dimensión, L2 segunda dimensión.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de terapia fotodinámica, que comprende:
 - 5 un cartucho que incluye:
 - un núcleo de enrollado; y
 - 10 un tubo dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo de enrollado;
 - una carcasa configurada para albergar el cartucho; y
 - una fuente de luz, que está dispuesta dentro de la carcasa, y está configurada para irradiar el tubo con luz,
 - 15 en el que el tubo dispuesto alrededor del núcleo de enrollado tiene una sección transversal tomada a lo largo de una dirección ortogonal a una dirección de extensión del tubo, que tiene una primera dimensión en una primera dirección y una segunda dimensión en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección, siendo la segunda dimensión más pequeña que la primera dimensión, y la segunda dirección está dirigida hacia fuera con respecto al núcleo de enrollado.
 2. Dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 1, en el que el núcleo de enrollado sujeta el tubo de modo que una parte del tubo se extiende a lo largo de una primera superficie plana.
 3. Dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 2, en el que el tubo tiene una primera porción y una segunda porción que se extienden en paralelo a lo largo de la primera superficie plana.
 4. Dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 3,
 - 30 en el que el tubo está dispuesto de modo que la primera porción y la segunda porción están separadas una de otra,
 - en el que el tubo incluye además una tercera porción que se extiende a lo largo de una segunda superficie plana ubicada en un lado trasero de la primera superficie plana,
 - 35 en el que al menos una parte de la tercera porción está ubicada entre la primera porción y la segunda porción cuando se observa en una dirección ortogonal a la primera superficie plana, y
 - en el que una porción del núcleo de enrollado, que está ubicada en un lado más cerca de la primera superficie plana con respecto a la tercera porción, está formada por un elemento transmisor de la luz.
 5. Dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 4, en el que el elemento transmisor de la luz tiene una transmitancia de la luz del 50 % o superior con respecto a una longitud de onda central de la luz emitida a partir de la fuente de luz.
 - 45 6. Dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende además un ventilador de refrigeración dispuesto en la carcasa,
 - 50 en el que la primera porción y la segunda porción se extienden linealmente según una dirección de instalación del ventilador de refrigeración.
 7. Dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que la fuente de luz incluye una pluralidad de elementos de emisión de luz dispuestos sobre una superficie plana opuesta a la primera superficie plana.
 - 55 8. Dispositivo de terapia fotodinámica según las reivindicaciones 6 y 7, en el que la carcasa y el cartucho están dispuestos para definir espacios entre superficies laterales internas de la carcasa y superficies laterales del cartucho, respectivamente.
 9. Dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que al menos una parte del núcleo de enrollado, con la que está dispuesto en contacto el tubo, tiene acabado de espejo.
 - 60 10. Dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además una cubierta configurada para sujetar el tubo en actuación conjunta con el núcleo de enrollado,
 - 65 en el que una parte de la cubierta, que está en contacto con el tubo, tiene una superficie plana.

11. Dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el núcleo de enrollado tiene una forma tubular, y tiene una porción de cavidad hueca que pasa desde un extremo hasta otro extremo de la forma tubular.
- 5 12. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica, que comprende:
un núcleo de enrollado; y
un tubo dispuesto para enrollarse alrededor del núcleo de enrollado,
10 en el que el tubo dispuesto alrededor del núcleo de enrollado tiene una sección transversal tomada a lo largo de una dirección ortogonal a una dirección de extensión del tubo, que tiene una primera dimensión en una primera dirección y una segunda dimensión en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección, siendo la segunda dimensión más pequeña que la primera dimensión, y la segunda dirección está dirigida hacia fuera con respecto al núcleo de enrollado.
- 15 13. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 12, en el que el núcleo de enrollado sujeta el tubo de modo que una parte del tubo se extiende a lo largo de una primera superficie plana.
- 20 14. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 13, en el que el tubo tiene una primera porción y una segunda porción que se extienden en paralelo a lo largo de la primera superficie plana.
- 25 15. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 14,
en el que el tubo está dispuesto de modo que la primera porción y la segunda porción están separadas una de otra,
30 en el que el tubo incluye además una tercera porción que se extiende a lo largo de una segunda superficie plana ubicada en un lado trasero de la primera superficie plana,
en el que al menos una parte de la tercera porción está ubicada entre la primera porción y la segunda porción cuando se observa en una dirección ortogonal a la primera superficie plana, y
35 en el que una porción del núcleo de enrollado, que está ubicada en un lado más cerca de la primera superficie plana con respecto a la tercera porción, está formada por un elemento transmisor de la luz.
- 40 16. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según la reivindicación 15, en el que el elemento transmisor de la luz tiene una transmitancia de la luz del 50 % o superior con respecto a una longitud de onda central de la luz que va a radiarse al tubo.
- 45 17. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en el que al menos una parte del núcleo de enrollado, con la que está dispuesto en contacto el tubo, tiene acabado de espejo.
- 50 18. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, que comprende además una cubierta configurada para sujetar el tubo en actuación conjunta con el núcleo de enrollado,
en el que una parte de la cubierta, que está en contacto con el tubo, tiene una superficie plana.
- 55 19. Cartucho de dispositivo de terapia fotodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, en el que el núcleo de enrollado tiene una forma tubular, y tiene una porción de cavidad hueca que pasa desde un extremo hasta otro extremo de la forma tubular.

