

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 813**

51 Int. Cl.:

<b>A61B 18/20</b>	(2006.01)
<b>A61B 90/00</b>	(2006.01)
<b>A61N 5/06</b>	(2006.01)
<b>A61B 34/10</b>	(2006.01)
<b>A61B 18/00</b>	(2006.01)
<b>A61B 17/00</b>	(2006.01)
<b>A61B 34/20</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2020 PCT/EP2020/086100**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.07.2021 WO21130052**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2020 E 20823828 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024 EP 4081149**

54 Título: **Proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto**

30 Prioridad:

**24.12.2019 EP 19219699**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.12.2024**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 52  
5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**FERNANDO, SHAKITH, DEVINDA;  
BROUWER, JAN;  
VAN BREE, KARL, CATHARINA;  
ZEITOUNY, MOUNIR y  
DE BRUIJN, FREDERIK, JAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 991 813 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

Proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto

## 5 Campo de la invención

Esta descripción se refiere a proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto, y en particular a proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento en la que se aplican pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo.

10

## Antecedentes de la invención

Las técnicas para la eliminación de vellos no deseados incluyen el afeitado, la electrólisis, la depilación con pinzas, las terapias con láser y luz (conocidas como fotodepilación) y la inyección de antiandrógenos terapéuticos. Las tecnologías basadas en luz también se utilizan en otros tipos de tratamientos dermatológicos, incluyendo la reducción del crecimiento del cabello y el tratamiento del acné.

15

A través del uso de una configuración apropiada de la energía luminosa, es decir, en términos de longitud de onda, intensidad y/o duración del pulso (si la luz va a ser pulsada), se puede lograr un calentamiento selectivo de la raíz del cabello y un daño temporal o permanente al folículo piloso. Los dispositivos de fotodepilación para uso doméstico, por ejemplo, el dispositivo Philips Lumea, utilizan luz pulsada intensa (IPL) de fuentes de luz de alta intensidad, como lámparas de flash de xenón que producen ráfagas de alta potencia de luz de espectro amplio.

20

Un tratamiento de fotodepilación se caracteriza porque el usuario del dispositivo de fotodepilación trata áreas relativamente pequeñas de la piel con el propósito de la eliminación del vello. El tratamiento de fotodepilación utiliza luz intensa para calentar la melanina en el cabello y las raíces del cabello, lo que pone los folículos pilosos en una fase de reposo, previniendo el recrecimiento del cabello. Para un uso efectivo de esta tecnología para la eliminación del vello, el usuario debe tratar la piel completamente sin dejar ningún hueco. Dado que este efecto es solo de duración limitada, el tratamiento debe repetirse de manera regular: típicamente una vez cada 4 a 8 semanas en la fase de mantenimiento después de un período inicial de aproximadamente dos meses en el que el tratamiento se realiza una vez cada dos semanas.

25

30

El documento WO 2019/224273 A1 describe un dispositivo para tratar una parte del cuerpo humano con pulsos de luz. El dispositivo que comprende un mango para aplicar los pulsos de luz a la parte del cuerpo. El mango es móvil en relación con la parte del cuerpo y comprende una ventana de salida a través de la cual se aplican los pulsos de luz a la parte del cuerpo. El manipulador además tiene un detector de movimiento óptico, capacitivo o inercial. El dispositivo además comprende un sistema para controlar la emisión de los pulsos de luz durante el movimiento de la pieza de mano a una tasa determinada en base a la información proporcionada por el detector de movimiento. El dispositivo puede además tener una pantalla configurada para mostrar una o más de las siguientes características: la posición del instrumento en la parte del cuerpo proporcionada por una cámara; las áreas de la parte del cuerpo que se están tratando y/o las áreas de la parte del cuerpo que no se están tratando; y el historial de temperatura de la piel en base a la información proporcionada por un sensor de temperatura.

35

40

En un tratamiento típico de fotodepilación, el usuario del dispositivo de fotodepilación debe posicionar manualmente el dispositivo de fotodepilación sobre la piel de forma repetida y activar un pulso de luz para cubrir una parte completa del cuerpo (por ejemplo, un brazo, una pierna, etc.). Sin embargo, dado que un dispositivo de fotodepilación típicamente no proporciona ninguna retroalimentación al usuario sobre las áreas que ya han sido tratadas, y hay pocos o ningún cambio perceptible por el usuario en la piel o en los vellos al aplicar un pulso de luz o poco después de aplicar un pulso de luz, es difícil para un usuario lograr una cobertura completa de una parte del cuerpo y/o evitar el sobretratamiento de ciertas áreas de la parte del cuerpo. Además, algunos tipos de dispositivos de tratamiento pueden hacer uso de diferentes accesorios para tratar diferentes partes del cuerpo, y estos accesorios pueden cambiar el tamaño del área de la piel tratada con cada pulso de luz. Esto hace que sea más difícil para un usuario determinar qué partes de la piel han sido tratadas.

45

50

Por lo tanto, es deseable poder determinar y proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto a un usuario del dispositivo de tratamiento.

55

## Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto específico, se proporciona un aparato para su uso con un dispositivo de tratamiento para proporcionar retroalimentación a un usuario sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto, en donde el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo para realizar la operación de tratamiento, en donde un pulso de luz aplicado a la piel trata un área de la piel. El aparato que comprende una unidad de procesamiento configurada para recibir una primera señal de medición de un primer sensor, comprendiendo la primera señal de medición información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; para un pulso de luz aplicado previamente por el

60

65

dispositivo de tratamiento a la parte del cuerpo durante la operación de tratamiento, procesar la primera señal de medición para estimar una posición de tratamiento previa como una posición del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo cuando se generó el pulso de luz; para el pulso de luz aplicado previamente; en base a la posición de tratamiento previa estimada, estimar un área de tratamiento previa para el pulso de luz correspondiente al área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicó el pulso de luz cuando el dispositivo de tratamiento estaba en la posición de tratamiento previa; procesar la primera señal de medición para estimar una posición actual del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo; en base a la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento, estimar un área de tratamiento actual correspondiente a un área de la piel a la que el dispositivo de tratamiento aplicaría un pulso de luz mientras está en la posición actual; y generar una señal de control de retroalimentación para una unidad de retroalimentación, en donde la señal de control de retroalimentación está configurada para hacer que la unidad de retroalimentación genere retroalimentación indicando si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa.

En algunas realizaciones, el primer sensor es uno de: un sensor de movimiento, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro, un sensor de presión de aire y una unidad de toma de imagen.

En algunas realizaciones, el sensor es una unidad de toma de imagen, la primera señal de medición es una pluralidad de imágenes o una secuencia de video, y la pluralidad de imágenes o la secuencia de video se procesa para identificar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo. En estas realizaciones, la unidad de procesamiento puede estar configurada para: identificar características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video; monitorear el movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video a lo largo del tiempo; y determinar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo a partir del movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video. En estas realizaciones, la unidad de procesamiento puede estar configurada además para recibir una segunda señal de medición de un sensor de movimiento, la segunda señal de medición que comprende información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; y la unidad de procesamiento puede estar configurada para procesar la primera señal de medición y la segunda señal de medición para estimar las posiciones de tratamiento anteriores y la posición actual.

En algunas realizaciones, la señal de control de retroalimentación es una señal de control de visualización, y la unidad de retroalimentación es una unidad de visualización. En estas realizaciones, la señal de control de visualización puede configurarse para hacer que la unidad de visualización genere una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual superpuestas en la parte del cuerpo. En estas realizaciones, la unidad de visualización puede ser una pantalla de visualización y la señal de control de visualización puede incluir una pluralidad de imágenes o una secuencia de video de la parte del cuerpo sobre la cual se superponen las representaciones gráficas. En realizaciones alternativas, la unidad de visualización puede ser un proyector y la señal de control de visualización puede estar configurada para hacer que el proyector proyecte las representaciones gráficas sobre la parte del cuerpo del sujeto de acuerdo con las áreas de tratamiento previas estimadas y el área de tratamiento actual. En otras realizaciones alternativas, la unidad de visualización puede estar configurada para mostrar las representaciones gráficas como parte de una visualización de realidad aumentada de la parte del cuerpo.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada para estimar las áreas de tratamiento previas y estimar el área de tratamiento actual en base a: (i) un tamaño de una abertura en el dispositivo de tratamiento a través del cual pasa el pulso de luz; y (ii) un tamaño de una abertura en un accesorio que está unido al dispositivo de tratamiento.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para identificar cuándo se aplican pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo. En estas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada para identificar cuándo se aplican pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo mediante: el procesamiento de la primera señal de medición o imágenes recibidas o una secuencia de video para identificar un aumento de brillo debido a un pulso de luz.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para: generar una señal de activación que cause que una fuente de luz en el dispositivo de tratamiento genere un pulso de luz si el área de tratamiento actual determinada no se superpone, o no se superpone sustancialmente, con ninguna de las áreas de tratamiento previas.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para estimar, respectivamente, el área de tratamiento previa y el área de tratamiento actual en base a una relación predefinida entre la posición de una abertura en el dispositivo de tratamiento a través de la cual se aplica el pulso de luz a la piel y, respectivamente, la posición de tratamiento anterior estimada y la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento.

En algunas realizaciones, el aparato es parte del dispositivo de tratamiento. En realizaciones alternativas, el aparato está separado del dispositivo de tratamiento.

En algunas realizaciones, el aparato que comprende el primer sensor. En realizaciones alternativas, el aparato está separado del primer sensor.

5 De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un sistema, que comprende: un dispositivo de tratamiento comprendiendo una o más fuente(s) de luz para realizar una operación de tratamiento en la piel; un primer sensor para emitir una primera señal de medición que comprende información sobre las posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; y un aparato de acuerdo con el primer aspecto o cualquier realización del mismo.

10 De acuerdo con un tercer aspecto específico, se proporciona un procedimiento implementado por ordenador para proporcionar retroalimentación a un usuario sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto por un dispositivo de tratamiento, en donde el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo para realizar la operación de tratamiento, en donde un pulso de luz aplicado a la piel trata una área de la piel. El procedimiento que comprende recibir una primera señal de medición de un primer sensor, la primera señal de medición que comprende información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; para un pulso de luz previamente aplicado por el dispositivo de tratamiento a la parte del cuerpo durante la operación de tratamiento, procesar la primera señal de medición para estimar una posición de tratamiento previa como una posición del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo cuando se generó el pulso de luz; para el pulso de luz previamente aplicado y en base a la posición de tratamiento previa estimada, estimar un área de tratamiento previa para el pulso de luz correspondiente al área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicó el pulso de luz cuando el dispositivo de tratamiento estaba en la posición de tratamiento previa; procesar la primera señal de medición para estimar una posición actual del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo; en base a la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento, estimar un área de tratamiento actual correspondiente a un área de la piel a la que el dispositivo de tratamiento aplicaría un pulso de luz mientras está en la posición actual; y generar una señal de control de retroalimentación para una unidad de retroalimentación, en donde la señal de control de retroalimentación está configurada para hacer que la unidad de retroalimentación genere retroalimentación indicando si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa.

30 En algunas realizaciones, el primer sensor es uno de: un sensor de movimiento, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro, un sensor de presión de aire y una unidad de toma de imagen.

35 En algunas realizaciones, el sensor es una unidad de toma de imagen, la primera señal de medición es una pluralidad de imágenes o una secuencia de video, y la pluralidad de imágenes o la secuencia de video se procesa para identificar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo. En estas realizaciones, el procedimiento puede además comprender: identificar características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video; monitorear el movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video a lo largo del tiempo; y determinar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo a partir del movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video. En estas realizaciones, el procedimiento puede además comprender la recepción de una segunda señal de medición de un sensor de movimiento, la segunda señal de medición que comprende información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; y los pasos de procesar la primera señal de medición para estimar una posición de tratamiento anterior y procesar la primera señal de medición para estimar una posición actual pueden comprender el procesamiento de la primera señal de medición y la segunda señal de medición para estimar las posiciones de tratamiento anteriores y la posición actual.

50 En algunas realizaciones, la señal de control de retroalimentación es una señal de control de visualización, y la unidad de retroalimentación es una unidad de visualización. En estas realizaciones, la señal de control de visualización puede configurarse para hacer que la unidad de visualización genere una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual superpuestas en la parte del cuerpo. En estas realizaciones, la unidad de visualización puede ser una pantalla de visualización y la señal de control de visualización puede incluir una pluralidad de imágenes o una secuencia de video de la parte del cuerpo sobre la cual se superponen las representaciones gráficas. En realizaciones alternativas, la unidad de visualización puede ser un proyector y la señal de control de visualización puede estar configurada para hacer que el proyector proyecte las representaciones gráficas sobre la parte del cuerpo del sujeto de acuerdo con las áreas de tratamiento previas estimadas y el área de tratamiento actual. En otras realizaciones alternativas, la unidad de visualización puede estar configurada para mostrar las representaciones gráficas como parte de una visualización de realidad aumentada de la parte del cuerpo.

60 En algunas realizaciones, los pasos de estimar un área de tratamiento previa y estimar un área de tratamiento actual pueden comprender la estimación de las áreas de tratamiento previas y la estimación del área de tratamiento actual en base a: (i) un tamaño de una abertura en el dispositivo de tratamiento a través del cual pasa el pulso de luz; y (ii) un tamaño de una abertura en un accesorio que está unido al dispositivo de tratamiento.

65 En algunas realizaciones, el procedimiento además describe identificar cuándo se aplican pulsos de luz en la piel de

la parte del cuerpo. En estas realizaciones, el paso de identificar cuándo se aplican pulsos de luz a la piel puede comprender identificar cuándo se aplican pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo mediante: procesar la primera señal de medición o las imágenes recibidas o una secuencia de video para identificar un aumento de brillo debido a un pulso de luz.

