

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 450**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/20** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2020 PCT/EP2020/074558**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.03.2021 WO21052766**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2020 E 20764113 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024 EP 4031048**

54 Título: **Determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz**

30 Prioridad:

**20.09.2019 EP 19198816**

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

**29.10.2024**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FERNANDO, SHAKITH, DEVINDA;  
VAN BREE, KARL, CATHARINA;  
BROUWER, JAN;  
KOOIJMAN, GERBEN;  
MASCULO, FELIPE, MAIA;  
HAMEETMAN, CORNELIS, WILLEM y  
HEINRICH, ADRIENNE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 984 450 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

Determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz

5 Campo de la invención

Esta divulgación se refiere a determinar si los vellos en un área de la piel de un sujeto han sido tratados con un pulso de luz.

10 Antecedentes de la invención

Las técnicas para eliminar el vello no deseado 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 la luz también se utilizan en otros tipos de tratamientos dermatológicos, incluyendo la reducción del crecimiento del vello y el tratamiento del acné.

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

20 Un tratamiento de fotodepilación se caracteriza por el uso del dispositivo de fotodepilación para tratar áreas relativamente pequeñas de la piel con el propósito de eliminar el vello. El tratamiento de fotodepilación utiliza luz intensa para calentar la melanina en el vello y las raíces del vello, lo cual pone los folículos pilosos en una fase de reposo, evitando el crecimiento del vello nuevamente. Para un uso efectivo de esta tecnología para la eliminación del vello, el usuario debe cubrir completamente una región de la piel. Dado que este efecto tiene una duración limitada, el tratamiento debe repetirse de forma regular: normalmente una vez cada 4 a 8 semanas en la fase de mantenimiento

25 después de un período inicial de aproximadamente dos meses en el que el tratamiento se realiza una vez cada dos semanas.

30 El documento US 2003/0023235 A1 divulga un dispositivo para tratar la piel mediante pulsos de luz. El dispositivo tiene un procesador para determinar, a partir de una imagen de la piel, un color y una dimensión de un objeto objetivo a tratar, por ejemplo, un vello. El procesador determina la dosis de los pulsos de luz en base a dicho color y dimensión.

35 El documento US 2015/0032092 A1 divulga un sistema para procedimientos cosméticos en la piel utilizando luz. El sistema cuenta con un ordenador que utiliza información extraída de una imagen de la piel para determinar las dosis de tratamiento óptimas para la luz. Dicha información puede incluir pigmentación de la piel, grosor de las imperfecciones, pigmento del vello, o longitud o grosor del vello.

40 El documento US 2002/0049432 A1 divulga un aparato para el tratamiento de la piel de un paciente mediante un haz de láser. El aparato comprende una unidad de detección que detecta el color de la piel a partir de una imagen de la piel tomada por un elemento de imagen. Una sección de control determina una condición de irradiación del haz láser en base al color detectado.

45 El documento EP 1 523 371 A1 divulga un dispositivo de mano para el tratamiento de tejido cutáneo mediante un haz de luz. El dispositivo de mano tiene un sensor, por ejemplo, una cámara CCD o CMOS, para generar información sobre el área objetivo en el tejido de la piel, como propiedades particulares del tejido de la piel, vellos y trastornos e irregularidades de la piel, como arrugas, pequeñas marcas o manchas, y vasos sanguíneos. La información generada por el sensor se utiliza para controlar el tratamiento.

50 El documento US 6 267 771 B1 divulga un procedimiento para inhibir el crecimiento de vellos de la piel humana. Se aplica un contaminante que incluye un tinte en la piel de manera que se infiltra en los conductos del vello y tiñe los folículos pilosos. Se aplica luz con una longitud de onda absorbida por el tinte a la piel, lo que provoca el calentamiento de los folículos pilosos y el tejido circundante que alimenta los folículos pilosos. La aplicación de la luz se continúa al menos hasta que los vellos comienzan a rizarse.

55 En un tratamiento típico de fotodepilación, el usuario del dispositivo de fotodepilación debe colocar manualmente repetidamente el dispositivo de fotodepilación sobre la piel y activar un pulso de luz para cubrir una región completa del cuerpo (por ejemplo, un brazo, una pierna, etc.). Sin embargo, como un dispositivo de fotodepilación típicamente no proporciona ningún tipo de retroalimentación al usuario sobre las áreas que ya han sido tratadas, y hay cambios poco o nada perceptibles por el usuario en la piel o en los vellos poco después de aplicar un pulso de luz, es difícil para el usuario lograr una cobertura completa de la región del cuerpo y/o evitar el sobretratamiento de ciertas áreas

60 de la región del cuerpo.

Por lo tanto, es deseable poder proporcionar formas de determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

Sumario de la invención

5 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato para su uso con un dispositivo de tratamiento. El dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar un pulso de luz a la piel de un sujeto para realizar una operación de tratamiento en los vellos de la piel. El aparato comprende una unidad de procesamiento configurada para recibir una o más imágenes de una primera área de la piel de una unidad de obtención de imágenes, en el que la  
10 unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel del sujeto; procesar las una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base al grado de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel, como se muestra en las una o más imágenes; y emitir una primera señal que indica si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Por lo tanto, el aparato es capaz de determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con  
15 un pulso de luz a partir de una o más imágenes del área de la piel.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada para determinar el grado de carbonización de los vellos en base al color de los vellos y/o del tamaño de los vellos determinado a partir de una o más imágenes. En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada para determinar el grado de rizado de los vellos en base al grado de curvatura de los vellos determinado a partir de una o más imágenes.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz mediante la comparación del grado determinado de al menos uno de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel con umbrales respectivos para el grado de carbonización y el grado de rizado; o combinando los grados determinados de carbonización y rizado de los vellos en un grado combinado de carbonización y rizado, y comparando el grado combinado de carbonización y rizado con un umbral para el grado combinado de carbonización y rizado.

En otras realizaciones adicionales o alternativas, la unidad de procesamiento está configurada para utilizar un modelo de aprendizaje automático entrenado para procesar una o más imágenes y determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El modelo de aprendizaje automático entrenado puede ser una red neuronal artificial, como una red neuronal profunda.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para recibir una o más imágenes adicionales de la primera área de la piel desde la unidad de obtención de imágenes, en la que las una o más imágenes adicionales son obtenidas por la unidad de obtención de imágenes después de aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel; y actualizar el modelo de aprendizaje automático entrenado utilizando las una o más imágenes adicionales. Estas realizaciones permiten mejorar o perfeccionar el rendimiento del modelo de aprendizaje automático con el tiempo, y en particular, el uso de imágenes de la piel del sujeto permite calibrar o personalizar el modelo de aprendizaje automático según las características de la piel del sujeto.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para analizar una o más imágenes para identificar partes de las una o más imágenes que contengan vellos, y la unidad de procesamiento está configurada para procesar las partes identificadas de las una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones pueden hacer que el procesamiento de una o más imágenes sea más eficiente.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento está configurada además para procesar una o más imágenes para determinar información adicional sobre los vellos en la primera área de la piel, e incluir dicha información adicional en la primera señal. En estas realizaciones, la información adicional puede comprender al menos uno de los siguientes aspectos: la densidad de los vellos en la primera área de la piel; la resistencia de los vellos en la primera área de la piel; el grosor de los vellos en la primera área de la piel; y el color de los vellos en la primera área de la piel.

En algunas realizaciones, la primera señal comprende una o más imágenes y una indicación de una parte o partes de las una o más imágenes que tienen vellos que han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones proporcionan al sujeto u otro usuario del dispositivo de tratamiento una retroalimentación que les permite identificar dónde se deben aplicar los pulsos de luz y, de esta manera, mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel.

En algunas realizaciones, el aparato además comprende una interfaz de usuario configurada para recibir la primera señal, y la primera señal está configurada para hacer que la interfaz de usuario emita retroalimentación a un usuario del dispositivo de tratamiento sobre si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones también proporcionan al sujeto u otro usuario del dispositivo de tratamiento una retroalimentación que les permite identificar dónde se deben aplicar los pulsos de luz y, de esta manera, mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel.

65

En algunas realizaciones, la primera señal se envía a una unidad de control del dispositivo de tratamiento, y la unidad de control está configurada para determinar si el dispositivo de tratamiento debe aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel en base a la primera señal. Por lo tanto, estas realizaciones son útiles cuando la aplicación de pulsos de luz en la piel se controla automáticamente para mejorar la cobertura de la operación de tratamiento en la piel.

5 De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un sistema que comprende una unidad de obtención de imágenes dispuesta para obtener imágenes de la piel de un sujeto; y un aparato según el primer aspecto o cualquier realización del mismo.

10 En algunas realizaciones, la unidad de obtención de imágenes comprende al menos un primer componente de imagen para obtener una o más imágenes de la piel del sujeto. En estas realizaciones, la unidad de obtención de imágenes puede además comprender un primer polarizador dispuesto con respecto al primer componente de imagen de manera que la luz incidente en el primer componente de imagen pase a través del primer polarizador. El uso de un polarizador puede mejorar la profundidad del área de la piel visible en la imagen (es decir, un polarizador permite observar la luz a diferentes profundidades de penetración en la piel).

15 En algunas realizaciones, el sistema además comprende un dispositivo de tratamiento que está configurado para aplicar un pulso de luz a la piel del sujeto para realizar una operación de tratamiento en los vellos de la piel. En estas realizaciones, el dispositivo de tratamiento comprende la unidad de obtención de imágenes y/o el aparato. En otras realizaciones alternativas, el dispositivo de tratamiento es independiente del aparato.

20 De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un procedimiento implementado por ordenador para determinar si los vellos en un área de la piel de un sujeto han sido tratados con un pulso de luz de un dispositivo de tratamiento. El dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar un pulso de luz a la piel de un sujeto para realizar una operación de tratamiento en los vellos de la piel. El procedimiento comprende recibir una o más imágenes de una primera área de la piel de una unidad de obtención de imágenes, en el que la unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel del sujeto; procesar las una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base al grado de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel, como se muestra en las una o más imágenes; y emitir una primera señal que indica si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Por lo tanto, el procedimiento es capaz de determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz a partir de una o más imágenes del área de la piel.