FIG. 1

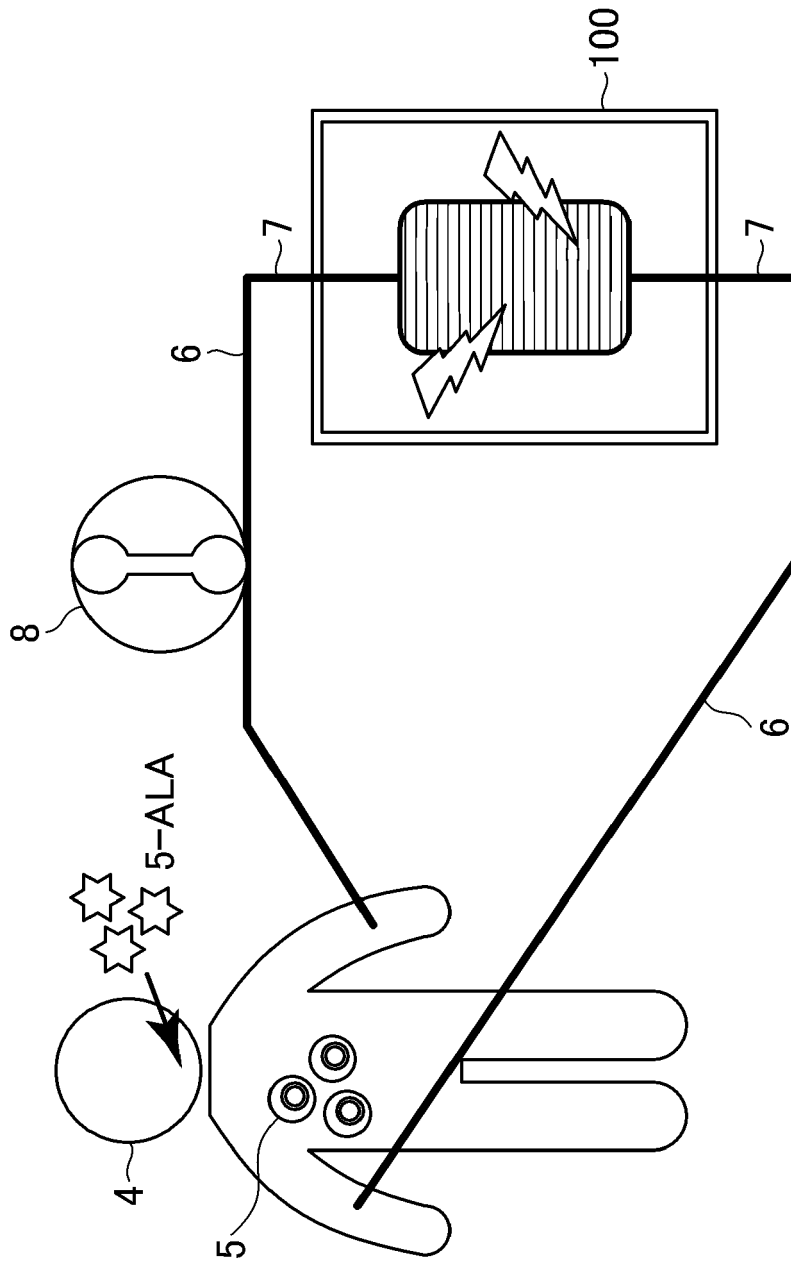


FIG.2