5 En algunas realizaciones, el procedimiento además comprende generar una señal de activación que provoca que una fuente de luz en el dispositivo de tratamiento genere un pulso de luz si el área de tratamiento actual determinada no se superpone, o no se superpone sustancialmente, con ninguna de las áreas de tratamiento previas.

10 De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene código legible por ordenador incorporado en él, configurándose el código legible por ordenador de tal manera que, al ser ejecutado por un ordenador o unidad de procesamiento adecuada, que hace que el ordenador o unidad de procesamiento realice el procedimiento de acuerdo con el tercer aspecto o cualquier realización del mismo.

15 Estos y otros aspectos serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

#### Breve descripción de las figuras

20 La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de tratamiento ejemplar con el cual se puede utilizar la invención; La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar que comprende una unidad de toma de imagen y un aparato de acuerdo con varias realizaciones;

La Figura 3 muestra una imagen infrarroja de un brazo después de que se han aplicado una serie de pulsos de luz;

25 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar de acuerdo con las técnicas descritas en la presente memoria;

La Figura 5 muestra dos imágenes obtenidas por una unidad de toma de imagen;

La Figura 6 es una ilustración de la retroalimentación visual que puede ser proporcionada de acuerdo con las realizaciones de las técnicas descritas en este documento; y

30 La Figura 7 es una imagen que muestra una retroalimentación visual ejemplar que puede ser proporcionada de acuerdo con las realizaciones de las técnicas descritas en este documento.

#### Descripción detallada de las realizaciones

35 Como se mencionó previamente, las técnicas que se describen en la presente memoria pueden ser utilizadas para determinar y proporcionar retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto. En particular, la retroalimentación puede indicar si una posición actual del dispositivo de tratamiento en la piel de la parte del cuerpo es piel que ya ha sido tratada (es decir, que ya se le ha aplicado un pulso de luz). En realizaciones particulares, la retroalimentación puede ser una presentación gráfica que incluye representaciones gráficas de cualquier área de la piel que ha sido tratada previamente y una indicación de un área de la piel que será tratada en la posición actual del dispositivo de tratamiento.

45 Las técnicas descritas en este documento pueden ser implementadas por el dispositivo de tratamiento (por ejemplo, por una unidad de procesamiento en el dispositivo de tratamiento), o implementadas por una unidad de procesamiento en un aparato separado (por ejemplo, un teléfono inteligente, tableta, reloj inteligente, laptop, ordenador, servidor, etc.). Se requiere uno o más sensores para proporcionar información sobre las posiciones (incluida la orientación) y/o los movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo. En algunas realizaciones, los uno o más sensores incluyen uno o más sensores de movimiento, como un acelerómetro, giroscopio, etc. En estas realizaciones, uno o más sensores de movimiento pueden ser alternativamente referidos como una unidad de medición inercial (IMU). En algunas realizaciones, el o los sensores incluyen una unidad de toma de imagen (por ejemplo, una cámara) que obtiene una pluralidad de imágenes o una secuencia de video de un área de la piel en un sujeto. En el caso de un sensor de movimiento (como un acelerómetro), el sensor de movimiento puede ser parte del dispositivo de tratamiento. En el caso de una unidad de toma de imagen, la unidad de toma de imagen puede ser parte del dispositivo de tratamiento, parte de un aparato separado del dispositivo de tratamiento que implemente las técnicas descritas en este documento, o separada tanto del dispositivo de tratamiento como de cualquier aparato que implemente las técnicas descritas en este documento. Se apreciará que en algunas realizaciones los uno o más sensores pueden incluir uno o más sensores de movimiento y una unidad de toma de imagen.

60 La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de tratamiento ejemplar 2 que puede ser utilizado para aplicar un pulso de luz a un área de la piel. Se apreciará que el dispositivo de tratamiento 2 en la Figura 1 se presenta meramente como un ejemplo de un dispositivo de tratamiento portátil 2 con el que se puede usar la invención, y el dispositivo de tratamiento 2 no está limitado a la forma mostrada en la Figura 1 ni a ser un dispositivo de tratamiento portátil. El dispositivo de tratamiento 2 es para usar en el cuerpo de un sujeto (por ejemplo, una persona o un animal), y debe ser sostenido en una o ambas manos de un usuario durante su uso. El dispositivo de tratamiento 2 está destinado a realizar alguna operación de tratamiento en la piel o el cuerpo del sujeto utilizando uno o más

pulsos de luz cuando el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto con, o cerca de, una parte del cuerpo del sujeto. La operación de tratamiento puede ser la eliminación de pelos no deseados mediante láser y/o terapias de luz (conocido como un tratamiento de fotodepilación o tratamiento de Luz Pulsada Intensa, IPL). Alternativamente, la operación de tratamiento puede ser terapias con láser y/o luz por razones distintas a la eliminación o prevención del crecimiento del cabello, como un tratamiento dermatológico, tratamiento del acné, un tratamiento de fototerapia para otros tipos de condiciones de la piel, rejuvenecimiento de la piel, tensado de la piel, o tratamiento de manchas tipo vino de Oporto.

Como se describe en este documento, el dispositivo de tratamiento 2 es operado o utilizado por un 'usuario', y el dispositivo de tratamiento 2 se utiliza en el cuerpo de un 'sujeto'. En algunos casos, el usuario y el sujeto son la misma persona, es decir, el dispositivo de tratamiento 2 se sostiene en una mano y es utilizado por un usuario sobre sí mismo (por ejemplo, se utiliza en la piel de su pierna). En otros casos, el usuario y el sujeto son personas diferentes, por ejemplo, el dispositivo de tratamiento 2 se sostiene en una mano y es utilizado por un usuario en otra persona. En cualquier caso, es difícil para un usuario lograr una cobertura completa de una parte del cuerpo y/o evitar el tratamiento excesivo de ciertas áreas de la parte del cuerpo, ya que hay pocos o ningún cambio perceptible para el usuario en la piel al aplicar o poco después de aplicar un pulso de luz.

El dispositivo de tratamiento ejemplar 2 que comprende una carcasa 4 que incluye al menos una parte del mango 5 y una parte de la cabeza 6. La parte del mango 5 está diseñada para permitir que el usuario sostenga el dispositivo de tratamiento 2 con una mano. La parte de cabeza 6 está en un extremo de cabeza 8 de la carcasa 4, y la parte de cabeza 6 debe ser puesta en contacto con el sujeto para que se realice la operación de tratamiento en el cuerpo o piel del sujeto en la posición en que la parte de cabeza 6 está en contacto con el cuerpo o piel.

El dispositivo de tratamiento 2 es para realizar una operación de tratamiento utilizando pulsos de luz. Así, en la Figura 1, la parte de cabeza 6 comprende una abertura 10 dispuesta en o sobre la carcasa 4 de tal manera que la abertura 10 puede ser colocada adyacente a o sobre (es decir, en contacto con) la piel del sujeto. El dispositivo de tratamiento 2 incluye una o más fuentes de luz 12 que están destinadas a generar pulsos de luz que se aplicarán a la piel del sujeto a través de la abertura 10 y efectúan una operación de tratamiento. Una o más fuentes de luz 12 están dispuestas en la carcasa 4 de manera que los pulsos de luz se proporcionan desde una o más fuentes de luz 12 a través de la abertura 10. La abertura 10 puede tener la forma de una abertura en el extremo de cabeza 8 de la carcasa 4, o puede tener la forma de una ventana (incluyendo una guía de onda) que es transparente o semitransparente a los pulsos de luz (es decir, los pulsos de luz pueden pasar a través de la ventana).

En la realización ejemplar mostrada en la Figura 1, la abertura 10 tiene una forma generalmente rectangular, lo que resulta en una región de tratamiento de la piel de forma generalmente rectangular en la piel. Se apreciará que la abertura 10 puede tener cualquier otra forma deseada. Por ejemplo, la abertura 10 puede ser cuadrada, elíptica, circular o cualquier otra forma poligonal.

Aunque no se muestra en la Figura 1, el dispositivo de tratamiento 2 puede tener uno o más accesorios removibles para la parte de cabeza 6 del dispositivo de tratamiento 2, que cada uno incluye una abertura 10. Los accesorios pueden ser utilizados en diferentes partes del cuerpo y tienen aberturas 10 de diferentes tamaños. Por ejemplo, un accesorio puede ser para usar en una parte del cuerpo grande, como las piernas, y por lo tanto tener una abertura grande 10, mientras que otro accesorio puede ser para usar en la piel/cabello por encima del labio superior y por lo tanto tener una abertura pequeña 10.

La o las fuentes de luz 12 pueden generar pulsos de luz de cualquier longitud de onda (o rango de longitudes de onda) y/o intensidades adecuadas o deseadas. Por ejemplo, la fuente de luz 12 puede generar luz visible, luz infrarroja (IR) y/o luz ultravioleta (UV). Cada fuente de luz 12 puede comprender cualquier tipo adecuado de fuente de luz, como una o más diodos emisores de luz (LED), una lámpara de destello (Xenón), un láser o láseres, etc. La(s) fuente(s) de luz 12 pueden proporcionar pulsos de luz con contenido espectral en el rango de 560-1.200 nanómetros (nm) durante aproximadamente 2,5 milisegundos (ms), ya que estas longitudes de onda calientan la melanina en el cabello y la raíz del cabello por absorción, lo que pone a los folículos pilosos en una fase de reposo, previniendo el crecimiento del cabello.

La una o más fuentes de luz 12 están configuradas para proporcionar pulsos de luz. Es decir, la(s) fuente(s) de luz 12 están configuradas para generar luz a una alta intensidad durante un corto periodo de tiempo (por ejemplo, menos de 1 segundo). La intensidad del pulso de luz debe ser lo suficientemente alta para llevar a cabo la operación de tratamiento en la piel o parte del cuerpo adyacente a la abertura 10.

El dispositivo de tratamiento ilustrado 2 también incluye opcionalmente dos sensores de contacto con la piel 14, 16 posicionados en o en la parte de la cabeza 6 que se utilizan para determinar si la parte de la cabeza 6 está en contacto con la piel. Los sensores de contacto con la piel 14, 16 miden un parámetro que es indicativo de si la parte de cabeza 6 está en contacto con la piel y generan señales de medición respectivas que comprenden una serie temporal de mediciones del parámetro. Las señales de medición pueden ser procesadas para determinar si la parte de cabeza 6 está en contacto con la piel. Típicamente, un sensor de contacto con la piel se utiliza en un dispositivo de tratamiento 2, particularmente un fotodepilador, para asegurarse de que el dispositivo de tratamiento 2 esté

correctamente en contacto con la piel antes de que se genere un pulso de luz, para evitar que el pulso de luz se dirija a los ojos del usuario o sujeto.

5 En algunas realizaciones, el parámetro puede ser la capacitancia, y así los sensores de contacto con la piel 14, 16 pueden medir la capacitancia a través de un respectivo par de contactos eléctricos o electrodos en la superficie de la parte de cabeza 6, siendo la capacitancia medida indicativa de si hay contacto con la piel. En realizaciones alternativas, el parámetro puede ser una intensidad o nivel de luz, y así los sensores de contacto con la piel 14, 16 pueden ser sensores de luz que miden una intensidad o nivel de luz incidente en el sensor de luz, siendo la intensidad o nivel medido indicativo de si hay contacto con la piel (por ejemplo, menos/nada de luz podría indicar contacto con la piel ya que la piel obstruye los sensores de luz 14, 16, y viceversa). En otras realizaciones alternativas, el parámetro puede ser una medida de la presión de contacto, y así los sensores de contacto de la piel 14, 16 pueden medir la presión de contacto a través de respectivos sensores de presión o interruptores mecánicos, siendo la presión de contacto medida indicativa de si hay contacto con la piel.

15 El dispositivo de tratamiento ilustrado 2 también incluye un sensor de tono de piel opcional 18 situado en o en la parte de la cabeza 6 que puede ser utilizado para determinar el tono de piel de la piel con la que está en contacto la parte de la cabeza 6. El sensor de tono de piel 18 puede medir un parámetro que es indicativo del tono de piel de la piel, y generar una señal de medición que comprende una serie temporal de mediciones del parámetro. La señal de medición puede ser procesada para determinar el tono de piel de la piel con la que está en contacto la parte superior 6. Típicamente, un sensor de tono de piel se utiliza en un dispositivo de tratamiento 2, particularmente un fotodepilador, para asegurarse de que el pulso de luz tenga una intensidad que sea adecuada para el tipo de piel que se está tratando, o incluso para evitar que se genere un pulso de luz si el tipo de piel es inadecuado para pulsos de luz (por ejemplo, piel más oscura que tiene un contenido de melanina mucho más alto).

25 En algunas realizaciones, el sensor de tono de piel opcional 18 puede ser un sensor de luz y el parámetro medido por el sensor de luz puede ser una intensidad o nivel de luz en una longitud de onda particular o múltiples longitudes de onda reflejadas desde la piel. La intensidad o nivel medido de luz reflejada a una longitud de onda particular puede ser indicativo del tono de piel. La intensidad o nivel de luz reflejada medida puede ser en base a la concentración de melanina en la piel, y así, la intensidad o nivel medido puede indicar la concentración de melanina. La concentración de melanina se puede derivar, por ejemplo, de mediciones de reflexión de luz a longitudes de onda de 660 nm (rojo) y 880 nm (infrarrojo).