25 En algunas realizaciones, el paso de procesamiento comprende determinar el grado de carbonización de los vellos en base al color de los vellos y/o del tamaño de los vellos determinado a partir de una o más imágenes. En algunas realizaciones, el paso de procesamiento comprende determinar el grado de rizado de los vellos en base a un grado de curvatura de los vellos determinado a partir de una o más imágenes.

30 En algunas realizaciones, el paso de procesamiento comprende comparar el grado determinado de al menos uno de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel con umbrales respectivos para el grado de carbonización y el grado de rizado; o combinar los grados determinados de carbonización y rizado de los vellos en un grado combinado de carbonización y rizado, y comparar el grado combinado de carbonización y rizado con un umbral para el grado combinado de carbonización y rizado.

35 En otras realizaciones adicionales o alternativas, el paso de procesamiento comprende utilizar un modelo de aprendizaje automático entrenado para procesar una o más imágenes y determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El modelo de aprendizaje automático entrenado puede ser una red neuronal artificial, como una red neuronal profunda.

40 En algunas realizaciones, el procedimiento además comprende recibir una o más imágenes adicionales de la primera área de la piel desde la unidad de obtención de imágenes, en el que las una o más imágenes adicionales son obtenidas por la unidad de obtención de imágenes después de aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel; y actualizar el modelo de aprendizaje automático entrenado utilizando las una o más imágenes adicionales. Estas realizaciones permiten mejorar o perfeccionar el rendimiento del modelo de aprendizaje automático con el tiempo, y en particular, el uso de imágenes de la piel del sujeto permite calibrar o personalizar el modelo de aprendizaje automático según las características de la piel del sujeto.

45 En algunas realizaciones, el procedimiento además comprende analizar una o más imágenes para identificar partes de las una o más imágenes que contengan vellos, y el paso de procesamiento comprende procesar las partes identificadas de las una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones pueden hacer que el procesamiento de una o más imágenes sea más eficiente.

50 En algunas realizaciones, el procedimiento además comprende procesar una o más imágenes para determinar información adicional sobre los vellos en la primera área de la piel, e incluir dicha información adicional en la primera señal. En estas realizaciones, la información adicional puede comprender al menos uno de los siguientes aspectos: la

densidad de los vellos en la primera área de la piel; la resistencia de los vellos en la primera área de la piel; el grosor de los vellos en la primera área de la piel; y el color de los vellos en la primera área de la piel.

5 En algunas realizaciones, la primera señal comprende una o más imágenes y una indicación de una parte o partes de las una o más imágenes que tienen vellos que han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones proporcionan al sujeto u otro usuario del dispositivo de tratamiento una retroalimentación que les permite identificar dónde se deben aplicar los pulsos de luz y, de esta manera, mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel.

10 En algunas realizaciones, una interfaz de usuario recibe la primera señal, y la primera señal hace que la interfaz de usuario emita retroalimentación a un usuario del dispositivo de tratamiento sobre si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Estas realizaciones también proporcionan al sujeto u otro usuario del dispositivo de tratamiento una retroalimentación que les permite identificar dónde se deben aplicar los pulsos de luz y, de esta manera, mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel.

15 En algunas realizaciones, la primera señal se envía a una unidad de control del dispositivo de tratamiento, y la unidad de control determina si el dispositivo de tratamiento debe aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel en base a la primera señal. Por lo tanto, estas realizaciones son útiles cuando la aplicación de pulsos de luz en la piel se controla automáticamente para mejorar la cobertura de la operación de tratamiento en la piel.

20 De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un aparato para entrenar un modelo de aprendizaje automático, MLM, para su uso en determinar si los vellos en una primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El aparato comprende una unidad de procesamiento configurada para obtener una pluralidad de imágenes de la piel de uno o más sujetos de prueba, en el que cada imagen está anotada con una indicación de si el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz, en el que la pluralidad de imágenes incluye al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz y al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen no ha sido tratado con un pulso de luz; y entrenar un MLM utilizando la pluralidad de imágenes para distinguir entre imágenes en las que el vello de la piel ha sido tratado con un pulso de luz de imágenes en las que el vello de la piel no ha sido tratado con un pulso de luz en base al grado de carbonización y rizado del vello mostrado en las imágenes.

30 De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un aparato para utilizar un modelo de aprendizaje automático, MLM, que comprende una unidad de procesamiento configurada para: recibir una o más imágenes de áreas de la piel de una unidad de obtención de imágenes, en el que la unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel de un sujeto; utilizar un MLM entrenado de acuerdo con un aparato según el cuarto aspecto para analizar las una o más imágenes y determinar si los vellos en las áreas de la piel en las una o más imágenes han sido tratados con un pulso de luz; y emitir una primera señal que indica si los vellos en las áreas de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

40 De acuerdo con un sexto aspecto, se proporciona un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático, MLM, para su uso en determinar si los vellos en una primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El procedimiento comprende: obtener una pluralidad de imágenes de piel para uno o más sujetos de prueba, en el que cada imagen está anotada con una indicación de si el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz, en el que la pluralidad de imágenes incluye al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz y al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen no ha sido tratado con un pulso de luz; y entrenar un MLM utilizando la pluralidad de imágenes para distinguir entre imágenes en las que los vellos de la piel han sido tratados con un pulso de luz de imágenes en las que los vellos de la piel no han sido tratados con un pulso de luz en base al grado de carbonización y rizado del vello mostrado en las imágenes.

50 De acuerdo con un séptimo aspecto, se proporciona un procedimiento implementado por ordenador para utilizar un modelo de aprendizaje automático, MLM, que comprende: recibir una o más imágenes de áreas de la piel de una unidad de obtención de imágenes, en el que la unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel de un sujeto; utilizar un MLM entrenado de acuerdo con el procedimiento del sexto aspecto para analizar las una o más imágenes y determinar si los vellos en las áreas de la piel en las una o más imágenes han sido tratados con un pulso de luz; y emitir una primera señal que indica si los vellos en las áreas de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

60 De acuerdo con un octavo aspecto, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene un código legible por ordenador incorporado en él, el código legible por ordenador está configurado de tal manera que, al ejecutarse por un ordenador adecuado o una unidad de procesamiento, se hace que el ordenador o la unidad de procesamiento realice el procedimiento de acuerdo con el tercer aspecto, el sexto aspecto, el séptimo aspecto o cualquier realización de los mismos.

65 Estos y otros aspectos serán evidentes y se explicarán con referencia a la(s) realización(es) descrita(s) a continuación.

Breve descripción de las figuras

Se describirán a continuación ejemplos ilustrativos, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes figuras, en las cuales:

- 5 La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de tratamiento ilustrativo con el cual se puede utilizar la invención;  
La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema ilustrativo que comprende una unidad de obtención de imágenes y un aparato de acuerdo con varias realizaciones;  
Las Figuras 3-5 muestran varios ejemplos de carbonización y rizado del vello antes y después de aplicar un pulso de luz;  
10 La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ilustrativo para determinar si los vellos en una primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz; y  
La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para entrenar un modelo de aprendizaje automático para su uso en determinar si los vellos en una primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

15 Descripción detallada de las realizaciones

Como se mencionó anteriormente, las técnicas descritas en la presente memoria se pueden utilizar para determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz de un dispositivo de tratamiento. Las técnicas 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. Se requiere una unidad de obtención de imágenes (por ejemplo, una cámara) para obtener una o más imágenes de un área de la piel en un sujeto. La unidad de obtención de imágenes puede formar parte del dispositivo de tratamiento, de un aparato separado o estar separada tanto del dispositivo de tratamiento como de cualquier aparato que implemente las técnicas descritas en la presente memoria.

25 La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de tratamiento ilustrativo 2 que se puede utilizar 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 únicamente como un ejemplo de un dispositivo de tratamiento portátil 2 con el que se puede utilizar la invención, y el dispositivo de tratamiento 2 no se limita a la forma mostrada en la Figura 1 ni a ser un dispositivo de tratamiento portátil. El dispositivo de tratamiento 2 se utiliza en el cuerpo de un sujeto (por ejemplo, una persona o un animal) y debe ser sostenido en una o ambas manos del usuario durante su uso. El dispositivo de tratamiento 2 tiene como objetivo realizar alguna operación de tratamiento en los vellos del cuerpo del sujeto utilizando uno o más pulsos de luz cuando el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto con una parte del cuerpo del sujeto. La operación de tratamiento puede ser la eliminación de vellos no deseados mediante láser y/o terapias de luz (conocido como tratamiento de fotodepilación o Luz Pulsada Intensa, IPL).

35 Como se describe en la presente memoria, 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 el usuario en 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 es sostenido en una mano y utilizado por un usuario en otra persona. En cualquier caso, es difícil para un usuario lograr una cobertura completa de la región del cuerpo y/o evitar el tratamiento excesivo de ciertas áreas de la región del cuerpo, ya que hay cambios poco perceptibles para el usuario en la piel o el vello poco después de aplicar un pulso de luz.

45 El dispositivo de tratamiento ilustrativo 2 comprende una carcasa 4 que incluye al menos una parte de mango 5 y una parte superior 6. La parte de mango 5 está diseñada para permitir al usuario sostener el dispositivo de tratamiento 2 con una mano. La parte superior 6 se encuentra en un extremo superior 8 de la carcasa 4, y la parte superior 6 debe colocarse en contacto con el sujeto para que se realice la operación de cuidado personal en el cuerpo o la piel del sujeto en la posición en la que la parte superior 6 está en contacto con el cuerpo o la piel.