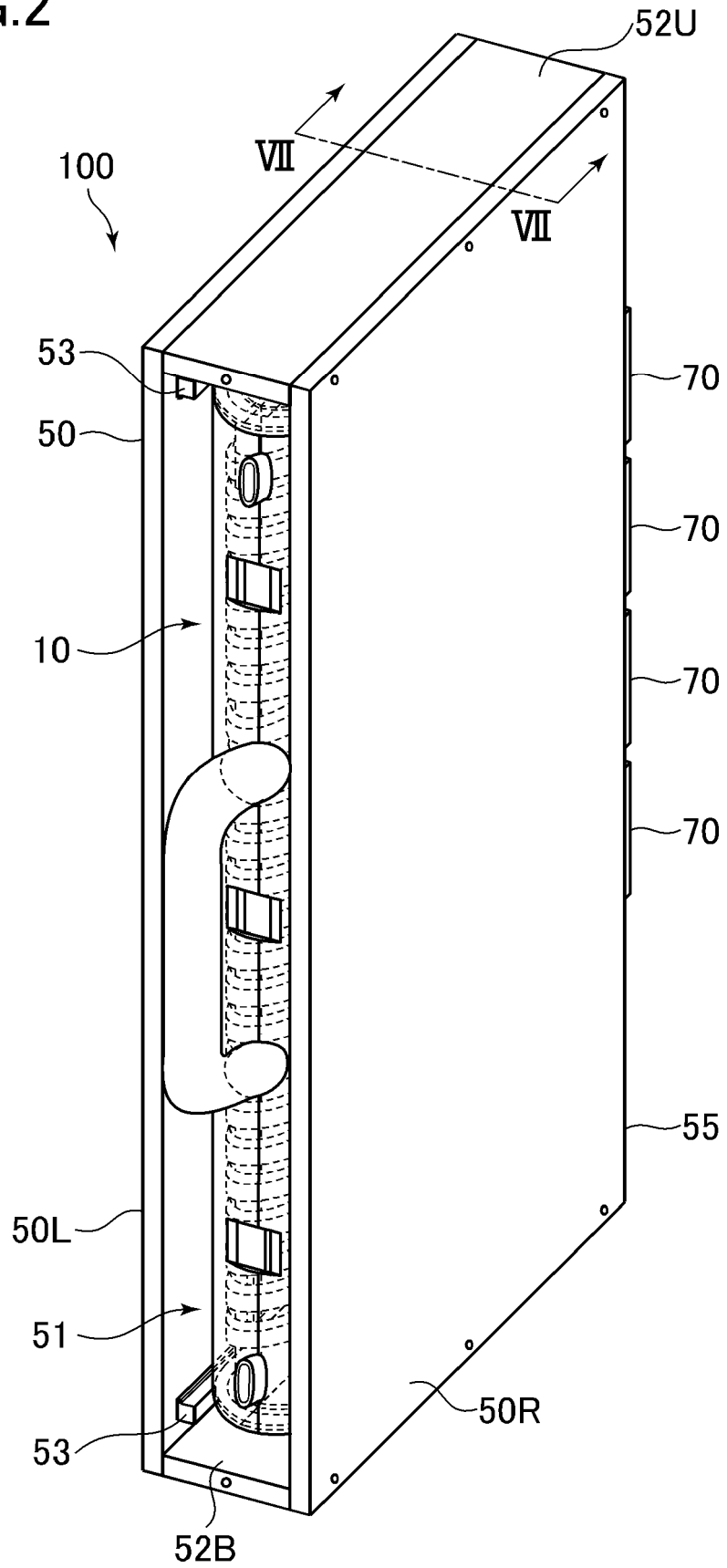


FIG.3