35 El dispositivo de tratamiento ilustrado 2 también incluye un control de usuario 20 que puede ser operado por el usuario para activar el dispositivo de tratamiento 2 de modo que la parte de cabeza 6 realice la operación de tratamiento requerida sobre el cuerpo del sujeto (por ejemplo, la generación de uno o más pulsos de luz por la(s) una o más fuente(s) de luz 12). El control de usuario 20 puede estar en forma de un interruptor, un botón, un panel táctil, etc.

40 Como se mencionó previamente, se requieren uno o más sensores para proporcionar información sobre posiciones (incluidas orientaciones) y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo, de modo que se pueda determinar una retroalimentación adecuada, y en algunas realizaciones, uno o más sensores pueden ser parte de o estar en el dispositivo de tratamiento 2. En el caso de que el/los sensor(es) sea(n) uno o más sensores de movimiento, como un acelerómetro, giroscopio, etc., el/los sensor(es) de movimiento puede(n) ser parte de, por ejemplo, el dispositivo de tratamiento 2 (y como tal no se muestran en la Figura 1). En realizaciones en donde uno o más sensores incluyen una unidad de toma de imagen (por ejemplo, una cámara), la unidad de toma de imagen puede estar en o en el dispositivo de tratamiento 2. Como se muestra en la Figura 1, una unidad de toma de imagen 22 puede estar dispuesta en la carcasa 4 del dispositivo de tratamiento 2 de manera que pueda obtener imágenes o una secuencia de video de la piel o de una parte del cuerpo que se encuentra frente al dispositivo de tratamiento 2. Es decir, la unidad de toma de imagen 22 está dispuesta en la carcasa 4 del dispositivo de tratamiento 2 de manera que obtenga imágenes o una secuencia de video desde una dirección que es generalmente paralela a la dirección en la que los pulsos de luz son emitidos por la(s) fuente(s) de luz 12 a través de la abertura 10. En algunas implementaciones, la unidad de toma de imagen 22 está dispuesta en la carcasa 4 de tal manera que, cuando la parte de cabeza 6 entra en contacto con el sujeto de modo que un pulso de luz pueda aplicarse a la parte de la piel visible para la(s) fuente(s) de luz 12 a través de la abertura 10, la unidad de toma de imagen 22 no puede ver la parte de la piel en contacto con la abertura 10 y el extremo de cabeza 6. En realizaciones en donde la unidad de toma de imagen 22 está dispuesta en o en la carcasa 4 del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de toma de imagen 22 está en una disposición fija con respecto al resto del dispositivo de tratamiento 2.

60 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 40 que comprende un aparato 42 para proporcionar retroalimentación sobre áreas de piel que han sido y no han sido tratadas con un pulso de luz. El sistema 40 también comprende uno o más sensores 44 para proporcionar una señal de medición que comprende información sobre las posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento 2 a lo largo del tiempo, y una unidad de retroalimentación 45 para proporcionar retroalimentación al usuario y/o sujeto sobre las áreas de piel que han/ no han sido tratadas con un pulso de luz. En algunas implementaciones, el dispositivo de tratamiento 2 puede considerarse parte del sistema 40, aunque el dispositivo de tratamiento 2 no se muestra en la Figura 2. Como se mencionó previamente, en algunas realizaciones el aparato 42 puede ser un dispositivo separado del dispositivo de tratamiento 2, y por lo tanto,

el aparato 42 puede estar en forma de un dispositivo electrónico, como un teléfono inteligente, reloj inteligente, tableta, asistente digital personal (PDA), ordenador portátil, ordenador de escritorio, servidor remoto, espejo inteligente, etc. En otras realizaciones, el aparato 42, y particularmente la funcionalidad de acuerdo con la invención proporcionada por el aparato 42, es parte del dispositivo de tratamiento 2.

5 Como se mencionó previamente, uno o más sensores 44 pueden ser uno o más sensores de movimiento 44, como un acelerómetro, un giroscopio, un sensor de presión de aire (que se puede usar para medir cambios de altitud), un magnetómetro, etc., que miden los movimientos del dispositivo de tratamiento 2 y emiten una señal de medición que representa esos movimientos. El o los sensores de movimiento 44 pueden ser parte del dispositivo de tratamiento 2.  
 10 En el caso de uno o más sensores de movimiento 44 que comprenden un acelerómetro, el acelerómetro 44 puede generar una señal de medición que contiene una pluralidad de muestras de medición de aceleración que representan los movimientos del dispositivo de tratamiento 2 en una pluralidad de instantes de tiempo. El acelerómetro 44 puede ser un acelerómetro que mide aceleraciones en tres dimensiones, y la señal de medición generada por el acelerómetro 44 puede incluir señales de medición respectivas que representan las aceleraciones en cada una de las tres dimensiones. Por ejemplo, el acelerómetro 44 puede emitir señales de medición respectivas para cada uno de un eje x, eje y y eje z de un sistema de coordenadas cartesiano.

El o los sensores 44 también pueden incluir o alternativamente ser una unidad de toma de imagen 44 (por ejemplo, una cámara o una cámara de eventos) que obtiene una pluralidad de imágenes o una secuencia de video. Una  
 20 cámara de eventos es un sensor de imagen en el que cada píxel del sensor indica de manera independiente los cambios en el brillo a medida que ocurren. La pluralidad de imágenes (incluyendo imágenes formadas a partir de indicaciones de brillo de una cámara de eventos) o secuencias de video se emiten como una señal de medición, y la señal de medición (imágenes/secuencias de video) puede ser procesada utilizando técnicas de procesamiento de imágenes para identificar los movimientos del dispositivo de tratamiento 2. En algunas realizaciones, la unidad de  
 25 toma de imagen 44 está unida a o es parte del dispositivo de tratamiento 2, en cuyo caso las imágenes/secuencia de video pueden ser procesadas para extraer los movimientos del dispositivo de tratamiento 2 en base a los movimientos de objetos (por ejemplo, partes del cuerpo o piel) visibles en las imágenes/secuencia de video. En otras realizaciones, la unidad de toma de imagen 44 puede estar separada del dispositivo de tratamiento 2, por ejemplo, una unidad de toma de imagen 4 en el aparato 44, o en un dispositivo separado como un teléfono inteligente, reloj  
 30 inteligente, tableta, asistente digital personal (PDA), ordenador portátil, ordenador de escritorio, espejo inteligente, etc. En este caso, la unidad de toma de imagen 44 puede ser capaz de observar tanto el dispositivo de tratamiento 2 como la parte del cuerpo desde una distancia. Una unidad de toma de imagen 44 puede incluir cualquier componente adecuado para capturar una imagen, por ejemplo, un dispositivo de carga acoplada (CCD) y una o más lentes y/o espejos. En algunas realizaciones, la unidad de toma de imagen 44 es una cámara, como una cámara  
 35 digital o una cámara de eventos. Como se mencionó previamente, en algunas realizaciones, los uno o más sensores 44 pueden comprender uno o más sensores de movimiento y una unidad de toma de imagen.

El aparato 42 que comprende una unidad de procesamiento 46 que generalmente controla la operación del aparato 42 y permite que el aparato 42 realice el procedimiento y las técnicas que se describen en la presente memoria. La  
 40 unidad de procesamiento 44 está destinada a recibir una señal de medición de un sensor 44, procesar la señal de medición para determinar la retroalimentación que se debe proporcionar sobre la operación de tratamiento, y proporcionar una señal de control de retroalimentación a la unidad de retroalimentación 45. Así, la unidad de procesamiento 46 puede configurarse para recibir la señal de medición de uno o más sensores 44 ya sea directamente en realizaciones donde el/los sensor(es) 44 son parte del aparato 42, o a través de otro componente  
 45 en realizaciones donde el/los sensor(es) 44 son separados del aparato 42. En cualquier caso, la unidad de procesamiento 46 puede incluir uno o más puertos de entrada o cables para recibir la señal de medición. La unidad de procesamiento 46 también puede incluir una o más puertos de salida o cables para emitir la señal de control de retroalimentación.

La unidad de procesamiento 46 puede ser implementada de numerosas maneras, con software y/o hardware, para  
 50 realizar las diversas funciones descritas en este documento. La unidad de procesamiento 46 puede incluir uno o más microprocesadores o procesadores de señal digital (DSP) que pueden ser programados usando software o código de programa informático para realizar las funciones requeridas y/o para controlar los componentes de la unidad de procesamiento 46 para llevar a cabo las funciones requeridas. La unidad de procesamiento 46 puede ser  
 55 implementada como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones (por ejemplo, amplificadores, preamplificadores, convertidores analógicos a digitales (ADC) y/o convertidores digitales a analógicos (DAC)) y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados, controladores, DSP y circuitos asociados) para realizar otras funciones. Ejemplos de componentes que pueden ser empleados en varias realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores convencionales, DSP,  
 60 circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), hardware para implementar una red neuronal y/o aceleradores de hardware de inteligencia artificial (IA) (es decir, procesador(es) u otro hardware específicamente diseñado para aplicaciones de IA que pueden ser utilizados junto a un procesador principal) y/o hardware específicamente diseñado para técnicas de localización y mapeo simultáneos (SLAM).

65 La unidad de procesamiento 46 puede que comprenda o estar asociada con una unidad de memoria 48. La unidad

de memoria 48 puede almacenar datos, información y/o señales (incluyendo imagen(es)) para ser utilizados por la unidad de procesamiento 46 en el control de la operación del aparato 42 y/o en la ejecución o realización de los procedimientos descritos en la presente memoria. En algunas implementaciones, la unidad de memoria 48 almacena código legible por ordenador que puede ser ejecutado por la unidad de procesamiento 46 para que la unidad de procesamiento 46 realice una o más funciones, incluyendo los procedimientos descritos en la presente memoria. En realizaciones particulares, el código del programa puede estar en forma de una aplicación para un teléfono inteligente, tableta, laptop, ordenador o servidor. La unidad de memoria 48 puede comprender cualquier tipo de medio legible por máquina no transitorio, como caché o memoria del sistema, incluyendo memoria de ordenador volátil y no volátil, como memoria de acceso aleatorio (RAM), RAM estática (SRAM), RAM dinámica (DRAM), memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), PROM borrable (EPROM) y PROM eléctricamente borrable (EEPROM), y la unidad de memoria puede implementarse en forma de un chip de memoria, un disco óptico (como un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD) o un disco Blu-Ray), un disco duro, una solución de almacenamiento en cinta o un dispositivo de estado sólido, incluyendo una memoria USB, una unidad de estado sólido (SSD), una tarjeta de memoria, etc.

En la realización mostrada en la Figura 2, dado que el aparato 42 se muestra como separado de los sensores 44, el aparato 42 también incluye circuitería de interfaz 50 para permitir que el aparato 42 reciba la(s) señal(es) de medición de los sensores 44. El circuito de interfaz 50 en el aparato 42 permite una conexión de datos y/o un intercambio de datos con otros dispositivos, incluyendo uno o más de los sensores 44, el dispositivo de tratamiento 2, servidores y bases de datos. La conexión a los sensores 44 (o cualquier dispositivo electrónico, como el dispositivo de tratamiento 2) puede ser directa o indirecta (por ejemplo, a través de Internet), y así, el circuito de interfaz 50 puede permitir una conexión entre el aparato 42 y una red, o directamente entre el aparato 42 y otro dispositivo (como los sensores 44 y/o el dispositivo de tratamiento 2), a través de cualquier protocolo de comunicación cableado o inalámbrico que se desee. Por ejemplo, la circuitería de interfaz 50 puede operar utilizando WiFi, Bluetooth, Zigbee, o cualquier protocolo de comunicación celular (incluyendo, pero no limitado a, Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), Evolución a Largo Plazo (LTE), LTE-Avanzado, etc.). En el caso de una conexión inalámbrica, el circuito de interfaz 50 (y por lo tanto el aparato 42) puede incluir una o más antenas adecuadas para transmitir/recibir a través de un medio de transmisión (por ejemplo, el aire). Alternativamente, en el caso de una conexión inalámbrica, la circuitería de interfaz 50 puede incluir medios (por ejemplo, un conector o enchufe) para permitir que la circuitería de interfaz 50 se conecte a una o más antenas adecuadas externas al aparato 42 para transmitir/recibir a través de un medio de transmisión (por ejemplo, el aire). La circuitería de interfaz 50 está conectada a la unidad de procesamiento 46.

Aunque no se muestra en la Figura 2, el aparato 42 puede comprender uno o más componentes de interfaz de usuario que incluyen uno o más componentes que permiten a un usuario del aparato 42 introducir información, datos y/o comandos en el aparato 42, y/o permiten que el aparato 42 emita información o datos al usuario del aparato 42. La interfaz de usuario puede comprender cualquier componente(s) de entrada adecuado(s), incluyendo, pero no limitándose a, un teclado, un teclado numérico, uno o más botones, interruptores o diales, un ratón, un panel táctil, una pantalla táctil, un lápiz óptico, una cámara, un micrófono, etc., y la interfaz de usuario puede comprender cualquier componente(s) de salida adecuado(s), incluyendo, pero no limitándose a, una unidad de visualización o pantalla de visualización, uno o más luces o elementos luminosos, uno o más altavoces, un elemento vibrante, etc.

La unidad de retroalimentación 45 es para generar retroalimentación que indica si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa. La retroalimentación puede ser cualquiera de, o cualquier combinación de, visual, audible y táctil. Así, la unidad de retroalimentación 45 puede comprender uno o más componentes de salida, incluidos, entre otros, una unidad de visualización (como una pantalla de visualización, una pantalla de visualización/panel transparente utilizada para proporcionar una visualización de realidad aumentada (AR) o un proyector, como un proyector pico o un proyector pico de sistema microelectromecánico (MEMS)), una o más luces o elementos luminosos, uno o más altavoces y uno o más elementos vibratorios. En una realización preferida, la unidad de retroalimentación 45 es una unidad de visualización y la retroalimentación es una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de áreas de piel que han sido tratadas previamente con un pulso de luz, y un área que sería tratada con un pulso de luz de acuerdo con la ubicación actual del dispositivo de tratamiento 2.