50 El dispositivo de tratamiento 2 se utiliza para realizar una operación de tratamiento utilizando pulsos de luz. Por lo tanto, en la Figura 1, la parte superior 6 comprende una abertura 10 que está dispuesta en o sobre la carcasa 4 de manera que la abertura 10 pueda colocarse adyacente 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 generan pulsos de luz que se aplican a la piel del sujeto a través de la abertura 10 y realizan una operación de tratamiento. Las una o más fuentes de luz 12 están dispuestas en la carcasa 4 de manera que los pulsos de luz se proporcionan desde las una o más fuentes de luz 12 a través de la abertura 10. La abertura 10 puede ser en forma de una apertura en el extremo superior 8 de la carcasa 4, o puede ser en forma de una ventana (incluyendo una guía de ondas) que sea transparente o semitransparente a los pulsos de luz (es decir, los pulsos de luz pueden pasar a través de la ventana).

60 En la realización ilustrativa 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 agradecerá que la abertura 10 pueda tener cualquier otra forma deseada. Por ejemplo, la apertura 10 puede ser cuadrada, elíptica, circular o cualquier otra forma poligonal.

- Una o más fuentes de luz 12 pueden generar pulsos de luz de cualquier longitud de onda (o rango de longitudes de onda) e 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 uno o más diodos emisores de luz (LED), una lámpara de destello (Xenon), 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 una duración de aproximadamente 2,5 milisegundos (ms), ya que estas longitudes de onda calientan la melanina en el vello y la raíz del vello mediante absorción, lo que pone los folículos pilosos en una fase de reposo, evitando el crecimiento del vello.
- Las 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 con una alta intensidad durante un corto período de tiempo (por ejemplo, menos de 1 segundo). La intensidad del pulso de luz debe ser lo suficientemente alta como para efectuar la operación de tratamiento en la piel o parte del cuerpo adyacente a la abertura 10.
- El dispositivo de tratamiento ilustrado 2 también incluye dos sensores de contacto con la piel 14, 16 posicionados en o en la parte superior 6 que se utilizan para determinar si la parte superior 6 está en contacto con la piel. Los sensores de contacto con la piel 14, 16 miden un parámetro que indica si la parte superior 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 superior 6 está en contacto con la piel. Normalmente se utiliza un sensor de contacto con la piel en un dispositivo de tratamiento 2, especialmente un fotodepilador, para asegurarse de que el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto correcto con la piel antes de generar un pulso de luz, evitando que el pulso de luz se dirija hacia los ojos del usuario o sujeto.
- En algunas realizaciones, el parámetro puede ser la capacitancia, por lo que los sensores de contacto con la piel 14, 16 pueden medir la capacitancia a través de un par respectivo de contactos eléctricos o electrodos en la superficie de la parte superior 6, siendo la capacitancia medida indicativa de si hay contacto con la piel. En otras realizaciones alternativas, el parámetro puede ser una intensidad o nivel de luz, por lo que 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 medida indicativa de si hay contacto con la piel (por ejemplo, una menor o ninguna luz podría indicar contacto con la piel ya que la piel oculta los sensores de luz 14, 16, y viceversa). En otras realizaciones alternativas, el parámetro puede ser una medida de presión de contacto, por lo que los sensores de contacto con la piel 14, 16 pueden medir la presión de contacto a través de sensores de presión respectivos o interruptores mecánicos, siendo la presión de contacto medida indicativa de si hay contacto con la piel.
- El dispositivo de tratamiento ilustrado 2 también incluye un sensor de tono de piel 18 posicionado en o en la parte superior 6 que se utiliza para determinar el tono de piel de la piel con la que la parte superior 6 está en contacto. El sensor de tono de piel 18 mide un parámetro que indica el tono de piel de la piel, y genera 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 la parte superior 6 está en contacto. Normalmente se utiliza un sensor de tono de piel en un dispositivo de tratamiento 2, especialmente en un fotodepilador, para asegurarse de que el pulso de luz tenga una intensidad 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 no es adecuado para los pulsos de luz (por ejemplo, piel más oscura que tiene un contenido de melanina mucho más alto).
- En algunas realizaciones, el sensor de tono de piel 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 específica o múltiples longitudes de onda reflejadas desde la piel. La intensidad o nivel de luz reflejada medida en una longitud de onda particular puede ser indicativa del tono de piel. La intensidad o nivel de luz reflejada medida puede basarse en la concentración de melanina en la piel, y, por lo tanto, la intensidad o nivel medida puede indicar la concentración de melanina. La concentración de melanina se puede derivar, por ejemplo, a partir de mediciones de reflexión de luz en longitudes de onda de 660 nm (rojo) y 880 nm (infrarrojo).
- 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 manera que la parte superior 6 realice la operación de tratamiento requerida en el cuerpo del sujeto (por ejemplo, la generación de uno o más pulsos de luz por la una o más fuente(s) de luz 12). El control del usuario 20 puede tener la forma de un interruptor, un botón, una almohadilla táctil, etc.
- La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema ilustrativo 40 que comprende un aparato 42 para determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz y una unidad de obtención de imágenes 44. 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 anteriormente, el aparato 42 puede ser un dispositivo separado al dispositivo de tratamiento 2, por lo que el aparato 42 puede tener la forma de un dispositivo electrónico, como un teléfono inteligente, un reloj inteligente, una tableta, un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil, un ordenador de escritorio, un servidor remoto, un espejo inteligente, etc. En otras realizaciones, el aparato 42, y particularmente la funcionalidad de acuerdo con la invención proporcionada por el aparato 42, forma parte del dispositivo de tratamiento 2.

La unidad de obtención de imágenes 44 se proporciona para generar una o más imágenes (o una secuencia de video) de una o más áreas de la piel del sujeto donde se puede haber aplicado o no un pulso de luz. La unidad de obtención de imágenes 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 obtención de imágenes 44 es una cámara, como una cámara digital. En algunas realizaciones, se asocian uno o más componentes ópticos adicionales con la unidad de obtención de imágenes 44, como un polarizador que se coloca frente a la unidad de obtención de imágenes 44 para polarizar la luz que incide en la unidad de obtención de imágenes 44. El uso de un polarizador puede mejorar la profundidad del área de la piel visible en la imagen (es decir, un polarizador permite observar la luz a diferentes profundidades de penetración en la piel).

La unidad de obtención de imágenes 44 se muestra en la Figura 2 como separada del aparato 42, pero se apreciará que en otras realizaciones la unidad de obtención de imágenes 44 puede ser integral o parte del aparato 42. En las realizaciones en las que la unidad de obtención de imágenes 44 está separada del aparato 42, la unidad de obtención de imágenes 44 puede formar parte del dispositivo de tratamiento 2, o también puede estar separada del dispositivo de tratamiento 2. En las realizaciones en las que la unidad de obtención de imágenes 44 forma parte del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de obtención de imágenes 44 puede estar dispuesta en el dispositivo de tratamiento 2 cerca de la abertura 10 para que se puedan obtener imágenes cuando el dispositivo de tratamiento 2 esté encendido o cerca de la piel.

El aparato 42 comprende una unidad de procesamiento 46 que controla en general el funcionamiento del aparato 42 y permite que el aparato 42 realice el procedimiento y las técnicas descritas en la presente memoria. En resumen, la unidad de procesamiento 44 recibe una o más imágenes de la unidad de obtención de imágenes 44, procesa la(s) imagen(es) para determinar si los vellos en un área de la piel mostrada en la(s) imagen(es) han sido tratados con un pulso de luz y emite una señal que indica si los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

Por lo tanto, la unidad de procesamiento 46 puede configurarse para recibir la(s) imagen(es) de la unidad de obtención de imágenes 44, ya sea directamente en las realizaciones en las que la unidad de obtención de imágenes 44 forma parte del aparato 42, o a través de otro componente en las realizaciones en las que la unidad de obtención de imágenes 44 está separada del aparato 42. En cualquier caso, la unidad de procesamiento 46 puede incluir o comprender uno o más puertos de entrada o cables para recibir las imágenes (o señales que llevan información que representa la(s) imagen(es)) de la unidad de obtención de imágenes 44 u otro componente correspondiente. La unidad de procesamiento 46 también puede incluir o comprender uno o más puertos de salida o cables para emitir la señal que indica si los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

La unidad de procesamiento 46 puede implementarse de diversas formas, con software y/o hardware, para realizar las diversas funciones descritas en la presente memoria. La unidad de procesamiento 46 puede incluir uno o más microprocesadores o procesadores de señal digital (DSP) que pueden ser programados utilizando software o código de programa informático para realizar las funciones requeridas y/o controlar los componentes de la unidad de procesamiento 46 para efectuar las funciones requeridas. La unidad de procesamiento 46 puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones (por ejemplo, amplificadores, preamplificadores, convertidores analógico-digitales (ADC) y/o convertidores digitales-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 utilizados en varias realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores convencionales, DSP, 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, un procesador u otro hardware diseñado específicamente para aplicaciones de IA que se puede utilizar junto con un procesador principal).

La unidad de procesamiento 46 puede incluir 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 su uso por parte de 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 de manera 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, ordenador portátil, 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 informática volátil y no volátil como memoria de acceso aleatorio (RAM), RAM estática (SRAM), RAM dinámica (DRAM), memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), EPROM borrable eléctricamente (EEPROM) y PROM borrable eléctricamente (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, como se muestra el aparato 42 como separado de la unidad de obtención de imágenes 44, el aparato 42 también incluye circuitaría de interfaz 50 para permitir que el aparato 42 reciba la(s)

imagen(es) de la unidad de obtención de imágenes 44. La circuitería de interfaz 50 en el aparato 42 permite una conexión de datos y/o intercambio de datos con otros dispositivos, incluyendo una o más de las unidades de imagen 44, el dispositivo de tratamiento 2, servidores, bases de datos, dispositivos de usuario y sensores. La conexión a la unidad de obtención de imágenes 44 (o cualquier dispositivo electrónico, como el dispositivo de tratamiento 2) puede ser directa o indirecta (por ejemplo, a través de Internet), y por lo tanto, la circuitería de interfaz 50 puede permitir una conexión entre el aparato 42 y una red, o directamente entre el aparato 42 y otro dispositivo (como la unidad de obtención de imágenes 44 y/o el dispositivo de tratamiento 2), a través de cualquier protocolo de comunicación cableado o inalámbrico deseable. Por ejemplo, la circuitería de interfaz 50 puede operar utilizando WiFi, Bluetooth, Zigbee o cualquier protocolo de comunicación celular (incluyendo, pero no limitado a, Global System for Mobile Communications (GSM), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), Long Term Evolution (LTE), LTE-Advanced, etc.). En el caso de una conexión inalámbrica, la circuitería 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 incluir uno o más componentes de interfaz de usuario que incluyen uno o más componentes que permiten a un usuario del aparato 42 ingresar información, datos y/o comandos en el aparato 42, y/o permiten que el aparato 42 envíe información o datos al usuario del aparato 42. La interfaz de usuario puede incluir cualquier componente de entrada adecuado, incluyendo pero no limitado a un teclado, teclado numérico, uno o más botones, interruptores o diales, un ratón, un trackpad, una pantalla táctil, un lápiz óptico, una cámara, un micrófono, etc., y la interfaz de usuario puede incluir cualquier componente de salida adecuado, incluyendo pero no limitado a una unidad o pantalla de visualización, una o más luces o elementos de luz, uno o más altavoces, un elemento vibratorio, etc.