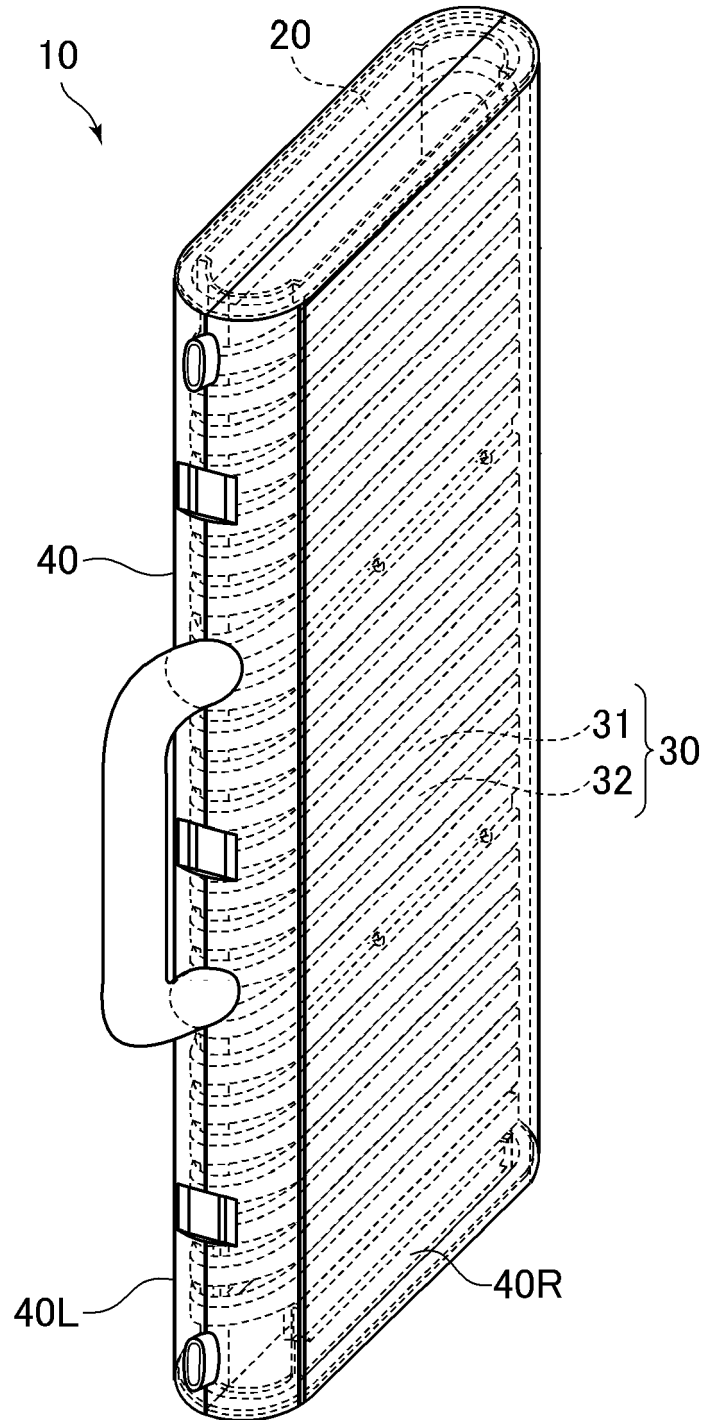


FIG.4

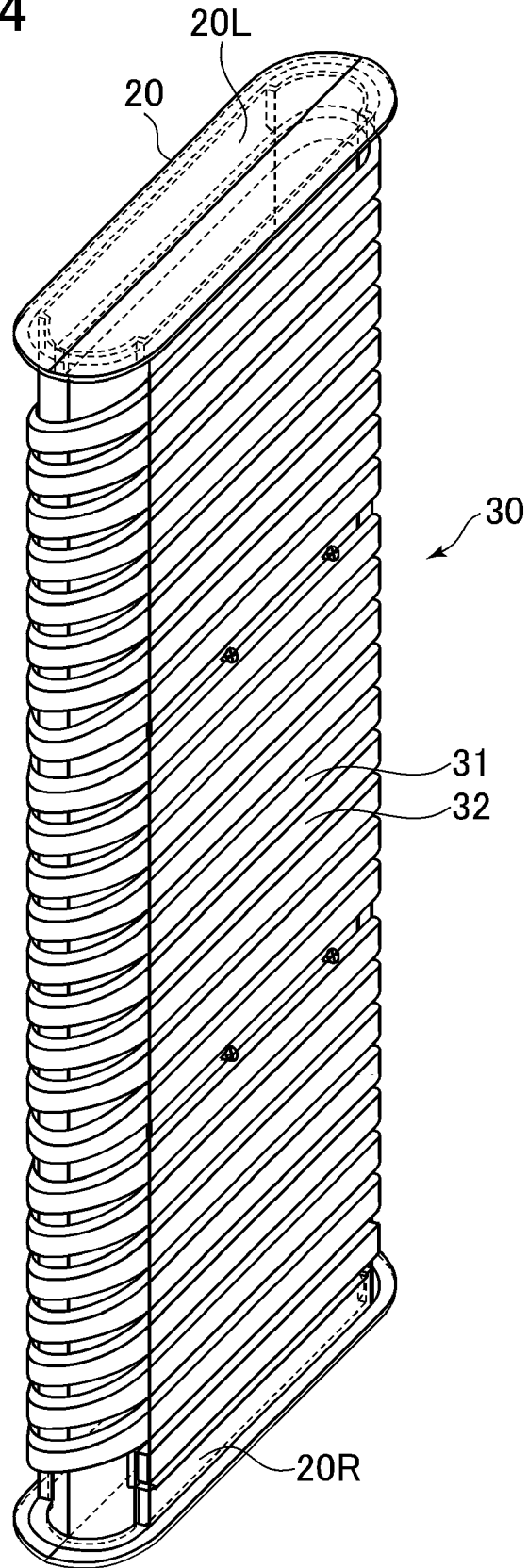