En algunas realizaciones, la unidad de retroalimentación 45 está unida a o es parte del dispositivo de tratamiento 2. En otras realizaciones, la unidad de retroalimentación 45 es parte del aparato 42. En estas realizaciones, la unidad de retroalimentación 45 puede ser parte de, o hacer uso de, cualquiera de los componentes de salida de los componentes de la interfaz de usuario del aparato 42. En realizaciones adicionales, la unidad de retroalimentación 45 puede ser separada del dispositivo de tratamiento 2 y del aparato 42, por ejemplo, en un dispositivo separado como un teléfono inteligente, reloj inteligente, tableta, asistente digital personal (PDA), ordenador portátil, ordenador de escritorio, espejo inteligente, etc.

Se apreciará que una implementación práctica de un aparato 42 puede incluir componentes adicionales a los que se muestran en la Figura 2. Por ejemplo, el aparato 42 también puede incluir una fuente de alimentación, como una batería, o componentes para permitir que el aparato 42 se conecte a una fuente de alimentación de red.

Como se discutió en la sección de Antecedentes, en un tratamiento típico basado en luz, el usuario del dispositivo de tratamiento 2 debe posicionar manualmente el dispositivo de tratamiento 2 sobre la piel y activar un pulso de luz repetidamente. Sin embargo, hay pocos o ningún cambio perceptible para el usuario en la piel o el vello al aplicar un pulso de luz o poco después de aplicar un pulso de luz, por lo que es difícil para un usuario lograr una cobertura completa de una parte del cuerpo y/o evitar tratar en exceso ciertas áreas de la parte del cuerpo repitiendo un pulso de luz en un área de la piel que ya ha sido tratada. Para ilustrar una cobertura típica de tratamiento obtenida sin que se proporcione ninguna retroalimentación al usuario del dispositivo de tratamiento 2, la Figura 3 muestra una imagen infrarroja de un brazo 60 después de que se hayan aplicado una serie de pulsos de luz. Esta imagen infrarroja fue obtenida utilizando una cámara térmica. Se apreciará que esta imagen se incluye para facilitar la ilustración de los problemas abordados por las técnicas divulgadas, y el dispositivo de tratamiento 2, el aparato 42 y el sistema 40 no incluyen una cámara térmica (infrarroja). En la imagen de la Figura 3, el brillo de una parte de la imagen depende de la temperatura de esa parte, con partes más brillantes (más blancas) que corresponden a temperaturas más altas y partes más oscuras (más negras) que corresponden a temperaturas más bajas. Se puede ver que hay varias áreas brillantes 62 (solo algunas de las cuales están etiquetadas en la Figura 3) en el brazo 60, que corresponden a áreas de mayor temperatura. Estas áreas tienen una temperatura más alta debido a que se ha aplicado recientemente un pulso de luz por un dispositivo de tratamiento 2. Un pulso de luz causará un pequeño (temporal) aumento en la temperatura de la parte de la piel a la que se aplicó el pulso de luz. Se puede ver en la Figura 3 que muchas partes del brazo 60 no han sido tratadas recientemente por un pulso de luz, y específicamente hay espacios (etiquetados 64) entre las áreas brillantes 62. Sin embargo, es poco probable que haya un cambio visible en la piel causado por los pulsos de luz, por lo que el usuario del dispositivo de tratamiento 2 no podrá ver qué partes del brazo 60 han recibido pulsos de luz. Esto ilustra la necesidad de retroalimentación para el usuario del dispositivo de tratamiento 2, de modo que pueda identificar qué parte o partes del cuerpo ya han sido tratadas con un pulso de luz.

En resumen, las técnicas que se describen en la presente memoria permiten la identificación o diferenciación entre áreas de piel a las que se han aplicado pulsos de luz y áreas a las que no se les han aplicado pulsos de luz, mediante el seguimiento de la posición del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo cuando se aplican los pulsos de luz, y el seguimiento de la posición actual del dispositivo de tratamiento 2 en relación con aquellas posiciones en las que se han aplicado pulsos de luz. Se puede generar una señal de control para una unidad de retroalimentación 45 (como una unidad de visualización) que hará que la unidad de retroalimentación 45 proporcione retroalimentación sobre si el área de tratamiento actual (es decir, donde el dispositivo de tratamiento 2 está actualmente posicionado) corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa. Así, la retroalimentación permite al usuario determinar mejor en dónde en la parte del cuerpo se debe aplicar el siguiente pulso de luz.

En realizaciones en donde la retroalimentación es retroalimentación visual, la retroalimentación visual puede ser una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual superpuestas en la parte del cuerpo. De esta manera, el usuario del dispositivo de tratamiento 2 puede ver fácilmente qué partes de la parte del cuerpo han sido tratadas y cuáles partes aún necesitan ser tratadas.

El diagrama de flujo en la Figura 4 ilustra un procedimiento ejemplar de acuerdo con las técnicas descritas en la presente memoria. Uno o más de los pasos del procedimiento pueden ser realizados por la unidad de procesamiento 46 en el aparato 42, en conjunto con cualquiera de la unidad de memoria 48, circuitería de interfaz 50 y la interfaz de usuario de acuerdo con sea apropiado. La unidad de procesamiento 46 puede realizar uno o más pasos en respuesta a la ejecución de código de programa informático, que puede ser almacenado en un medio legible por ordenador, como, por ejemplo, la unidad de memoria 48.

En el paso 101, se recibe una primera señal de medición del sensor 44. La primera señal de medición que comprende información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento 2 a lo largo del tiempo. Como se mencionó previamente, la primera señal de medición puede ser una señal de un sensor de movimiento 44, o la primera señal de medición puede ser una señal que representa una pluralidad de imágenes o una secuencia de video. En algunas realizaciones, el paso 101 puede comprender recibir una primera señal de medición de un primer sensor 44, por ejemplo, un sensor de movimiento 44, y una señal de medición de otro sensor 44, por ejemplo, una unidad de toma de imagen.

En el paso 101, la primera señal de medición puede ser recibida directamente del sensor 44, por ejemplo, en tiempo real o casi en tiempo real a medida que la señal de medición es generada por el sensor 44. Alternativamente, la primera señal de medición puede haber sido generada previamente por el sensor 44 y almacenada para un análisis posterior, por ejemplo en la unidad de memoria 48, en una unidad de memoria asociada con el dispositivo de tratamiento 2 o el sensor 44, o en una base de datos remota, en cuyo caso el paso 101 puede comprender que la unidad de procesamiento 46 obtenga o recupere la primera señal de medición de la ubicación de almacenamiento (por ejemplo, de la unidad de memoria 48, etc.). En estas realizaciones alternativas, para proporcionar la retroalimentación al usuario en un momento adecuado que le permita completar la operación de tratamiento, la primera señal de medición debe obtenerse o recuperarse poco después (por ejemplo, no más de unos pocos segundos) de que se genere la primera señal de medición.

En el paso 103, para un pulso de luz previamente aplicado por el dispositivo de tratamiento 2 a la parte del cuerpo

durante la operación de tratamiento, la unidad de procesamiento 46 procesa la primera señal de medición para estimar la posición del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo cuando se generó o aplicó este pulso de luz. Esta posición estimada se denomina 'posición de tratamiento anterior'.

5 En realizaciones en donde el sensor 44 es uno o más sensores de movimiento, como un acelerómetro, la primera  
señal de medición es una señal de medición de movimiento y el paso 103 comprende procesar la señal de medición  
de movimiento para identificar los movimientos y posiciones del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte  
del cuerpo. Las técnicas para procesar mediciones de sensores de movimiento para determinar los movimientos y  
10 posiciones del dispositivo en el que están alojados los sensores de movimiento 44 son conocidas en la técnica y no  
se describirán más en la presente memoria.

15 En realizaciones en donde el sensor 44 es una unidad de toma de imagen y la primera señal de medición es una  
pluralidad de imágenes o una secuencia de video, el paso 103 comprende procesar las imágenes o la secuencia de  
video para identificar los movimientos y posiciones del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del  
cuerpo. En realizaciones en donde la unidad de toma de imagen 44 está adjunta al dispositivo de tratamiento 2, la  
unidad de procesamiento 46 puede procesar las imágenes o la secuencia de video para identificar características de  
la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o la secuencia de video, y monitorear el movimiento  
de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o la secuencia de video.  
20 El movimiento determinado de esas características de la piel y/o características de la parte del cuerpo en las  
imágenes o secuencia de video corresponde a los movimientos del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la  
parte del cuerpo. La unidad de toma de imagen 44 está fija en o sobre el dispositivo de tratamiento 2, y la relación  
entre la abertura 10 y el campo de visión de la unidad de toma de imagen 44 será conocida, lo que permite a la  
unidad de procesamiento 46 determinar la posición de tratamiento anterior, es decir, la posición del dispositivo de  
tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo cuando se aplicó un pulso de luz. Las técnicas para procesar las  
25 imágenes o la secuencia de video para identificar características de la piel y/o características de las partes del  
cuerpo son generalmente conocidas en la técnica del procesamiento de imágenes, aunque se proporcionan algunos  
detalles adicionales a continuación.

30 En realizaciones alternativas en donde la unidad de toma de imagen 44 es separada del dispositivo de tratamiento 2  
y es capaz de observar tanto el dispositivo de tratamiento 2 como la parte del cuerpo desde una distancia, en el  
paso 103 la unidad de procesamiento 46 puede procesar las imágenes o la secuencia de video para identificar el  
dispositivo de tratamiento 2 y las características de la piel y/o características de la parte del cuerpo, y monitorizar sus  
posiciones relativas a lo largo del tiempo. Las técnicas para procesar las imágenes o la secuencia de video para  
35 identificar un dispositivo de tratamiento 2 y características de la piel y/o características de partes del cuerpo son  
generalmente conocidas en la técnica del procesamiento de imágenes, aunque se proporcionan algunos detalles  
adicionales a continuación.

40 En realizaciones en donde uno o más sensores 44 que comprende uno o más sensores de movimiento y una unidad  
de toma de imagen, el paso 103 puede comprender el procesamiento de una primera señal de medición de uno de  
los sensores de movimiento y la unidad de toma de imagen junto con una segunda señal de medición del otro de los  
sensores de movimiento y la unidad de toma de imagen para estimar la posición del dispositivo de tratamiento 2 en  
relación con la parte del cuerpo.

45 En algunas realizaciones, por ejemplo en las realizaciones anteriores donde uno o más sensores 44 que  
comprenden uno o más sensores de movimiento y una unidad de toma de imagen, el paso 103 puede comprender el  
uso de técnicas de Localización y Mapeo Simultáneos (SLAM) para determinar la posición del dispositivo de  
tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo.

50 En el paso 103, habiendo procesado la primera señal de medición para estimar los movimientos y/o posiciones del  
dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo a lo largo del tiempo, se determina una posición de  
tratamiento previa como la posición estimada del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo en  
el momento en que se generó o aplicó el pulso de luz.

55 En el paso 105, para el pulso de luz evaluado en el paso 103 y en base a la posición de tratamiento previa  
determinada en el paso 103, la unidad de procesamiento 46 estima el área de la piel de la parte del cuerpo a la que  
se aplicó el pulso de luz. Esta área estimada se denomina 'área de tratamiento previa' para el pulso de luz aplicado  
cuando el dispositivo de tratamiento 2 estaba en la posición de tratamiento anterior. La posición de tratamiento  
anterior generalmente tendrá una relación conocida con la posición de la abertura 10 del dispositivo de tratamiento  
2. Esto permite que el paso 105 determine el área apropiada de la piel en la parte del cuerpo a la que se aplicó el  
60 pulso de luz. Por ejemplo, si las posiciones de tratamiento anteriores se estiman como el centro geométrico de la  
abertura 10, entonces el área de tratamiento previa puede centrarse en la posición de tratamiento anterior  
correspondiente. La orientación del dispositivo de tratamiento 2 cuando se aplicó el pulso de luz se utiliza para  
determinar la orientación del área de tratamiento previa en la piel. Haciendo referencia a la Figura 3, un área de  
tratamiento previa estimada o determinada en el paso 105 debería corresponder generalmente a un área brillante  
65 62.