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

Como se mencionó anteriormente, las técnicas descritas en la presente memoria tienen como objetivo proporcionar una forma de determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. En particular, se ha descubierto que después de aplicar un pulso de luz adecuado (es decir, con la intensidad y/o longitud de onda apropiadas), la carbonización de los vellos aumenta y/o la cantidad de rizo en los vellos aumenta. El vello está compuesto de queratina unida por enlaces de disulfuro. Cuando se aplica el pulso de luz, estos enlaces disulfuro se rompen. Cuando se rompen estos enlaces, la apariencia de color y la integridad estructural del vello cambian, lo que hace que el vello se "enrolle" y, por lo tanto, aumente la curvatura de los vellos. Este es el efecto de carbonización y rizado.

Las Figuras 3-5 muestran varios ejemplos de carbonización y rizado del vello antes y después de aplicar un pulso de luz.

La Figura 3(a) es una imagen de un área de la piel que tiene algunos vellos sin afeitar antes de aplicar un pulso de luz. Dos vellos son visibles en la Figura 3(a). La Figura 3(b) es una imagen de la misma área de la piel después de que se ha aplicado un pulso de luz, y las flechas 70, 72 muestran cómo los vellos visibles en la Figura 3(a) se emparejan con los vellos en la Figura 3(b). Se puede observar que la apariencia de los dos vellos ha cambiado después de la aplicación del pulso de luz, con la cantidad de carbonización visible aumentada en la Figura 3(b) en comparación con la Figura 3(a), es decir, los vellos parecen más oscuros y más gruesos en la Figura 3(b) en comparación con su apariencia en la Figura 3(a). Además, los vellos están más rizados en la Figura 3(b) en comparación con antes de que se aplique el pulso de luz. Las imágenes en la Figura 3(a) y (b) fueron obtenidas utilizando una unidad de obtención de imágenes 44 y un polarizador colocado frente a la unidad de obtención de imágenes 44.

La Figura 4(a) es una imagen de un área de la piel que tiene algunos vellos recortados (es decir, los vellos son cortos, pero no cortados al nivel de la piel) antes de aplicar un pulso de luz. Dos grupos de vellos están resaltados en la Figura 4(a) por los recuadros 74, 76. La Figura 4(b) es una imagen de la misma área de la piel después de que se haya aplicado un pulso de luz, y las cajas 78, 80 (con la correspondencia entre los vellos en las dos imágenes mostrada por las flechas 70, 72). Se puede observar que la apariencia de los vellos ha cambiado después de la aplicación del pulso de luz, con la cantidad de carbonización visible en la Figura 4(b) aumentada en comparación con la Figura 4(a). Además, los vellos están ligeramente más rizados en la Figura 4(b) en comparación con antes de que se aplique el pulso de luz. Las imágenes en la Figura 4(a) y (b) fueron obtenidas utilizando una unidad de obtención de imágenes 44 y un polarizador colocado frente a la unidad de obtención de imágenes 44.

La Figura 5(a) es una imagen de un área de la piel que tiene algunos vellos afeitados (es decir, los vellos son cortos y están cortados aproximadamente al nivel de la piel) antes de aplicar un pulso de luz. Un vello es visible en la Figura 5(a). La Figura 5(b) es una imagen de la misma área de la piel después de que se ha aplicado un pulso de luz, y el vello está indicado por la flecha 86. Se puede observar que la apariencia del vello ha cambiado después de la

5 aplicación del pulso de luz, con la cantidad de carbonización visible aumentada en la Figura 5(b) en comparación con la Figura 5(a). Como el vello ya está bastante corto, es poco probable que se rize, y hay poca diferencia visible en el rizado del vello debido al pulso de luz. Como los vellos son bastante cortos en este ejemplo, las imágenes en la Figura 5(a) y (b) se obtuvieron utilizando una unidad de obtención de imágenes 44 que tiene un zoom u otra forma de ampliación del área de imagen.

10 Las Figuras 5(c) a 5(e) son imágenes de otras áreas de la piel después de haberse aplicado un pulso de luz, con los vellos indicados en cada imagen mediante las flechas 88, 90 y 92 respectivamente. Se puede observar en cada imagen que el vello muestra niveles relativamente altos de carbonización. En las Figuras 5(d) y (e), se aprecia el rizado del vello. Como se muestra en las Figuras 5(a) y 5(b), los vellos son bastante cortos en estos ejemplos, por lo que las imágenes en las Figuras 5(c)-(e) se obtuvieron utilizando una unidad de obtención de imágenes 44 con un zoom u otra forma de ampliación del área capturada.

15 Por lo tanto, a partir de las Figuras 3-5, se puede observar que el grado (es decir, la cantidad) de carbonización y/o rizado de los vellos puede indicar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz, y un procesamiento adecuado de la(s) imagen(es) puede determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base al grado de carbonización y/o grado de rizado.

20 El diagrama de flujo en la Figura 6 ilustra un procedimiento ilustrativo de acuerdo con las técnicas descritas en la presente memoria para determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Una o más de las etapas del procedimiento pueden ser realizadas por la unidad de procesamiento 46 en el aparato 42, en conjunto con cualquiera de la unidad de memoria 48 y la circuitería de interfaz 50 del aparato 42, y/o la unidad de obtención de imágenes 44, según corresponda. La unidad de procesamiento 46 puede realizar uno o más pasos en respuesta a la ejecución de código de programa informático que puede almacenarse en un medio legible por ordenador, como, por ejemplo, la unidad de memoria 48.

25 En el paso 101, se reciben una o más imágenes de una primera área de la piel. La(s) imagen(es) pueden ser recibidas directamente desde la unidad de obtención de imágenes 44, por ejemplo, en tiempo real o casi en tiempo real, a medida que las imágenes son generadas por la unidad de obtención de imágenes 44. Alternativamente, la(s) imagen(es) puede(n) haber sido generada(s) previamente por la unidad de obtención de imágenes 44 y almacenada(s) para un análisis posterior, por ejemplo en la unidad de memoria 48, en una unidad de memoria asociada al dispositivo de tratamiento 2 o a la unidad de obtención de imágenes 44, o en una base de datos remota, en cuyo caso el paso 101 puede comprender la unidad de procesamiento 46 obteniendo o recuperando la(s) imagen(es) desde la ubicación de almacenamiento (por ejemplo, desde la unidad de memoria 48, etc.).

30 En el paso 103, las una o más imágenes se procesan para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. La decisión de si los vellos han sido tratados se basa en un grado de al menos una de carbonización y rizado de los vellos mostrados en la(s) imagen(es). La carbonización del vello se relaciona con el color del vello y/o el tamaño del vello mostrado en la(s) imagen(es). El rizado del vello se relaciona con la cantidad de curvatura de los vellos mostrados en la(s) imagen(es).

35 En algunas realizaciones, como parte del paso 103, una o más imágenes pueden ser analizadas para identificar partes de la(s) imagen(es) que contengan vellos, y el procesamiento para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz puede operar en las partes identificadas de la(s) imagen(es). La salida de este análisis puede ser una máscara (máscara de imagen) o una indicación similar que resalte la(s) parte(s) de la imagen que contienen vellos (o, por el contrario, que no contienen vellos). Este análisis de la(s) imagen(es) puede incluir el uso de técnicas de procesamiento de imágenes de detección de contornos y/o detección de bordes (que son conocidas por aquellos expertos en la técnica) para detectar los vellos en la imagen. Por ejemplo, las técnicas de detección de bordes pueden detectar el contorno de los vellos en la imagen.

40 Entonces, en el paso 105, se emite una señal que indica si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. En algunas realizaciones, la indicación puede ser simplemente 'área de la piel tratada' o 'área de la piel no tratada'. En otras o posteriores realizaciones, la indicación puede incluir información adicional relacionada con la piel, el vello o el tratamiento aplicado.

45 La señal puede ser proporcionada a un componente de interfaz de usuario del aparato 42 o dispositivo de tratamiento 2 y la señal está configurada para hacer que el componente de interfaz de usuario indique si los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. Por ejemplo, la señal podría hacer que se ilumine una luz roja en el dispositivo de tratamiento 2 si se determina que el área de la piel actualmente visible para la unidad de obtención de imágenes 44, y que podría ser tratada con un pulso de luz, ya ha sido tratada con un pulso de luz. Del mismo modo, la señal podría hacer que se ilumine una luz verde en el dispositivo de tratamiento 2 si se determina que el área de la piel actualmente visible para la unidad de obtención de imágenes 44 no ha sido tratada con 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 cual puede ayudar al usuario a mejorar la cobertura de la operación de tratamiento sobre la piel del sujeto. Como otro ejemplo, el usuario puede utilizar la indicación para determinar si un tratamiento previo con pulsos de luz en esta parte de la piel fue exitoso. Como otro ejemplo, cuando el aparato 42

5 tiene la forma de un teléfono inteligente o un dispositivo similar, la retroalimentación sobre si el área de la piel ha sido tratada con un pulso de luz puede ser proporcionada al usuario o sujeto a través de una aplicación (aplicación de software) que se ejecuta en el aparato 42. Los expertos en la técnica serán conscientes de otras formas en las que se puede proporcionar retroalimentación a un usuario sobre si el área de la piel ha sido tratada con un pulso de luz, por ejemplo, mediante el uso de una pantalla de visualización, un altavoz, retroalimentación háptica, etc.