FIG.5

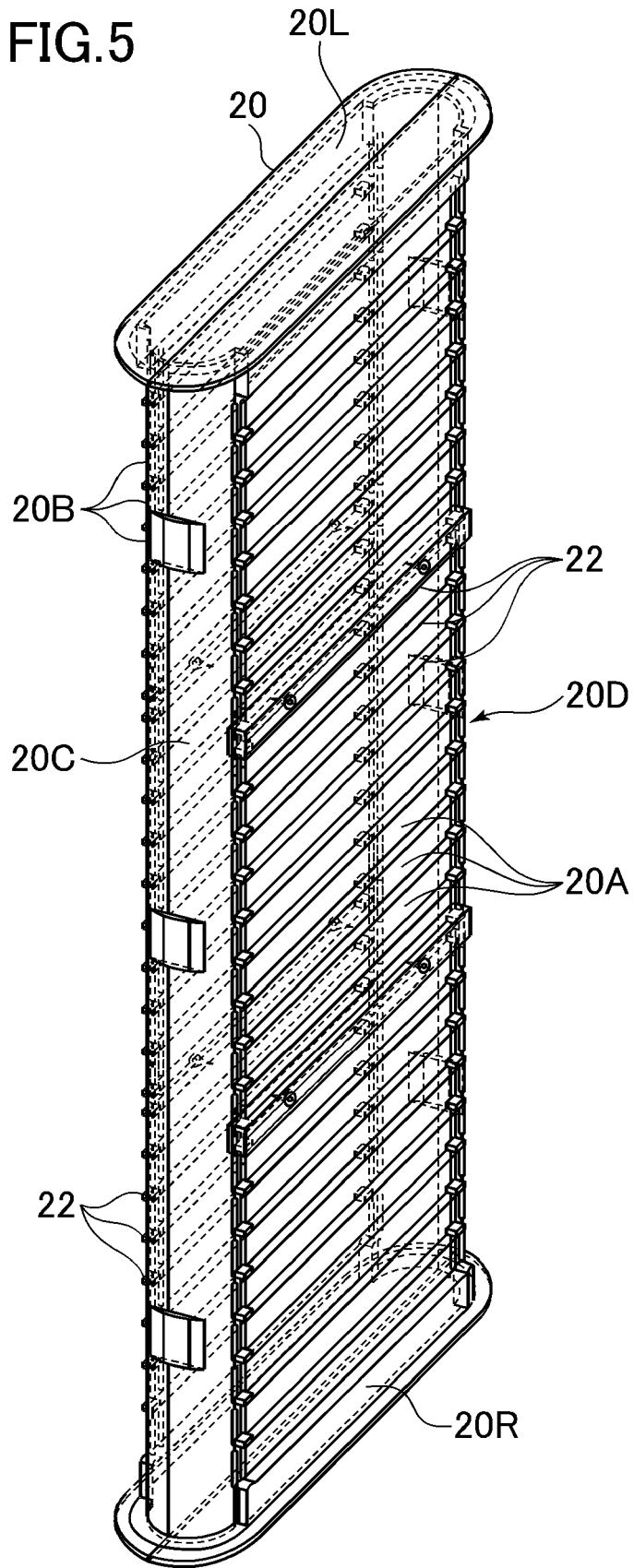