- El tamaño del área de tratamiento previa dependerá del tamaño de la abertura 10 en el dispositivo de tratamiento 2. En algunas realizaciones, el tamaño de la abertura 10 es fijo o predeterminado, y la unidad de procesamiento 46 puede hacer uso de información sobre el tamaño de la abertura 10 (por ejemplo, las dimensiones de la abertura 10), y opcionalmente otra información que pueda afectar el tamaño del área de la piel a la que se aplica el pulso de luz, como las posiciones relativas de la abertura 10 y las fuentes de luz 12, para determinar el tamaño del área de tratamiento previa. Alternativamente, la unidad de procesamiento 46 puede determinar el tamaño de la abertura 10 analizando una imagen de la abertura 10 (por ejemplo, si, antes de su uso, se obtiene una imagen de la abertura 10 utilizando una unidad de toma de imagen).
- Como se mencionó previamente, en algunas realizaciones el dispositivo de tratamiento 2 puede tener una pluralidad de diferentes accesorios que pueden ser utilizados para tratar diferentes partes del cuerpo. Estos accesorios pueden tener aberturas de diferentes tamaños 10 para cambiar el tamaño del área de la piel tratada con cada pulso de luz. En este caso, al determinar el tamaño del área de tratamiento previa, la unidad de procesamiento 46 puede hacer uso de información sobre el tamaño de la abertura 10 (por ejemplo, las dimensiones de la abertura 10), y opcionalmente otra información como las posiciones relativas de la abertura 10 y las fuente(s) de luz 12) que se utilizó cuando se aplicó ese pulso de luz. En algunas realizaciones, el accesorio que está en uso en el dispositivo de tratamiento 2 puede ser detectado por el aparato 42, por ejemplo, procesando una o más imágenes o una secuencia de video del dispositivo de tratamiento 2 para identificar el accesorio en el dispositivo de tratamiento 2. En un ejemplo, antes del uso del dispositivo de tratamiento 2, se obtiene una imagen de la abertura 10 en una unidad de toma de imagen que es separada del dispositivo de tratamiento 2, y la unidad de procesamiento 46 puede determinar el tamaño de la abertura 10 analizando la imagen de la abertura 10. El tamaño de la abertura 10 puede ser determinado extrayendo las dimensiones de la ventana/abertura 10 utilizando técnicas de procesamiento como la detección de bordes y el ajuste de forma (rectangular). Alternativamente, el aparato 42 puede recibir una señal que indica el accesorio que está adjunto al dispositivo de tratamiento 2. El dispositivo de tratamiento 2 puede proporcionar la señal en respuesta a la detección del tipo de accesorio que está conectado al dispositivo de tratamiento 2. El dispositivo de tratamiento 2 puede detectar el tipo de accesorio de varias maneras diferentes, por ejemplo, automáticamente en base a las señales intercambiadas entre el cuerpo del dispositivo de tratamiento 2 y el accesorio, o en base a una configuración de usuario ingresada al dispositivo de tratamiento 2 que indica el tipo de accesorio conectado o el tipo de parte del cuerpo a tratar. Como otra opción, diferentes accesorios pueden tener aberturas 10 con diferentes colores, y el aparato 42 puede identificar el accesorio que está en uso al observar el color del pulso de luz cuando se aplica a la parte del cuerpo. Una vez que se identifica el accesorio o se conoce de otra manera, se obtiene información sobre el tamaño de la abertura 10 asociada con el accesorio identificado, por ejemplo, de la unidad de memoria 48, y se utiliza para determinar el tamaño del área de tratamiento previa.
- Los pasos 103 y 105 pueden ser realizados para una pluralidad de (o todos) los pulsos de luz anteriores en la operación de tratamiento. Dado que la retroalimentación debe ser proporcionada al usuario durante la operación de tratamiento para permitir que el usuario determine dónde posicionar el dispositivo de tratamiento 2 para el siguiente pulso de luz, se realizan los pasos 103 y 105 cuando, o poco después, se aplica un pulso de luz a la parte del cuerpo. Como tal, los pasos 103 y 105 pueden realizarse en respuesta a determinar que un pulso de luz ha sido aplicado por el dispositivo de tratamiento 2 a la parte del cuerpo. La unidad de procesamiento 46 puede determinar que se ha aplicado un pulso de luz a la parte del cuerpo de una (o más) de varias maneras diferentes. En realizaciones en donde el aparato 42 es parte del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de procesamiento 46 puede recibir una señal de la(s) fuente(s) de luz 12, o de la circuitería de control para la(s) fuente(s) de luz 12, indicando que se ha generado un pulso de luz. Alternativamente, en donde el aparato 42 es separado del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de procesamiento 46 puede recibir una señal del dispositivo de tratamiento 2 indicando que se ha generado un pulso de luz. Como otra alternativa, en donde el sensor 44 es una unidad de toma de imagen, o una unidad de toma de imagen se proporciona de otra manera en el sistema 40, las imágenes o la secuencia de video de la unidad de toma de imagen pueden ser procesadas para identificar un pulso de luz. Por ejemplo, la Figura 5 muestra dos imágenes 66 de una parte del cuerpo 68 obtenidas por una unidad de toma de imagen. En la imagen 66 (etiquetada 66-1) en la Figura 5(a), parte del dispositivo de tratamiento 2 es visible, junto con la piel de la parte del cuerpo 68. Cuando se obtuvo esta imagen, el dispositivo de tratamiento 2 no estaba aplicando un pulso de luz a la parte del cuerpo 68. Cuando se obtuvo la imagen 66 (etiquetada 66-2) en la Figura 5(b), el dispositivo de tratamiento 2 estaba aplicando un pulso de luz a la parte del cuerpo 68, y esto es visible por la parte superior más brillante de la imagen 66-2. Así, en realizaciones la unidad de procesamiento 46 puede estar configurada para procesar imágenes o una secuencia de video para identificar la ocurrencia de un pulso de luz. La ocurrencia de un pulso de luz puede ser identificada al calcular un brillo promedio para cada imagen (o para series de imágenes), y comparando los brillos promedios para identificar si hay alguna(s) imagen(es) que son significativamente más brillantes (por ejemplo, más brillantes por más de una cantidad umbral). Alternativamente, el brillo promedio de cada imagen o serie de imágenes puede ser comparado con una cantidad umbral para determinar si el brillo es consistente con la aplicación de un pulso de luz. En algunas realizaciones, la cantidad umbral puede ser ajustada en base a las condiciones de iluminación ambiental. Estas realizaciones tienen la ventaja de que el aparato 42 no necesita estar conectado comunicativamente al dispositivo de tratamiento 2, y el aparato 42 puede ser utilizado con un dispositivo de tratamiento convencional 2.
- En el paso 107, la unidad de procesamiento 46 procesa la primera señal de medición para estimar una posición actual del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo. El procesamiento en el paso 107 puede

ser el mismo que se utiliza en el paso 103 por la unidad de procesamiento 46 para estimar la posición del dispositivo de tratamiento 2 en relación con la parte del cuerpo cuando se generó o aplicó un pulso de luz.

En el paso 109, en base a la posición actual del dispositivo de tratamiento 2 estimada en el paso 107, la unidad de procesamiento 46 estima el área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicaría un pulso de luz en la posición actual del dispositivo de tratamiento 2. Esta área estimada se denomina 'área de tratamiento actual'. El procesamiento en el paso 109 puede ser el mismo que el utilizado en el paso 105 por la unidad de procesamiento 46 para estimar el área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicó un pulso de luz anterior. Como en el paso 105, en el paso 109 se puede tener en cuenta el tamaño de la abertura 10 al estimar el tamaño del área de tratamiento actual.

En el paso 111, la unidad de procesamiento 46 genera una señal de control de retroalimentación para la unidad de retroalimentación 45. La señal de control de retroalimentación se genera de tal manera que provoca que la unidad de retroalimentación 45 genere retroalimentación que indique si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa. El área de tratamiento actual que corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa, puede ser cuando al menos un X % del área de tratamiento actual se superpone con una o más áreas de tratamiento previas. X puede ser, por ejemplo, un 20 % (es decir, el área de tratamiento actual corresponde sustancialmente a un área de tratamiento previa cuando al menos un 20 % del área de tratamiento actual se superpone con una o más áreas de tratamiento previas), un 50 %, o un valor en el rango del 20 % al 50 %. En algunas realizaciones, X puede ser un valor pequeño (por ejemplo, en el rango del 1 % al 5 %) para evitar que haya una superposición sustancial entre el área de tratamiento actual y cualquier área de tratamiento previa.

El procedimiento puede además incluir proporcionar la señal de control de retroalimentación generada a la unidad de retroalimentación 45 para que la retroalimentación sea proporcionada al usuario. Como se mencionó previamente, la unidad de retroalimentación 45 puede estar configurada para proporcionar cualquier combinación de retroalimentación visual, audible y táctil para indicar si el dispositivo de tratamiento 2 se encuentra en una posición donde se ha aplicado previamente un pulso de luz. El usuario del dispositivo de tratamiento 2 podría utilizar estas indicaciones para determinar si debe activar un pulso de luz en la posición actual del dispositivo de tratamiento 2, lo que puede ayudar al usuario a mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel del sujeto.

Como ejemplo, la señal de control de retroalimentación podría hacer que se ilumine una luz roja (por ejemplo, en el dispositivo de tratamiento 2) si se determina que el área de tratamiento actual se superpone con, o se superpone en exceso a, un área de tratamiento previa. Asimismo, la señal de control de retroalimentación podría hacer que se ilumine una luz verde (por ejemplo, en el dispositivo de tratamiento 2) si se determina que el área de tratamiento no se superpone, o no se superpone demasiado, con un área de tratamiento previa. Como otro ejemplo, la luz roja/verde puede ser reemplazada (o acompañada) por retroalimentación háptica (por ejemplo, vibraciones del dispositivo de tratamiento 2) para indicar si el área de tratamiento actual se superpone o se superpone demasiado con un área de tratamiento previa. Como otro ejemplo, la luz roja/verde puede ser reemplazada (o acompañada) por retroalimentación audible (por ejemplo, un ruido, un mensaje audible, etc.) para indicar si el área de tratamiento actual se superpone, o se superpone demasiado, con un área de tratamiento previa.

En una realización preferida, la unidad de retroalimentación 45 es una unidad de visualización, como una pantalla de visualización, un panel transparente utilizado para proporcionar una visualización de AR o un proyector. En estas realizaciones, la señal de retroalimentación es una señal de control de visualización, que causa que la unidad de visualización genere una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual superpuestas en la parte del cuerpo.

La Figura 6 es una ilustración de la retroalimentación visual que puede ser proporcionada por una unidad de visualización de acuerdo con las realizaciones de las técnicas descritas en la presente memoria. En estas realizaciones, la retroalimentación visual 70 incluye una primera parte 72 que es una imagen o una secuencia de video (en vivo) de la parte del cuerpo 74 obtenida utilizando una unidad de toma de imagen (que puede ser el sensor 44 utilizado para determinar la posición y los movimientos del dispositivo de tratamiento 2, o una unidad de toma de imagen separada en el caso de que uno o más sensores 44 sean sensores de movimiento). Alternativamente, la primera parte 72 puede incluir una representación gráfica en la parte del cuerpo 74. En la Figura 6, la parte del cuerpo 74 es un antebrazo de un sujeto. En la primera parte 72, se superponen una o más representaciones gráficas 76 de las áreas de tratamiento previas sobre la imagen o secuencia de video de la parte del cuerpo 74. Las áreas de tratamiento previas 76 deben superponerse en las posiciones relevantes de la parte del cuerpo 74 donde se aplicaron esos pulsos de luz. Así, al generar la señal de control de visualización, la unidad de procesamiento 46 determina en dónde en la retroalimentación visual 70 deberían ubicarse las áreas de tratamiento previas 76 en base a la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento 2 en relación con cada una de las posiciones de tratamiento anteriores estimadas. Varios de las áreas de tratamiento previas 76 están etiquetadas individualmente en la Figura 6, en particular las áreas de tratamiento previas 76-1, 76-2 y 76-3 (que se superponen parcialmente entre sí) y las áreas de tratamiento previas 76-4.

La retroalimentación visual 70 en la Figura 6 también incluye una segunda parte 76. En el caso de una unidad de

toma de imagen que está ubicada en el dispositivo de tratamiento 2 (por ejemplo, como se muestra en la Figura 1), cuando el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto con la piel, la unidad de toma de imagen típicamente no podrá ver esa parte particular de la piel (y que corresponde al área de tratamiento actual), y posiblemente algo de piel vecina en función del campo de visión de la unidad de toma de imagen, incluyendo si una parte del dispositivo de tratamiento 2 oscurece la vista de la unidad de toma de imagen. La segunda parte 76 de la retroalimentación visual 70 se utiliza para mostrar una representación gráfica 80 del área de tratamiento actual, junto con representaciones gráficas 76 de cualquier área de tratamiento previa que esté dentro del área oscurecida representada por la segunda parte 78. Así, el área de tratamiento previa 76-5 se muestra en la frontera entre la primera parte 72 y la segunda parte 78 (es decir, el área de tratamiento previa 76-5 está parcialmente en la primera parte 72 y parcialmente en la segunda parte 78). Se muestra un área de tratamiento previa 76-6 que está completamente en la segunda parte 78.

La Figura 7 muestra una retroalimentación visual ejemplar 70 que se puede proporcionar de acuerdo con las realizaciones de las técnicas descritas en la presente memoria. La imagen en la Figura 7 proporciona retroalimentación en línea con la realización mostrada en la Figura 6, y así la Figura 7 muestra retroalimentación visual 7 que tiene una primera parte 72 (una secuencia de video del brazo 74), varias áreas de tratamiento previas 76 en el brazo 74 en la primera parte 72, y una segunda parte 78 que muestra una representación gráfica 80 del área de tratamiento actual.

En realizaciones en donde la unidad de visualización es un proyector, en lugar de mostrar las representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual en una imagen o secuencia de video de la parte del cuerpo, el proyector puede proyectar las representaciones gráficas directamente sobre la parte del cuerpo en las posiciones apropiadas. De esta manera, el usuario puede ver las áreas previamente tratadas directamente en la parte del cuerpo, lo que puede facilitarle determinar dónde se debe aplicar el próximo pulso de luz.

En realizaciones en donde la unidad de visualización es un panel transparente utilizado para proporcionar una visualización de realidad aumentada, el panel transparente puede ser colocado en la línea de visión del usuario, de manera que esté directamente entre el usuario y la parte del cuerpo que se está tratando, lo que permite al usuario ver la parte del cuerpo a través del panel transparente. En algunas realizaciones, el panel transparente es uno o ambos lentes de un par de gafas. Las representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual pueden ser proyectadas o mostradas en el panel transparente, de manera que se superpongan en las posiciones correctas de la parte del cuerpo desde el punto de vista del usuario. De esta manera, se presenta al usuario una vista de realidad aumentada de la parte del cuerpo que puede permitirle ver más fácilmente las áreas previamente tratadas en la parte del cuerpo.