10 Alternativamente (o además), cuando el dispositivo de tratamiento 2 pueda activar automáticamente un pulso de luz si las condiciones son adecuadas (por ejemplo, si el dispositivo de tratamiento 2 está en contacto con la piel y el tono de la piel en contacto con el dispositivo de tratamiento 2 es adecuado para recibir un pulso de luz, etc.), la señal puede ser proporcionada a una unidad de control del dispositivo de tratamiento 2, y la unidad de control puede utilizar la señal como parte de la toma de decisión sobre si tratar el área de la piel actualmente adyacente a la abertura 10 con un pulso de luz.

15 La salida de señal en el paso 105 también puede incluir información sobre los vellos en la primera área de la piel. La información puede ser determinada durante el procesamiento de la(s) imagen(es) en el paso 103. La información puede ser utilizada por un usuario o por una unidad de control en el dispositivo de tratamiento 2 como parte de la toma de decisiones sobre si activar un pulso de luz en la ubicación actual del dispositivo de tratamiento 2 en la piel. La información puede ser proporcionada como un valor, un porcentaje o una combinación de ambos. En algunas realizaciones, la información comprende al menos uno de la densidad de los vellos en la primera área de la piel, la resistencia de los vellos en la primera área de la piel, el grosor de los vellos en la primera área de la piel y el color de los vellos en la primera área de la piel. El color de los vellos se puede determinar a partir del grado de carbonización de los vellos y del grado de rizado del vello en respuesta a un pulso de luz aplicado, ya que existen variaciones en la cantidad de carbonización y rizado del vello en respuesta a un pulso de luz en vellos de diferentes colores. El grado (cantidad) de carbonización de un vello individual (por ejemplo, 50% carbonizado) puede proporcionar una indicación del grosor y/o resistencia del vello. La información sobre la densidad del vello se puede determinar analizando la cantidad de vellos que son visibles en la(s) imagen(es).

20 Cualquiera de estos tipos de información puede ser útil para determinar una configuración adecuada para el dispositivo de tratamiento 2 que se utilizará para activar el pulso de luz, por ejemplo, se podría ajustar la intensidad en base al grosor del vello, o se podría ajustar la longitud de onda del pulso de luz en base al color del vello.

25 En algunas realizaciones, la salida de señal en el paso 105 puede incluir una o más de la(s) imagen(es) recibida(s) en el paso 101. La(s) imagen(es) de salida pueden incluir una indicación (por ejemplo, en forma de una máscara en la imagen) de una parte o partes de la una o más imágenes que tienen vellos que han sido tratados con un pulso de luz.

30 Se apreciará que una imagen de un área de la piel puede incluir una parte de la piel donde se ha aplicado un tratamiento con un pulso de luz y otra parte de la piel donde no se ha aplicado un tratamiento con un pulso de luz. Estas diferentes partes pueden ser identificadas durante el procesamiento en el paso 103, por ejemplo, mediante la identificación de un grupo de vellos o área de la piel en la imagen que presenten características (como carbonización y rizado) consistentes con la aplicación de un pulso de luz, y un grupo separado de vellos o área de la piel en la imagen que presenten características consistentes con la ausencia de aplicación de un pulso de luz. En estas realizaciones, la salida de señal en el paso 105 puede indicar (o contener información que indique) la parte o partes del área de la piel en la imagen que han sido tratadas con un pulso de luz y/o la parte o partes que no han sido tratadas con un pulso de luz.

35 El paso 103 puede comprender el procesamiento de una o más imágenes para determinar el grado de carbonización y/o rizado de los vellos en la primera área de la piel. Se puede determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base a los grados determinados de carbonización y/o rizado del vello en la primera área de la piel. El grado de carbonización y/o rizado de los vellos se puede expresar como puntuaciones respectivas, por ejemplo, una puntuación alta indica una alta carbonización o un alto rizado, y viceversa. En algunas realizaciones, los grados determinados de carbonización y rizado del vello pueden compararse con umbrales respectivos. En algunas realizaciones, si ambos grados determinados superan los umbrales respectivos, entonces se puede determinar que los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. En otras realizaciones, se puede determinar que los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz si al menos uno de los grados determinados supera el umbral respectivo. Alternativamente, los grados de carbonización y rizado del vello en la primera área de la piel pueden combinarse para formar un único grado combinado (por ejemplo, una puntuación combinada), y ese grado combinado puede compararse con un umbral para determinar si los vellos en el área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

40 En algunas realizaciones, el grado de carbonización se puede definir en base al color de los vellos, un cambio de color de los vellos desde un color conocido antes del tratamiento/pulso de luz, el tamaño de los vellos y/o un cambio de tamaño de los vellos desde un tamaño conocido antes del tratamiento/pulso de luz, y el grado de carbonización se puede determinar a partir de la imagen o imágenes por el color, cambio de color, tamaño y/o cambio de tamaño de los vellos mostrados en la imagen o imágenes. El grado de carbonización de un vello se puede determinar a partir del número de píxeles en la imagen relacionados con los vellos, o relacionados con las partes carbonizadas de los vellos (donde las partes carbonizadas se pueden identificar por el color de esos píxeles).

En algunas realizaciones, el grado de rizado puede definirse en base a la curvatura de los vellos y/o del cambio de curvatura de los vellos desde una curvatura conocida previa al tratamiento o al pulso de luz, y el grado de curvatura puede determinarse a partir de la(s) imagen(es) por la curvatura y/o cambio de curvatura de los vellos mostrados en la(s) imagen(es).

5 En otras realizaciones del paso 103, se utiliza un modelo de aprendizaje automático entrenado (MLM) para procesar una o más imágenes y determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El MLM puede ser cualquier tipo adecuado de MLM, por ejemplo, un modelo clásico de aprendizaje automático como la extracción de características con máquinas de vectores de soporte, árboles de decisión, bosques aleatorios, etc., o  
 10 una red neuronal artificial, como una red neuronal profunda, que tiene múltiples capas entre las capas de entrada y salida y que identifica una relación lineal o no lineal entre las capas de entrada y salida. El MLM realiza una evaluación para cada imagen para clasificar si los vellos en el área de la piel mostrada en la imagen han sido tratados con un pulso de luz o no. En algunas realizaciones, el MLM recibe directamente la(s) imagen(es) y realiza todo el análisis y procesamiento requerido de las imágenes (por ejemplo, determinar el grado de carbonización y/o el grado de rizado)  
 15 para determinar si los vellos en el área de la piel visible en la imagen han sido tratados con un pulso de luz. Esto es especialmente cierto para un MLM que es una red neuronal artificial, como una red neuronal profunda. En otras realizaciones, por ejemplo, en el caso del uso de un MLM clásico, la(s) imagen(es) pueden ser procesadas antes de ser proporcionadas al MLM, por ejemplo, para determinar valores para el grado de carbonización y/o grado de rizado, y estos grados pueden ser proporcionados al MLM para su análisis (opcionalmente además de la(s) imagen(es)) para  
 20 determinar si los vellos en el área de la piel visible en la imagen han sido tratados con un pulso de luz.

El MLM utilizado en las realizaciones del paso 103 será entrenado antes de su uso por el usuario/sujeto. El diagrama de flujo en la Figura 7 ilustra un procedimiento de entrenamiento de un MLM para su uso en determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz. El procedimiento de entrenamiento en la Figura 7 puede  
 25 ser realizado por cualquier aparato o dispositivo adecuado, incluyendo el aparato 42, aunque se apreciará que el procedimiento en la Figura 7 no necesita ser realizado por el mismo aparato o dispositivo que realiza la Figura 6. Por ejemplo, el procedimiento de entrenamiento en la Figura 7 puede ser realizado por un servidor o un ordenador en una ubicación central, y el MLM entrenado (o el código de ordenador que representa el MLM entrenado) se distribuye a  
 30 varios aparatos 42 para su uso en determinar si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz de acuerdo con el procedimiento en la Figura 6.

En las realizaciones en las que el aparato 42 implementa el procedimiento en la Figura 6, uno o más de los pasos del procedimiento pueden ser realizados por la unidad de procesamiento 46, en conjunto con cualquiera de la unidad de memoria 48 y la circuitería de interfaz 50 del aparato 42, y/o la unidad de obtención de imágenes 44, según  
 35 corresponda. La unidad de procesamiento 46 puede realizar uno o más pasos en respuesta a la ejecución de código de programa informático que puede almacenarse en un medio legible por ordenador, como, por ejemplo, la unidad de memoria 48.

Para entrenar el MLM, se requiere un conjunto de datos de entrenamiento. El conjunto de datos de entrenamiento comprende una pluralidad de imágenes de piel de uno o más sujetos de prueba (y que pueden o no incluir al sujeto en el que se utiliza el procedimiento de la Figura 6). Cada imagen en el conjunto de datos de entrenamiento está anotada con una indicación de si el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz. Esta anotación puede haber sido realizada manualmente por un usuario u otra persona. El conjunto de datos de entrenamiento incluirá al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso  
 45 de luz y al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen no ha sido tratado con un pulso de luz. Se apreciará que cuanto más grande sea el conjunto de datos de entrenamiento, es probable que el MLM resultante sea más preciso. En algunas realizaciones, las imágenes en el conjunto de datos de entrenamiento pueden ser anotadas con información adicional, como el recuento de vellos (es decir, el número de vellos en la imagen), el grosor del vello o la densidad del vello, un grado (por ejemplo, porcentaje) de carbonización, o cualquier combinación de los mismos. Preferiblemente, para que el MLM entrenado sea preciso en una variedad de temas y tipos de vello, el conjunto de datos de entrenamiento debe incluir imágenes de vellos que tengan diferentes niveles de respuesta al pulso de luz, por ejemplo, vellos de diferentes colores.