FIG. 6

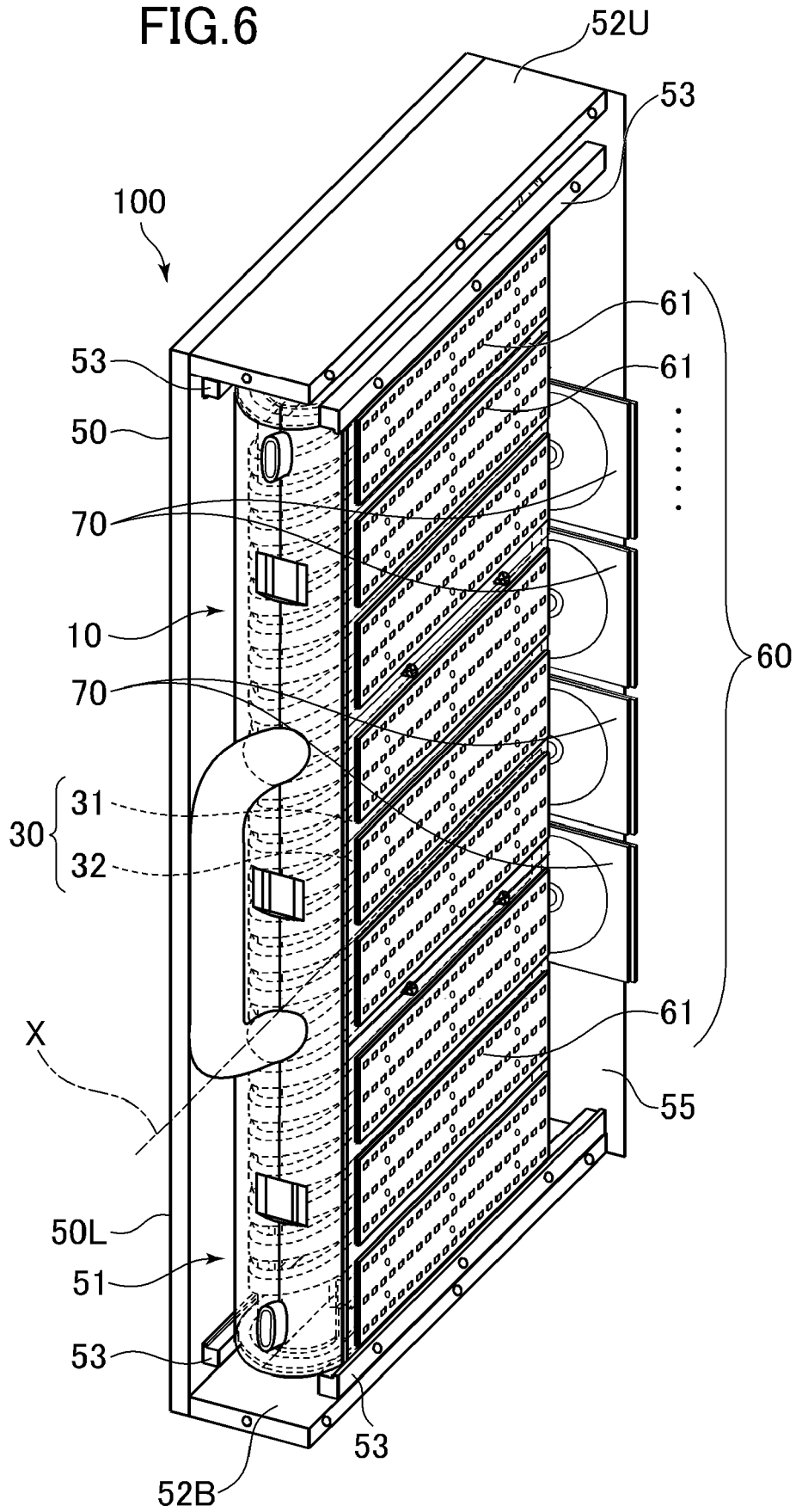