En realizaciones en donde se debe proporcionar retroalimentación durante el uso del dispositivo de tratamiento 2 (por ejemplo, a medida que el dispositivo de tratamiento 2 se mueve sobre la parte del cuerpo y se aplican pulsos de luz), los pasos 101-111 pueden realizarse generalmente de forma continua. Es decir, en el paso 101 se puede recibir una señal de medición generalmente de forma continua (por ejemplo, de acuerdo con una tasa de muestreo del sensor 44, o de acuerdo con una tasa de transmisión (por ejemplo, tasa de paquetes) del sensor 44 al aparato 42), y los pasos 103-111 se pueden realizar generalmente de forma continua para actualizar la retroalimentación que se proporcionará al usuario.

En realizaciones en donde el sensor 44 es una unidad de toma de imagen que está unida al dispositivo de tratamiento 2 y la unidad de procesamiento 46 describe las imágenes o la secuencia de video para identificar características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o la secuencia de video en los pasos 103 y 105, la unidad de procesamiento 46 puede utilizar una o más de una serie de técnicas diferentes para procesar las imágenes o la secuencia de video. En algunas realizaciones, se pueden detectar características de la piel utilizando algoritmos de detección de características, como los procedimientos de detección de esquinas de Shi-Tomasi y/o los procedimientos de transformación de características invariante a la escala (SIFT). Alternativamente, se pueden utilizar técnicas de detección de características basadas en IA que están optimizadas para características de la piel. Para estimar el movimiento del dispositivo de tratamiento 2 a lo largo del tiempo, se puede rastrear la posición de las características de la piel detectadas en las imágenes o secuencias de video a lo largo del tiempo mediante la coincidencia de características de la piel entre imágenes secuenciales o fotogramas de video secuenciales. El movimiento del dispositivo de tratamiento 2 relativo a la parte del cuerpo puede ser determinado calculando la homografía entre dos conjuntos de características de dos imágenes secuenciales o fotogramas de video. Una homografía determina la relación entre dos posiciones y orientaciones de unidades de toma de imagen al observar la misma superficie plana.

Con el tiempo, habrá un desplazamiento en el cálculo de la posición de tratamiento actual debido a la acumulación de errores en las mediciones y/o técnicas de procesamiento. Para reducir o evitar este desplazamiento, la detección y seguimiento de características de la piel se puede extender más allá de dos imágenes o fotogramas de video, de modo que las características de la piel se rastreen a través de múltiples imágenes o fotogramas de video.

En función de la parte del cuerpo mostrada en la(s) imagen(es), se pueden utilizar técnicas de procesamiento de

imágenes adecuadas para rastrear la posición de las características de la piel en superficies no planas, como la Localización y Mapeo Simultáneos (SLAM), para el cálculo de la homografía.

5 Las características u objetos visibles en el fondo de las imágenes o la secuencia de video pueden inducir errores en el seguimiento de la posición de la característica de la piel o del dispositivo de tratamiento 2. Para reducir estos errores, la(s) imagen(es) se pueden procesar para identificar y segmentar el área de la piel del fondo circundante. Las partes de la(s) imagen(es) relacionadas con el área de fondo son descartadas y/o de otra manera no utilizadas para el seguimiento de características de la piel.

10 El movimiento rápido del dispositivo de tratamiento 2 o de la unidad de toma de imagen 44 puede causar desenfoque en las imágenes obtenidas y una reducción en el número de características de la piel que se pueden detectar. Esto puede causar un fallo en determinar y rastrear la posición del dispositivo de tratamiento 2. La difuminación de la imagen puede reducirse utilizando una unidad de toma de imagen 44 a una tasa de fotogramas más rápida/alta y tiempos de exposición más bajos.

15 En algunas realizaciones, el fallo en el seguimiento de características y/o el error de deriva pueden ser recuperados utilizando el cierre de bucle. Esto puede restablecer la deriva en la posición al reconocer una región de piel en base a las características de la piel que se han identificado previamente y que se habían movido fuera del campo de visión de la unidad de toma de imagen 44. Así, el aparato 42 puede mantener información sobre las características de la piel identificadas en las imágenes o secuencia de video, y utilizar esta información cuando se identifican características de la piel en la siguiente imagen o secuencia de video para determinar si el área de la piel ha sido identificada previamente y ha sido tratada previamente con un pulso de luz.

20 En algunas realizaciones, el dispositivo de tratamiento 2 puede estar configurado para activar automáticamente un pulso de luz si la posición de tratamiento actual del dispositivo de tratamiento 2 no corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa. En este caso, el aparato 42 puede configurarse para activar automáticamente el dispositivo de tratamiento 2 para generar un pulso de luz. En algunas realizaciones, se pueden aplicar una o más condiciones adicionales para activar el pulso de luz, tales como que el dispositivo de tratamiento 2 esté en contacto con la piel y/o que el tono de la piel con la que el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto sea adecuado para recibir un pulso de luz. Si se puede aplicar un pulso de luz en la posición actual del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de procesamiento 46 puede determinar una señal de activación para accionar la(s) fuente(s) de luz 12, o que cause que el dispositivo de tratamiento 2 accione la(s) fuente(s) de luz 12.

25 En realizaciones en donde se obtienen una o más imágenes en las que el pulso de luz es visible, la unidad de procesamiento 46 puede estar configurada además para procesar la(s) imagen(es) para determinar el brillo y/o color de los pulsos de luz. La unidad de procesamiento 46 puede comparar los niveles de brillo y/o colores de los pulsos de luz entre sí para determinar si el brillo y/o color del pulso de luz está cambiando con el tiempo. Cualquier cambio en el brillo y/o color del pulso de luz a lo largo del tiempo (por ejemplo, una disminución en el brillo) puede proporcionar una indicación de la salud y/o deterioro de la(s) fuente(s) de luz 12. Si el brillo y/o el color cumplen con un criterio umbral, se puede proporcionar una indicación al usuario de que la(s) fuente(s) de luz 12 pueden necesitar ser reemplazadas (si la(s) fuente(s) de luz 12 son reemplazables), o que el dispositivo de tratamiento 2 mismo necesita ser reemplazado.

35 En algunas realizaciones, la retroalimentación proporcionada al usuario puede incluir retroalimentación que indique si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa, incluyendo aquellas en una operación de tratamiento previa. En estas realizaciones, siguiendo el procedimiento establecido previamente para estimar las posiciones de tratamiento previas y las áreas de tratamiento previas para los pulsos de luz aplicados durante una operación de tratamiento, se almacena información sobre estas posiciones de tratamiento previas y áreas de tratamiento previas, por ejemplo, en la unidad de memoria 48. Durante la próxima operación de tratamiento, esta información se recupera y se utiliza para formar la señal de control de retroalimentación en la siguiente operación de tratamiento. Por ejemplo, la retroalimentación puede indicar áreas de tratamiento previas de la operación de tratamiento anterior y áreas de tratamiento previas de la operación de tratamiento actual.

45 Por lo tanto, se proporcionan procedimientos y aparatos para determinar la retroalimentación sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo de un sujeto para un usuario del dispositivo de tratamiento.

50 Las variaciones a las realizaciones divulgadas pueden ser entendidas y realizadas por aquellos expertos en la técnica al llevar a la práctica los principios y técnicas descritos en la presente memoria, a partir del estudio de las figuras, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o pasos, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un solo procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda ser utilizada en ventaja. Un programa informático puede ser almacenado o distribuido en un medio adecuado, como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede ser distribuido en otras formas, como a

65

través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones por cable o inalámbricos. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del ámbito.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato para su uso con un dispositivo de tratamiento, en el que el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar pulsos de luz a la piel de una parte del cuerpo de un usuario para realizar la operación de tratamiento, en el que un pulso de luz aplicado a la piel trata un área de la piel, el aparato que comprende una unidad de procesamiento configurada para:

10 recibir una primera señal de medición de un primer sensor, la primera señal de medición comprende información sobre las posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; para un pulso de luz previamente aplicado por el dispositivo de tratamiento a la parte del cuerpo durante la operación de tratamiento, procesar la primera señal de medición para estimar una posición de tratamiento previa como una posición del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo cuando se generó el pulso de luz;

15 en base a la posición de tratamiento previa estimada, estimar un área de tratamiento previa para el pulso de luz previamente aplicado correspondiente a un área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicó el pulso de luz cuando el dispositivo de tratamiento estaba en la posición de tratamiento previa; procesar la primera señal de medición para estimar una posición actual del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo;

20 caracterizado porque la unidad de procesamiento está configurada, además, para:

25 en base a la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento, estimar un área de tratamiento actual correspondiente a un área de la piel a la que el dispositivo de tratamiento aplicaría un pulso de luz mientras esté en la posición actual; y generar una señal de control de retroalimentación para una unidad de retroalimentación, en el que la señal de control de retroalimentación está configurada para hacer que la unidad de retroalimentación genere una retroalimentación que indique si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa, y proporcionar la retroalimentación generada al usuario durante la operación de tratamiento.
- 30 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sensor es una unidad de toma de imagen, la primera señal de medición es una pluralidad de imágenes o una secuencia de video, y la pluralidad de imágenes o la secuencia de video se procesa para identificar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo.
- 35 3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de procesamiento está configurada para:

40 identificar características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video; monitorear el movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video a lo largo del tiempo; y determinar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo a partir del movimiento de esas características de la piel y/o características de la parte del cuerpo en las imágenes o secuencia de video.
- 45 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la unidad de procesamiento está configurada, además, para:

50 recibir una segunda señal de medición de un sensor de movimiento, la segunda señal de medición comprende información sobre posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; y en el que la unidad de procesamiento está configurada para procesar la primera señal de medición y la segunda señal de medición para estimar las posiciones de tratamiento anteriores y la posición actual.
- 55 5. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la señal de control de retroalimentación es una señal de control de visualización, y la unidad de retroalimentación es una unidad de visualización.
- 60 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la señal de control de visualización está configurada para hacer que la unidad de visualización genere una presentación gráfica que comprende representaciones gráficas de las áreas de tratamiento previas y el área de tratamiento actual superpuestas sobre la parte del cuerpo.
- 65 7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cualquiera de:

la unidad de visualización es una pantalla de visualización y la señal de control de visualización incluye una pluralidad de imágenes o una secuencia de video de la parte del cuerpo sobre la cual se superponen las

- representaciones gráficas;  
 la unidad de visualización es un proyector y la señal de control de visualización está configurada para hacer que el proyector proyecte las representaciones gráficas sobre la parte del cuerpo del sujeto de acuerdo con las áreas de tratamiento previas estimadas y el área de tratamiento actual; y  
 5 la unidad de visualización está configurada para mostrar las representaciones gráficas como parte de una presentación de realidad aumentada de la parte del cuerpo.
8. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la unidad de procesamiento está configurada para estimar las áreas de tratamiento previas y estimar el área de tratamiento actual en base a: (i) un tamaño de una abertura en el dispositivo de tratamiento a través del cual pasa el pulso de luz; y (ii) un tamaño de una abertura en un accesorio que está unido al dispositivo de tratamiento.
- 10
9. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la unidad de procesamiento está configurada además para:  
 15 generar una señal de activación que cause que una fuente de luz en el dispositivo de tratamiento genere un pulso de luz si el área de tratamiento actual determinada no se superpone, o no se superpone sustancialmente, con ninguna de las áreas de tratamiento previas.
10. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la unidad de procesamiento está configurada además para estimar, respectivamente, el área de tratamiento previa y el área de tratamiento actual en base a una relación predefinida entre la posición de una abertura en el dispositivo de tratamiento a través de la cual se aplica el pulso de luz a la piel y, respectivamente, la posición de tratamiento previa estimada y la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento.
- 20
11. Un sistema, que comprende:  
 25 un dispositivo de tratamiento comprendiendo una o más fuente(s) de luz para realizar una operación de tratamiento en la piel;  
 un primer sensor para emitir una primera señal de medición comprendiendo información sobre las posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo; y  
 30 un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10.
12. Un procedimiento implementado por ordenador para proporcionar retroalimentación a un usuario sobre una operación de tratamiento realizada en una parte del cuerpo del usuario por un dispositivo de tratamiento, en el que el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar pulsos de luz a la piel de la parte del cuerpo para realizar la operación de tratamiento, en el que un pulso de luz aplicado a la piel trata un área de la piel, el procedimiento que comprende:  
 35 recibir una primera señal de medición de un primer sensor, la primera señal de medición comprendiendo información sobre las posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo;  
 para un pulso de luz previamente aplicado por el dispositivo de tratamiento a la parte del cuerpo durante la operación de tratamiento, procesar la primera señal de medición para estimar una posición de tratamiento previa como una posición del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo cuando se generó el pulso de luz;  
 40 en base a la posición de tratamiento previa estimada, estimar un área de tratamiento previa para el pulso de luz aplicado previamente correspondiente a un área de la piel de la parte del cuerpo a la que se aplicó el pulso de luz cuando el dispositivo de tratamiento estaba en la posición de tratamiento previa;  
 procesar la primera señal de medición para estimar una posición actual del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo;  
 45 en base a la posición actual estimada del dispositivo de tratamiento, estimar un área de tratamiento actual correspondiente a un área de la piel a la que el dispositivo de tratamiento aplicaría un pulso de luz mientras está en la posición actual; y  
 generar una señal de control de retroalimentación para una unidad de retroalimentación, en el que la señal de control de retroalimentación está configurada para hacer que la unidad de retroalimentación genere retroalimentación indicando si el área de tratamiento actual corresponde, o corresponde sustancialmente, a un área de tratamiento previa y  
 50 proporcionar la retroalimentación generada al usuario durante la operación de tratamiento.
13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el sensor es una unidad de toma de imagen, la primera señal de medición es una pluralidad de imágenes o una secuencia de video, y la pluralidad de imágenes o la secuencia de video se procesa para identificar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento a lo largo del tiempo.
- 60
14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el procedimiento comprende, además:  
 65 identificar características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de

video;

monitorear el movimiento de esas características de la piel y/o características de partes del cuerpo en las imágenes o secuencia de video a lo largo del tiempo; y

5 determinar posiciones y/o movimientos del dispositivo de tratamiento en relación con la parte del cuerpo a partir del movimiento de esas características de la piel y/o características de la parte del cuerpo en las imágenes o secuencia de video.