El conjunto de datos de entrenamiento se obtiene en el paso 111 de la Figura 7. Este paso puede comprender la recopilación de las imágenes y las anotaciones asociadas (por ejemplo, utilizando una unidad de obtención de imágenes y una interfaz de usuario), o la recuperación de las imágenes para el conjunto de datos de entrenamiento desde una base de datos u otro dispositivo de almacenamiento electrónico.

A continuación, en el paso 113, se entrena un MLM utilizando la pluralidad de imágenes en el conjunto de datos de entrenamiento para que el MLM pueda distinguir entre imágenes en las que los vellos de la piel han sido tratados con un pulso de luz de imágenes en las que los vellos de la piel no han sido tratados con un pulso de luz. El MLM está entrenado para distinguir entre las imágenes basándose en el grado de carbonización y rizado del vello mostrado en las imágenes. Cuando el conjunto de datos de entrenamiento incluye anotaciones relacionadas con el recuento de vello, el grosor del vello, la densidad del vello y/o el porcentaje de carbonización, el MLM también puede ser entrenado para proporcionar indicaciones de estos parámetros para una imagen de entrada. Las técnicas para entrenar MLM utilizando un conjunto de datos de entrenamiento son conocidas por aquellos expertos en la técnica, y no se

proporcionan detalles aquí. Sin embargo, como ejemplo, el MLM puede ser entrenado utilizando validación cruzada, donde el MLM es entrenado utilizando un subconjunto de las imágenes en el conjunto de datos de entrenamiento y el MLM entrenado se prueba para precisión utilizando una o más de las otras imágenes en el conjunto de datos de entrenamiento. Este entrenamiento y prueba se puede repetir para diferentes subconjuntos de las imágenes en el conjunto de datos de entrenamiento con el fin de llegar al MLM entrenado final. El MLM entrenado puede ser utilizado en el paso 103 de la Figura 6.

En algunas realizaciones, una vez que el MLM se despliega y se utiliza por un sujeto en particular, la precisión del MLM puede mejorarse o personalizarse según las características de la piel/vello del sujeto en particular mediante la actualización del MLM utilizando imágenes de la piel del sujeto que han sido anotadas manual o automáticamente para confirmar si se ha aplicado o no un pulso de luz. Alternativamente o, además, si la unidad de obtención de imágenes 44 forma parte del dispositivo de tratamiento 2, la unidad de obtención de imágenes 44 podría ser controlada para obtener una imagen de un área de la piel justo después de que el dispositivo de tratamiento haya aplicado un pulso de luz a esa área de la piel.

La actualización (o reentrenamiento) del MLM se puede implementar agregando las imágenes del sujeto al conjunto de datos de entrenamiento y volviendo a entrenar el MLM utilizando el conjunto de datos de entrenamiento actualizado. En algunas realizaciones, esta actualización o reentrenamiento puede realizarse como parte de un procedimiento de calibración para el MLM cuando un sujeto comienza a utilizar el aparato 42.

Por lo tanto, se proporcionan mejoras en la determinación de si los vellos en un área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.

Las variaciones a las realizaciones divulgadas pueden ser comprendidas y llevadas a cabo por aquellos expertos en la técnica al practicar los principios y técnicas descritos en la presente memoria, a partir del estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "comprendiendo" 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 simple 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 beneficio. 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 través de Internet u otros sistemas de telecomunicación cableados o inalámbricos. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del ámbito.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (42) para su uso con un dispositivo de tratamiento (2), en el que el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar un pulso de luz a la piel de un sujeto para realizar una operación de tratamiento en los vellos de la piel, comprendiendo el aparato una unidad de procesamiento (46) configurada para:
 

5 recibir una o más imágenes de una primera área de la piel de una unidad de obtención de imágenes (44), en el que la unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel del sujeto; caracterizado porque la unidad de procesamiento (46) está configurada además para:

10 procesar una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base a un grado de al menos una de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel, como se muestra en una o más imágenes; y emitir una primera señal que indique si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.
2. Un aparato (42) según la reivindicación 1, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada para determinar el grado de carbonización de los vellos en base al color de los vellos y/o del tamaño de los vellos determinado a partir de una o más imágenes.
3. Un aparato (42) según la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada para determinar el grado de rizado de los vellos en base al grado de curvatura de los vellos determinado a partir de una o más imágenes.
4. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz al:
 

25 comparar el grado determinado de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel con los umbrales respectivos para el grado de carbonización y el grado de rizado; o combinar los grados determinados de carbonización y rizado de los vellos en un grado combinado de carbonización y rizado, y comparar el grado combinado de carbonización y rizado con un umbral para el grado combinado de carbonización y rizado.
5. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada para utilizar un modelo de aprendizaje automático entrenado para procesar una o más imágenes y determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.
6. Un aparato (42) según la reivindicación 5, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada además para:
 

40 recibir una o más imágenes adicionales de la primera área de la piel desde la unidad de obtención de imágenes (44), en el que las una o más imágenes adicionales son obtenidas por la unidad de obtención de imágenes después de aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel; y actualizar el modelo de aprendizaje automático entrenado utilizando una o más imágenes adicionales.
7. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada además para analizar una o más imágenes para identificar partes de las una o más imágenes que contienen vellos, y la unidad de procesamiento está configurada para procesar las partes identificadas de las una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.
8. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la unidad de procesamiento (46) está configurada además para procesar una o más imágenes para determinar información adicional sobre los vellos en la primera área de la piel, e incluir dicha información adicional en la primera señal.
9. Un aparato (42) según la reivindicación 8, en el que la información adicional comprende al menos una de las siguientes:
 

55 una densidad de los vellos en la primera área de la piel;  
una resistencia de los vellos en la primera área de la piel;  
un grosor de los vellos en la primera área de la piel.  
60 un color de los vellos en la primera área de la piel.
10. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la primera señal comprende una o más imágenes y una indicación de una parte o partes de las una o más imágenes que tienen vellos que han sido tratados con un pulso de luz.

- 5
11. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el aparato además comprende una interfaz de usuario configurada para recibir la primera señal, y en el que la primera señal está configurada para hacer que la interfaz de usuario emita retroalimentación a un usuario del dispositivo de tratamiento (2) sobre si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.
- 10
12. Un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que la primera señal se envía a una unidad de control del dispositivo de tratamiento (2), y en el que dicha unidad de control está configurada para determinar si el dispositivo de tratamiento debe aplicar un pulso de luz a la primera área de la piel en base a la primera señal.
- 15
13. Un sistema, que comprende:  
una unidad de obtención de imágenes (44) dispuesta para obtener imágenes de la piel de un sujeto.  
un aparato (42) según cualquiera de las reivindicaciones 1-12.
- 20
14. Un procedimiento implementado por ordenador para determinar si los vellos en un área de la piel de un sujeto han sido tratados con un pulso de luz de un dispositivo de tratamiento (2), en el que el dispositivo de tratamiento está configurado para aplicar un pulso de luz a la piel de un sujeto para realizar una operación de tratamiento a los vellos de la piel, en el que el procedimiento comprende:  
recibir (101) una o más imágenes de una primera área de la piel de un sujeto de una unidad de obtención de imágenes (44), en el que la unidad de obtención de imágenes está dispuesta para obtener imágenes de la piel del sujeto; caracterizado porque el procedimiento además comprende:  
procesar (103) una o más imágenes para determinar si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz en base a un grado de al menos uno de carbonización y rizado de los vellos en la primera área de la piel como se muestra en una o más imágenes; y  
emitir (105) una primera señal que indica si los vellos en la primera área de la piel han sido tratados con un pulso de luz.
- 25
- 30
15. Un procedimiento según la reivindicación 14, en el que el paso de procesamiento (103) comprende el uso de un modelo de aprendizaje automático entrenado, MLM, para analizar una o más imágenes y determinar si los vellos en las áreas de la piel de las una o más imágenes han sido tratados con un pulso de luz, y en el que el procedimiento además comprende:  
obtener (111) una pluralidad de imágenes de la piel para uno o más sujetos de prueba, en el que cada imagen está anotada con una indicación de si el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz, en el que la pluralidad de imágenes incluye al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen ha sido tratado con un pulso de luz y al menos una imagen anotada con una indicación de que el vello de la piel de la imagen no ha sido tratado con un pulso de luz; y  
entrenar (113) el MLM utilizando la pluralidad de imágenes para distinguir entre imágenes en las que los vellos de la piel han sido tratados con un pulso de luz de imágenes en las que los vellos de la piel no han sido tratados con un pulso de luz en base al grado de al menos uno de carbonización y rizado del vello mostrado en las imágenes.
- 35
- 40
- 45
16. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene un código legible por ordenador incorporado en él, el código legible por ordenador se configura de tal manera que, al ejecutarse por un ordenador adecuado o una unidad de procesamiento (46), se provoca que el ordenador o la unidad de procesamiento realice el procedimiento de la reivindicación 14 o 15.
- 50
- 55
- 60
- 65