FIG.7

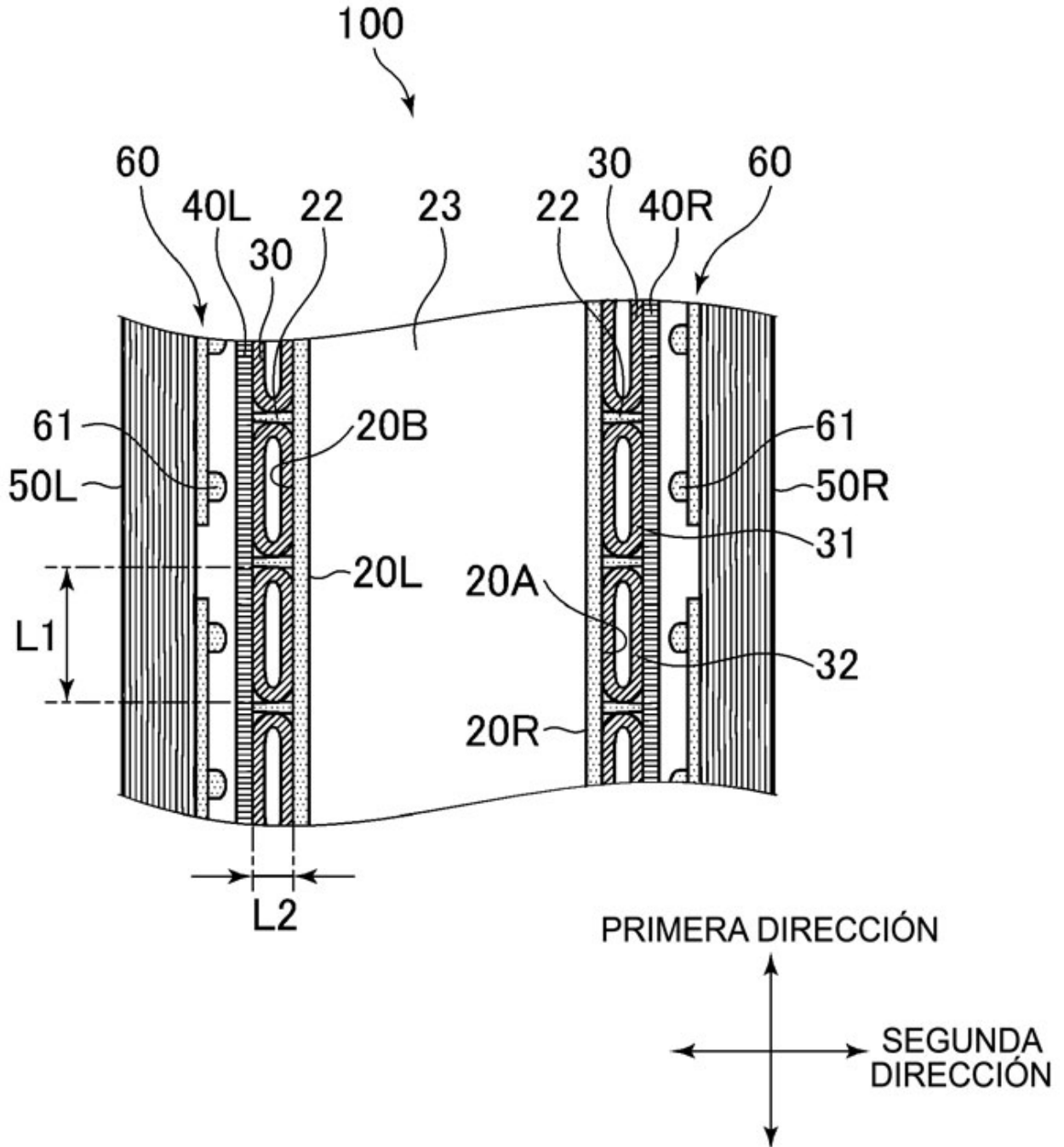


FIG.8