10 15. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene código legible por ordenador incorporado en él, el código legible por ordenador está configurado de tal manera que, al ser ejecutado por un ordenador o unidad de procesamiento adecuados, hace que el ordenador o unidad de procesamiento realice el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 12-14.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

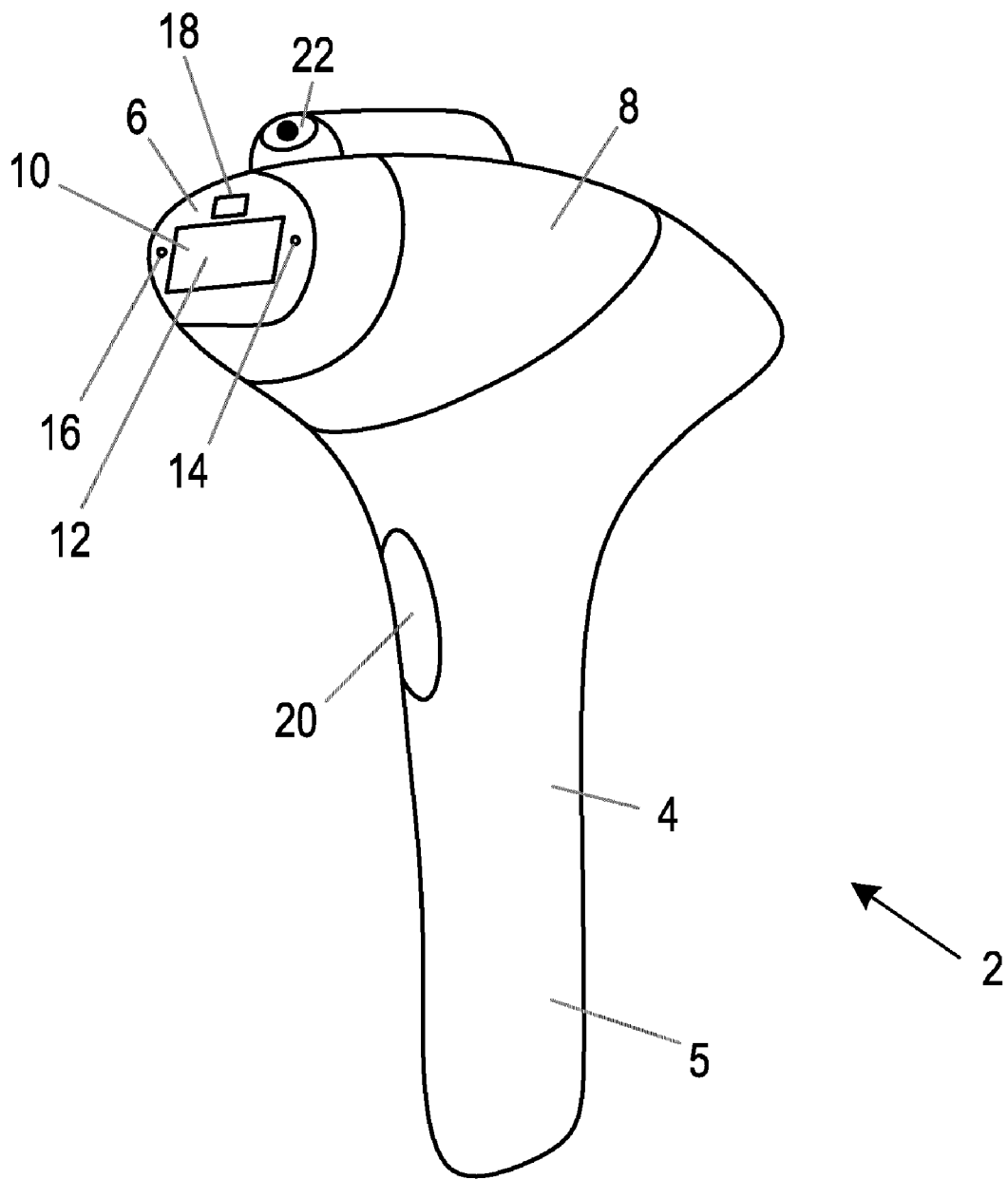


Figura 1

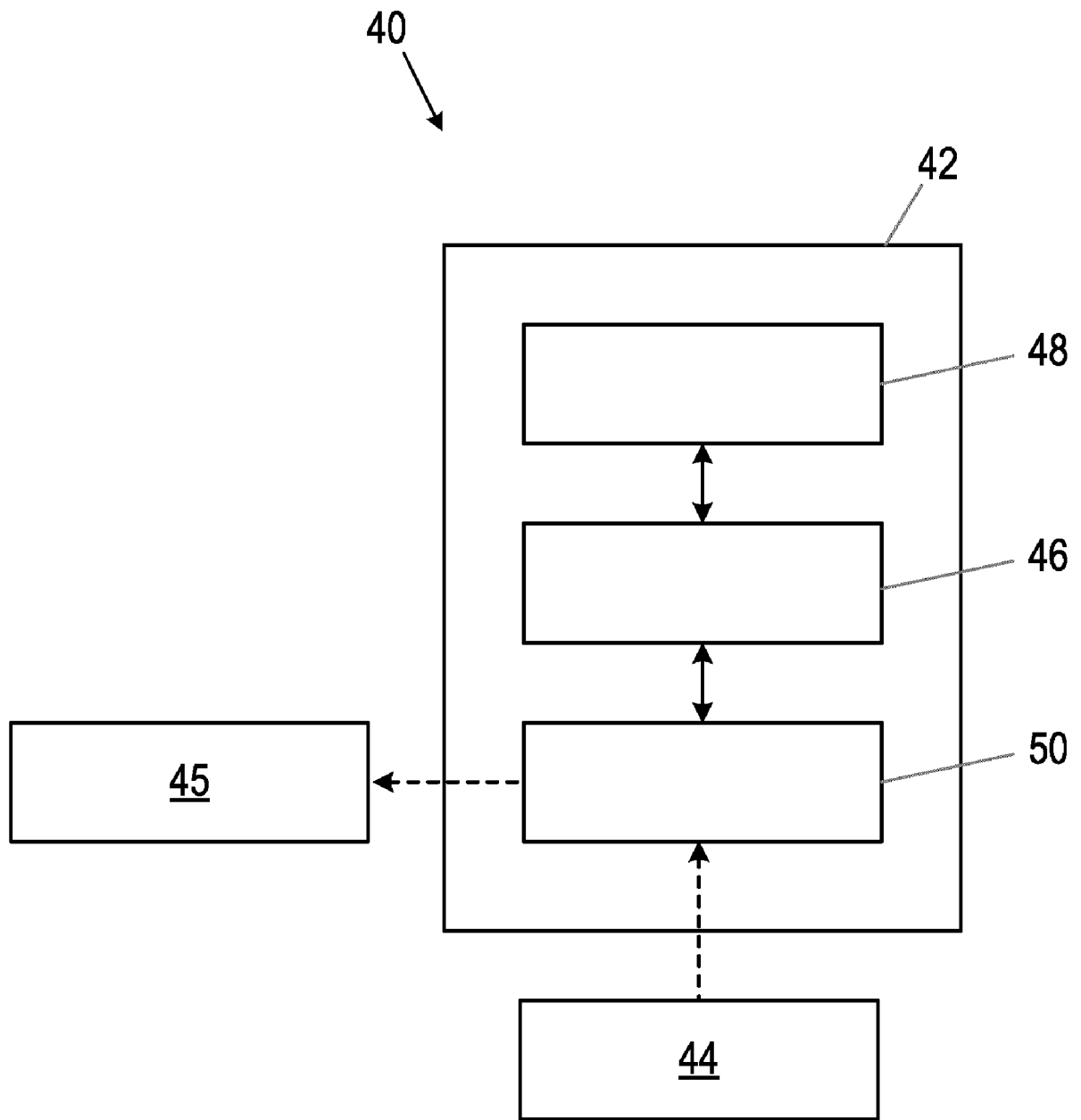


Figura 2

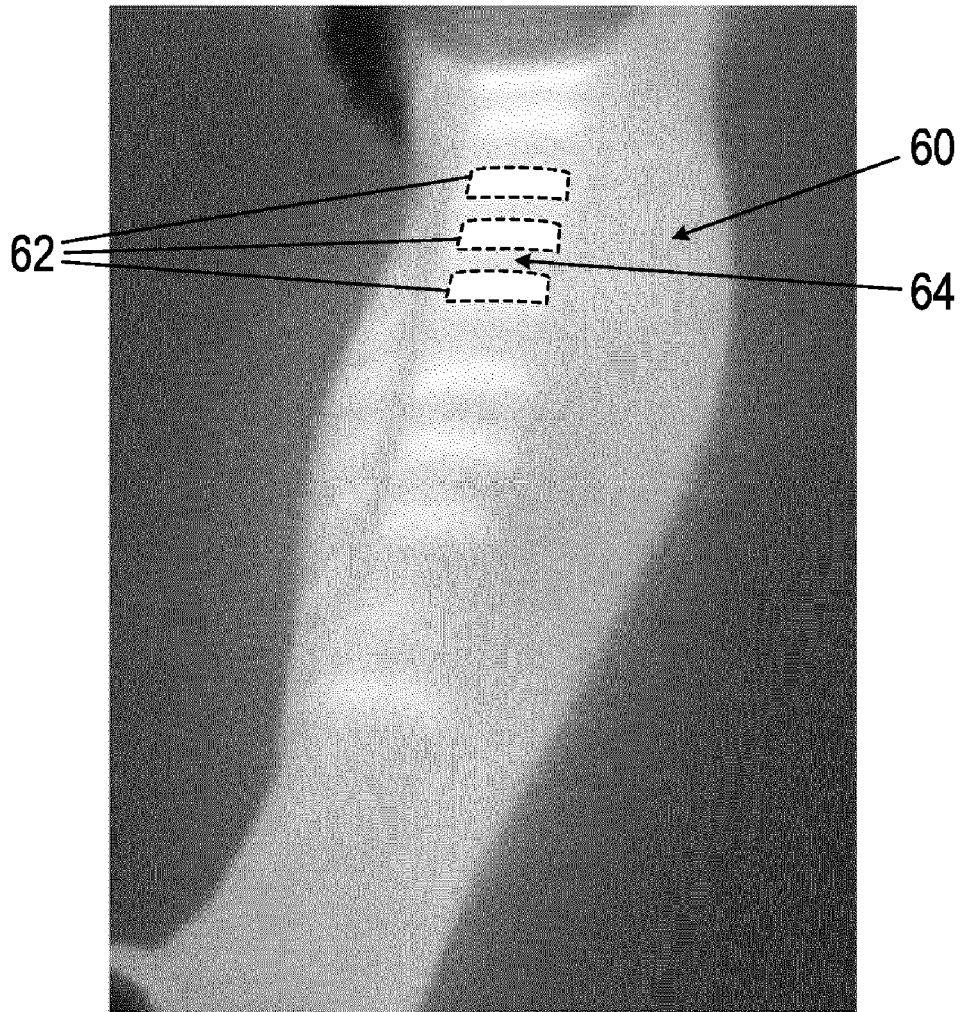


Figura 3

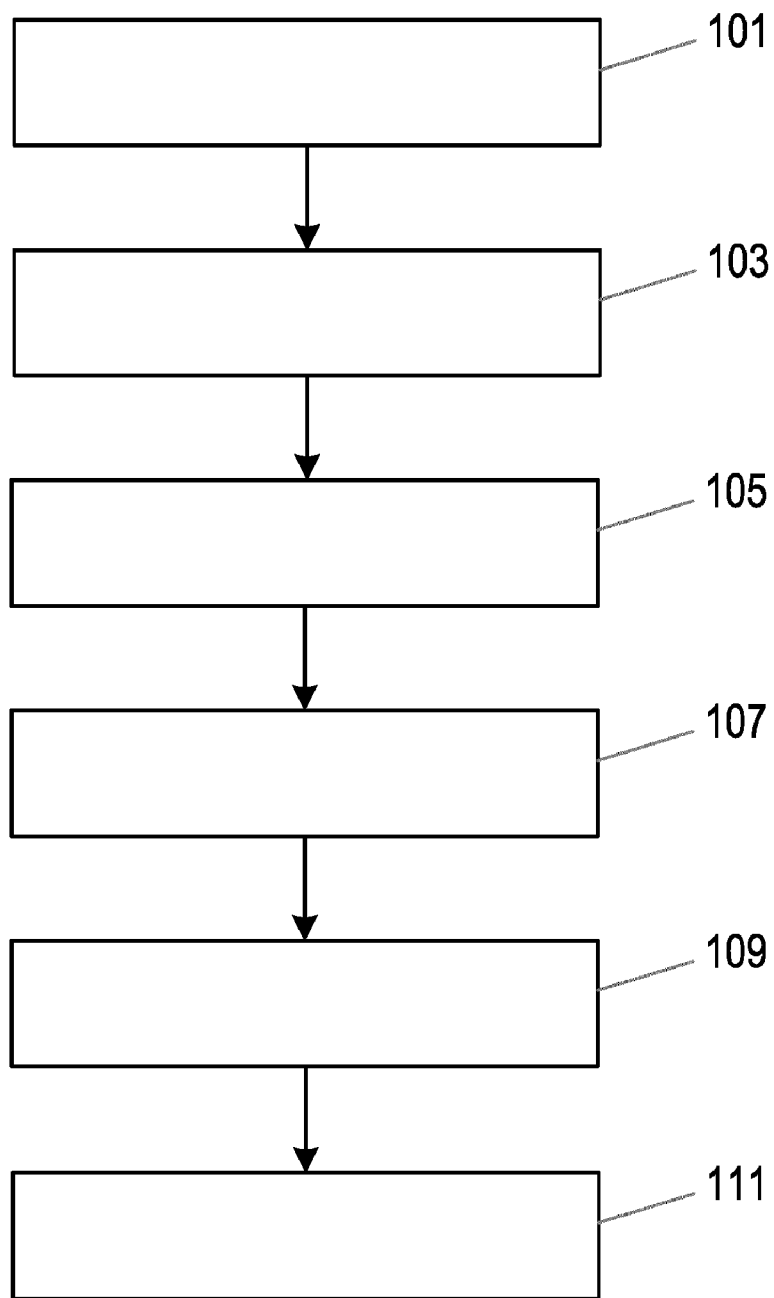


Figura 4

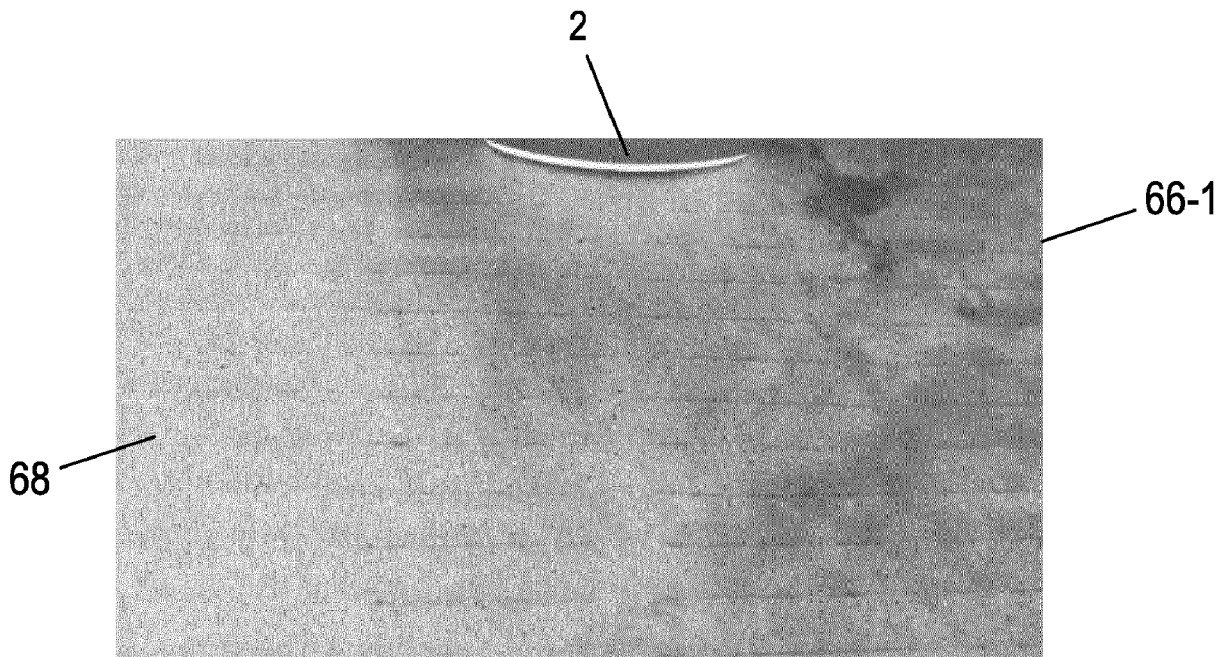


Figura 5(a)

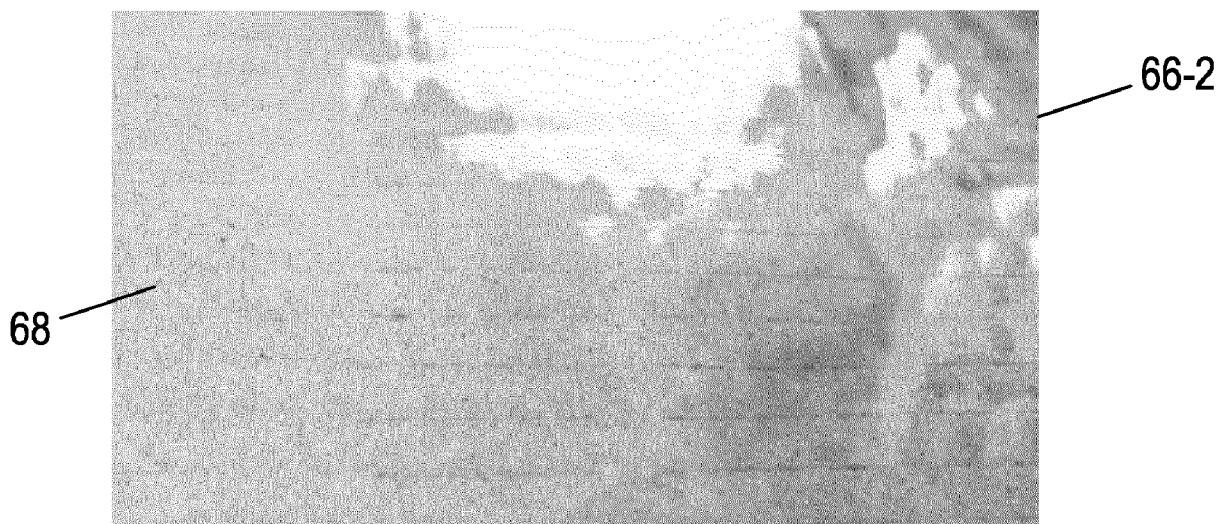


Figura 5(b)

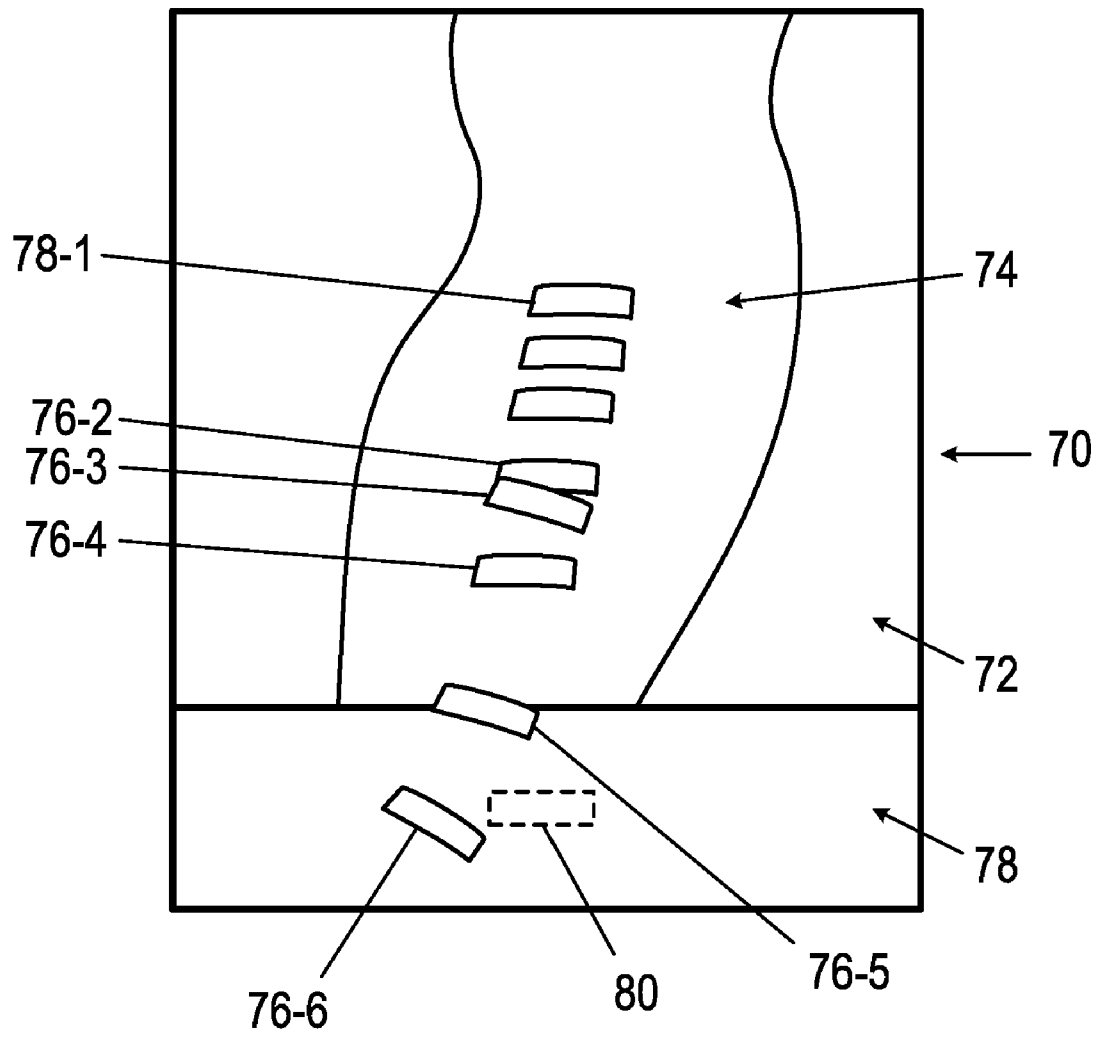


Figura 6

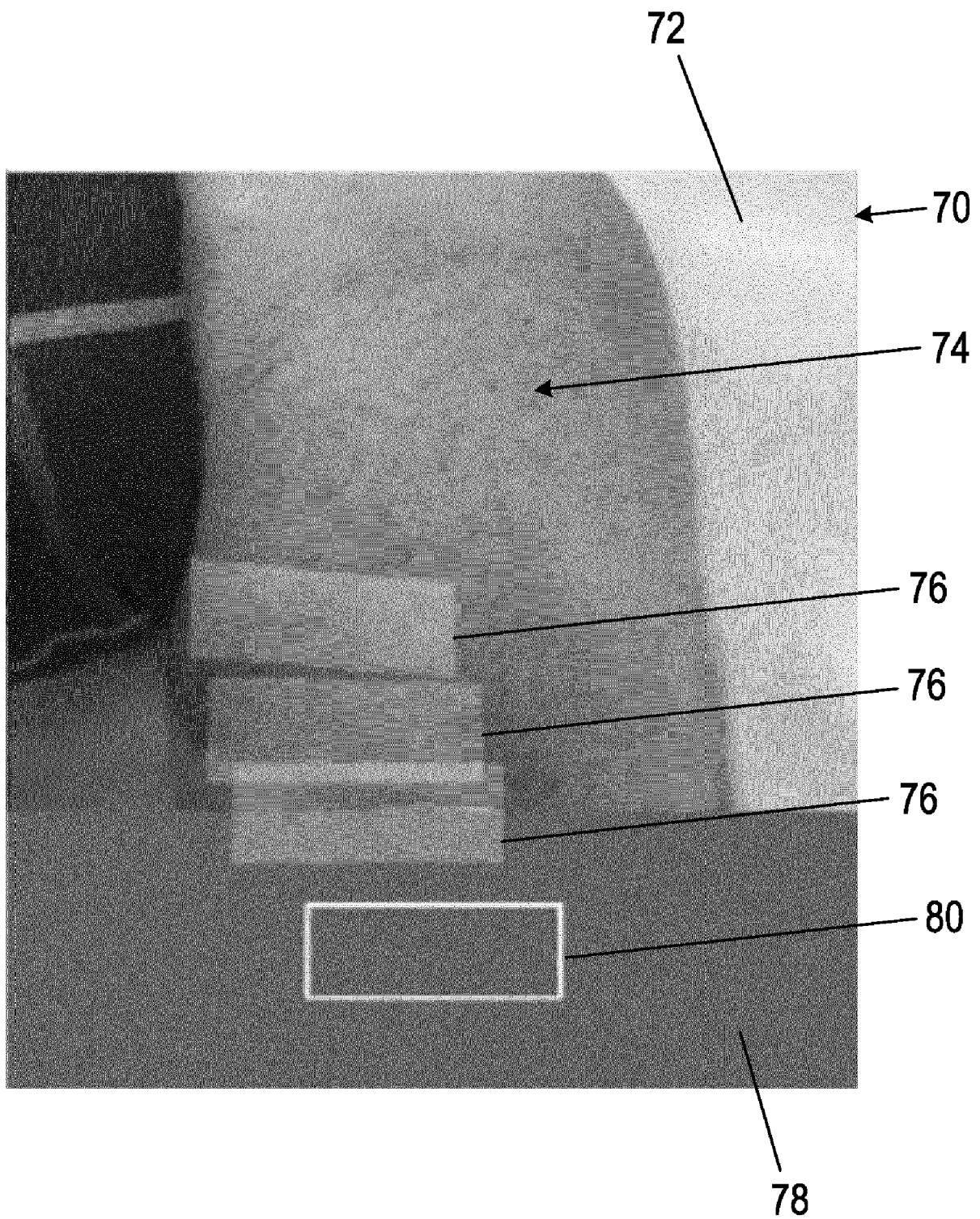


Figura 7