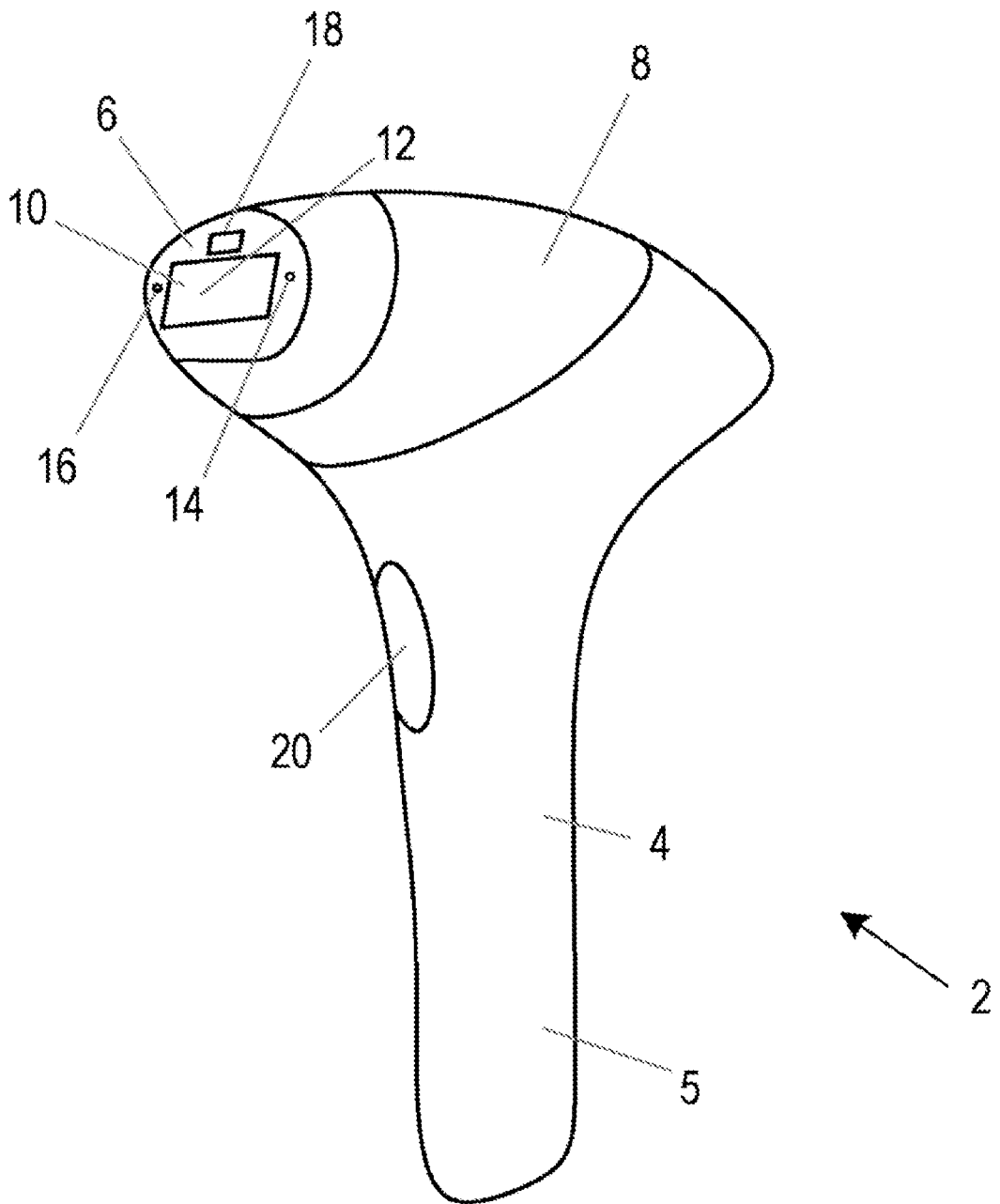


Figura 1

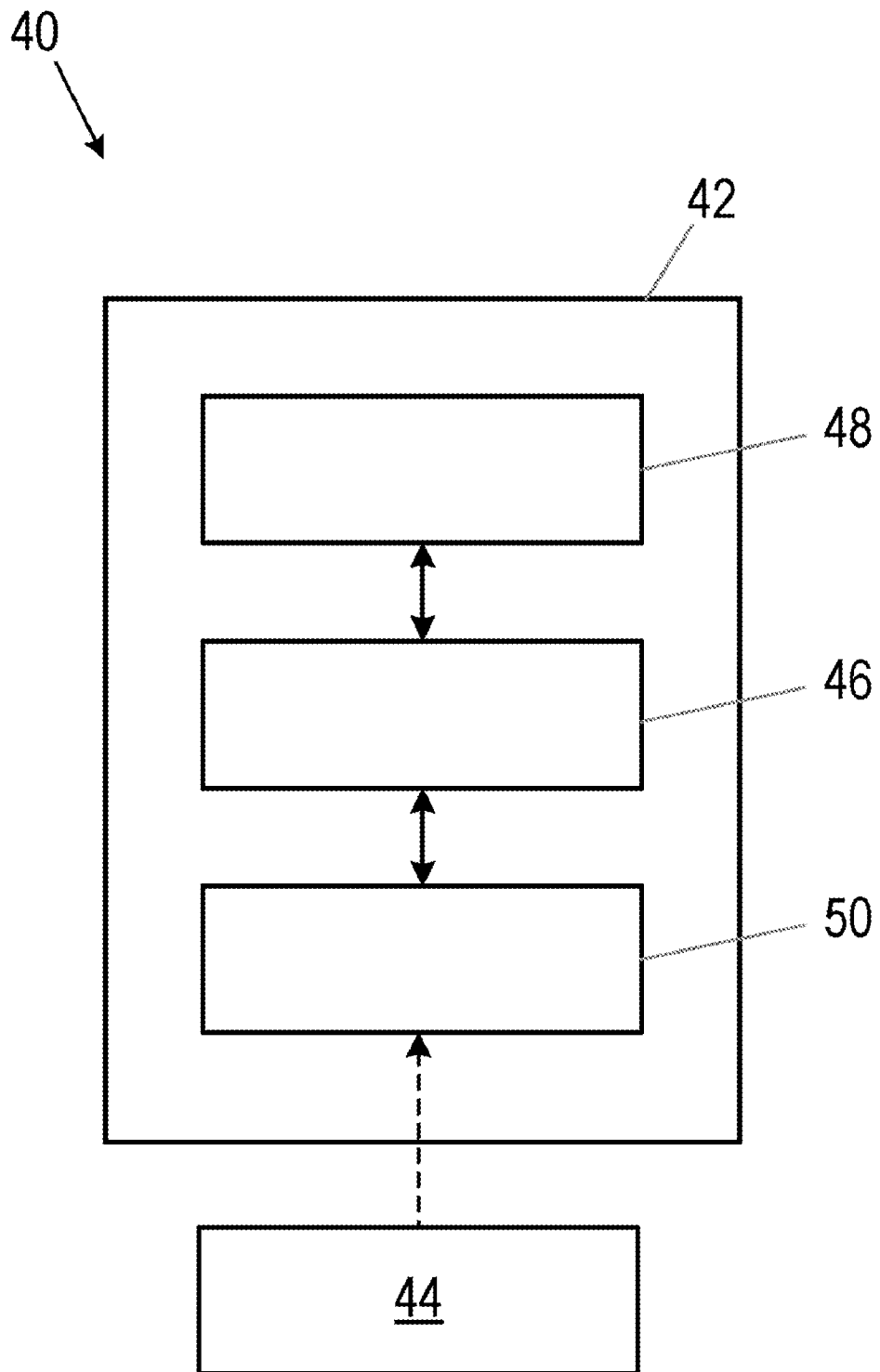
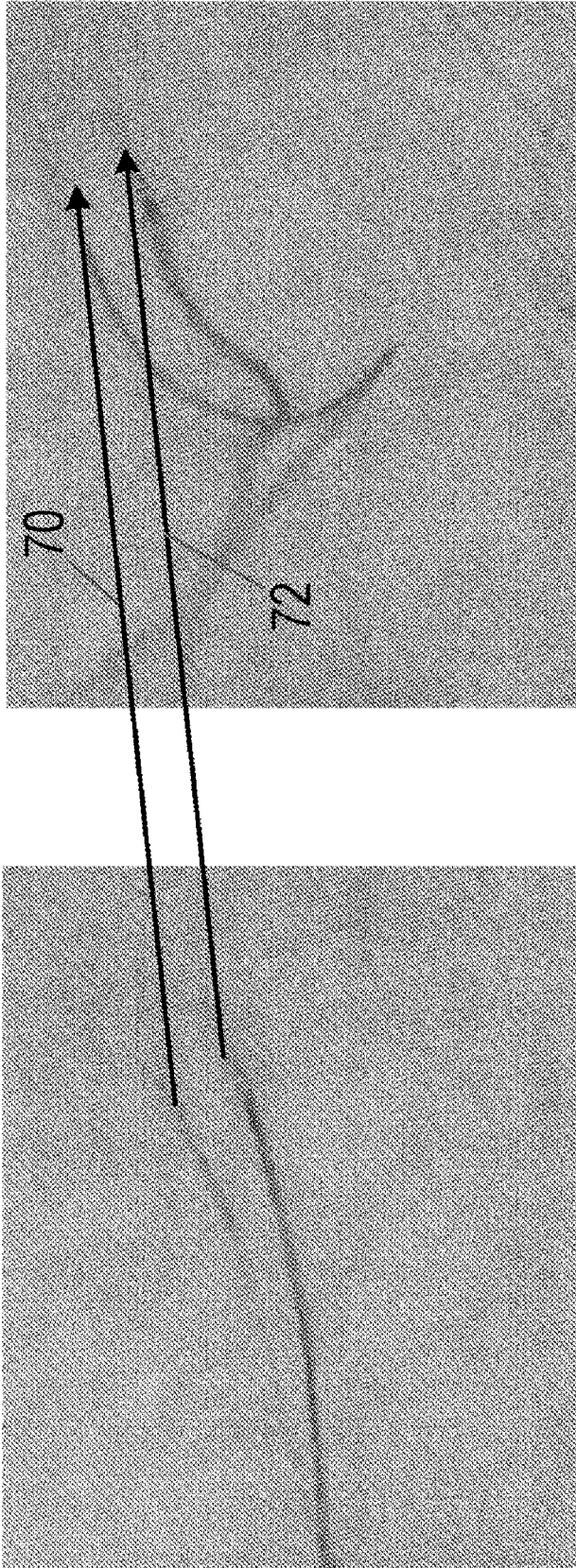


Figura 2



(a)

(b)

Figura 3

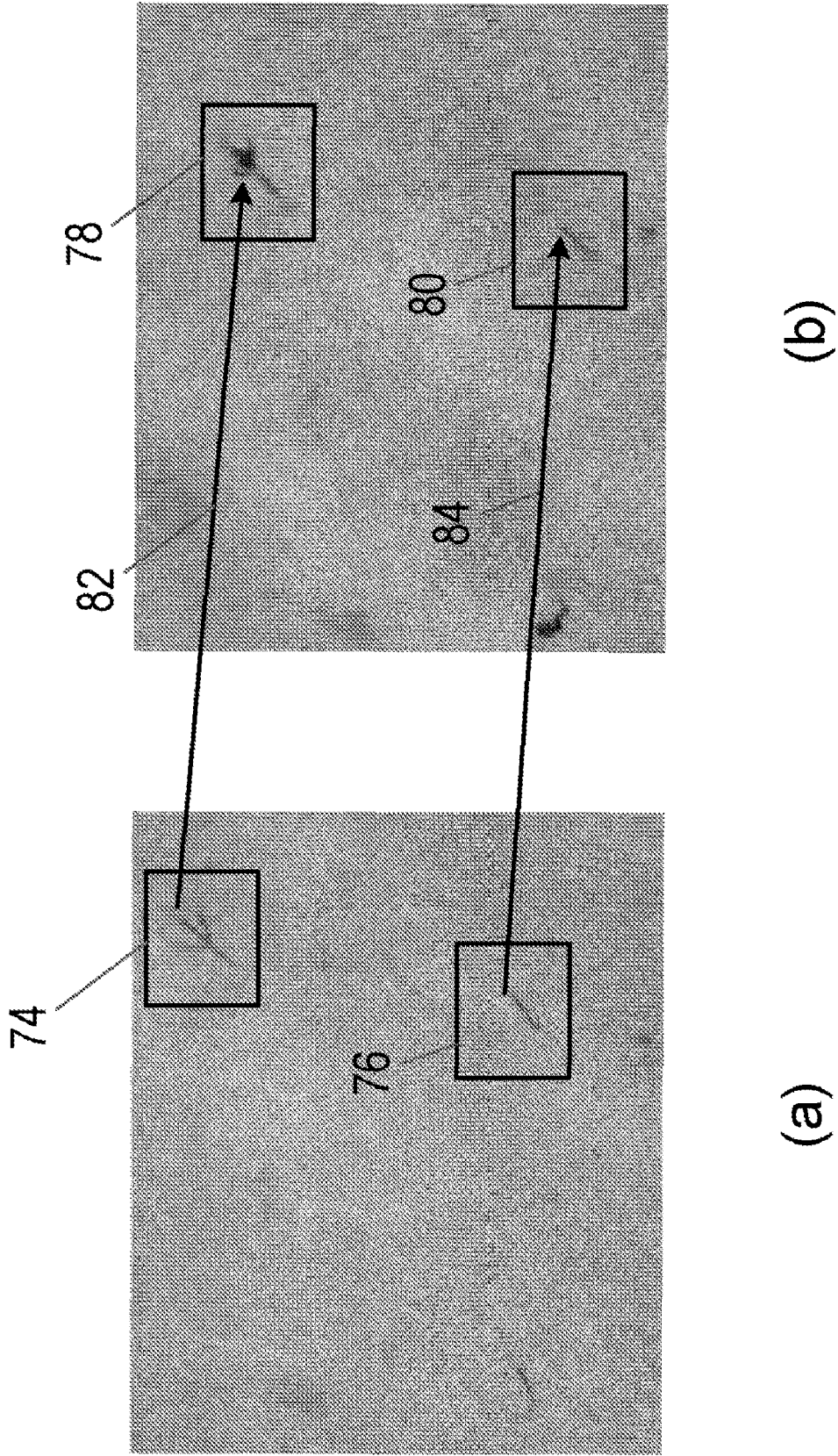
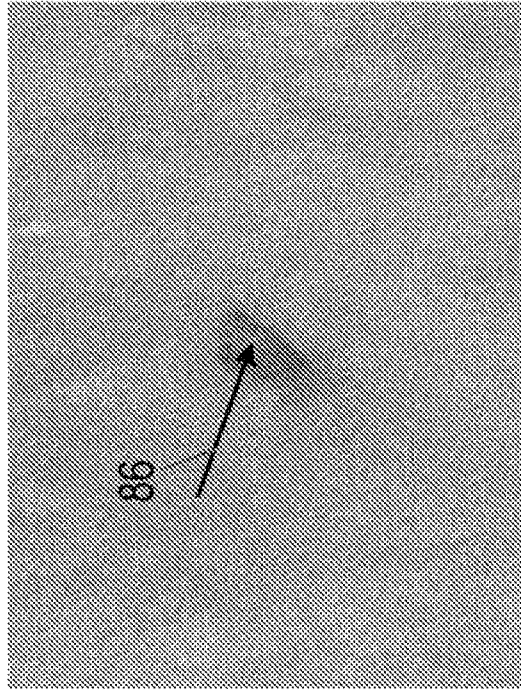
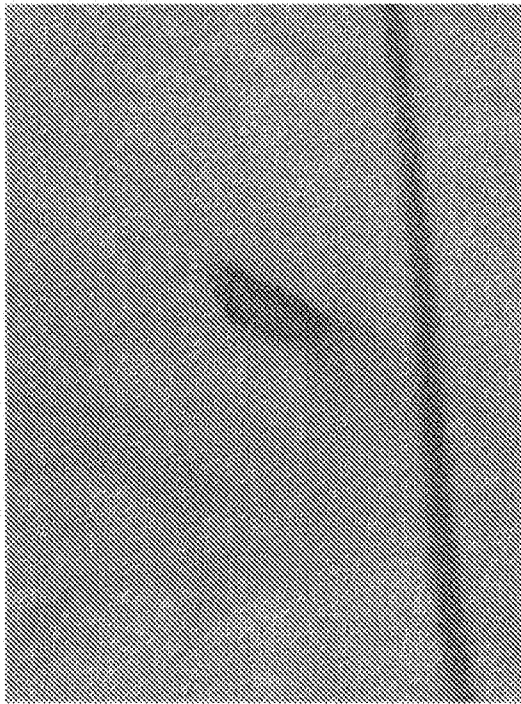


Figura 4



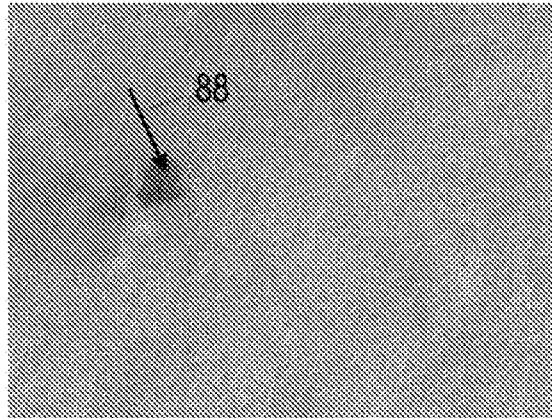
(b)



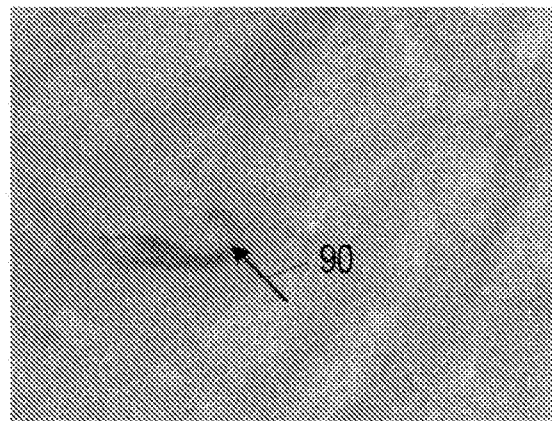
(a)

Figura 5

(c)



(d)



(e)

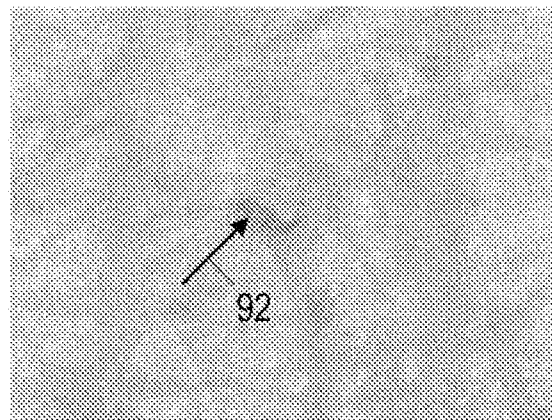


Figura 5

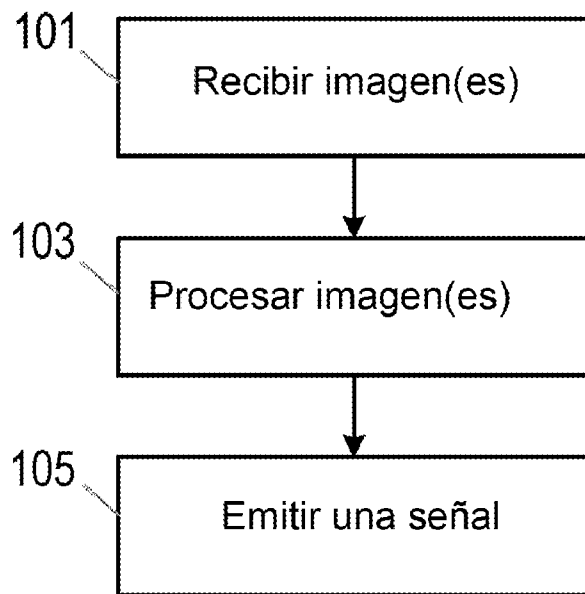


Figura 6

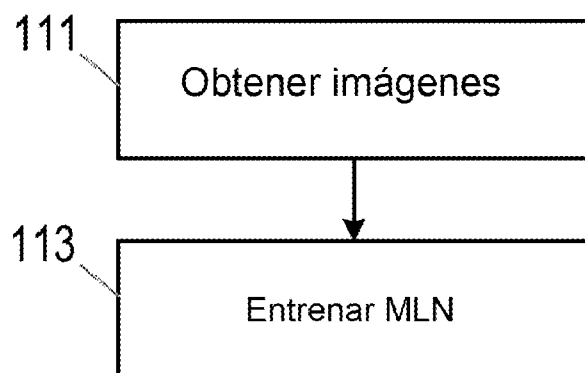


Figura 7