



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 117**

51 Int. Cl.:  
**A61B 18/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06780157 .1**

96 Fecha de presentación : **21.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1909680**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2008**

54 Título: **Sistema de eliminación de vello.**

30 Prioridad: **26.07.2005 EP 05106845**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.06.2011**

73 Titular/es: **Koninklijke Philips Electronics N.V.**  
**Groenewoudseweg 1**  
**5621 BA Eindhoven, NL**

72 Inventor/es: **Bakker, Bernardus, L., G.;**  
**Van Hal, Robert, A., M. y**  
**Verhagen, Rieko**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 362 117 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).

## DESCRIPCION

La invención se refiere a un sistema de eliminación de vello, en particular, un sistema de eliminación de vello que comprende un dispositivo de detección de vello y un dispositivo de eliminación de vello que está acoplado operativamente al dispositivo de detección de vello, en el que el dispositivo de detección de vello comprende un dispositivo de obtención de imágenes que comprende un primer sensor de imagen, que está construido y dispuesto para detectar una imagen de una parte de la piel que va a tratarse, y un segundo sensor de imagen que es diferente del primer sensor de imagen, y una unidad de control que está construida y dispuesta para distinguir en la imagen un vello en la parte de la piel, y que está acoplada operativamente al dispositivo de eliminación de vello para controlar su funcionamiento.

El documento WO00/62700 da a conocer un sistema de eliminación de vello del tipo mencionado en el párrafo inicial con una fuente láser, un manipulador de haz ajustable, un sensor de imagen, y una unidad de control que determina una posición y orientación del vello en la piel. El sensor de imagen comprende un sensor CMOS o CCD.

El documento EP-A-1 163 887 da a conocer un aparato de tratamiento con láser para irradiar una parte de tratamiento en la piel de un paciente con un haz láser para depilación láser. El aparato comprende una unidad de determinación para determinar una posición de irradiación del haz láser de tratamiento, y una sección de control para controlar el movimiento de una unidad de extremo de emisión basándose en un resultado de determinación obtenido por la unidad de determinación. La unidad de determinación comprende una primera cámara, que se usa para tomar una imagen de la parte de tratamiento en un área amplia, y una segunda cámara, que se usa para tomar una imagen de la parte de tratamiento de forma ampliada. Un monitor presenta tanto la imagen tomada por la primera cámara como la imagen tomada por la segunda cámara. Se explora repetidamente con un haz guía según un patrón de exploración seleccionado. Mientras visualiza el monitor, un operario opera los conmutadores para alinear el área de irradiación del haz guía con la parte de tratamiento objetivo, que tiene que marcarse antes de que tenga lugar el tratamiento dibujando una marca con tinta o similar alrededor de la parte de tratamiento objetivo. La marca se extrae de la imagen tomada por la primera cámara en una parte de procesamiento de imágenes de una sección de control, y el área dentro de la marca se determina automáticamente como el área de tratamiento.

Un problema del dispositivo conocido del documento WO00/62700 se refiere a la determinación de la posición y/u orientación del vello y la velocidad con la que se realiza esto. Con el fin de eliminar correctamente el vello, debe conocerse su posición en tres dimensiones, puesto que en caso contrario el haz láser podría, por ejemplo, pasar por el vello sin incidir realmente sobre él, etcétera. Este problema también se refiere a otros dispositivos y procedimientos de eliminación de vello que actúan directamente sobre los vellos, tales como la depilación eléctrica y similares.

Los sensores de imagen conocidos tienen el problema o bien de una resolución muy pequeña en al menos una dirección (normalmente, la dirección perpendicular a la piel), tales como los sensores CMOS o CCD, o bien cuando tienen un alcance y una resolución suficientes en esa dirección, tienen una velocidad muy baja de determinación de la posición, tales como los dispositivos de exploración en 3D que funcionan con lentes. Puesto que los vellos humanos son objetos delgados que a su vez están muy extendidos por la piel, ningún sensor conocido proporciona una velocidad suficientemente alta de determinación de una posición en 3D del vello en la piel.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de eliminación de vello del tipo mencionado en el párrafo inicial que pueda determinar de manera suficientemente rápida tal posición, y/u orientación, del vello en la piel.

Este objeto se logra mediante el sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1. En particular, este sistema se caracteriza porque el segundo sensor de imagen está dispuesto para obtener imágenes de una parte seleccionada de la parte de la piel de la que ha obtenido imágenes el primer sensor de imagen, en el que el segundo sensor de imagen puede proporcionar una densidad de información espacial superior a la del primer sensor de imagen, en su imagen respectiva.

El sistema según la invención permite el uso de las ventajas de más de un sensor, en particular de más de un tipo de sensor. El primer sensor de imagen se usa para determinar la posición, y/u orientación, del vello de manera aproximada pero rápida. El segundo sensor de imagen, diferente, se usa para determinar, de manera más precisa aunque más lentamente, la posición, y/u orientación, en particular en las tres dimensiones. Mediante el uso de los resultados de sensor del primer sensor, es posible limitar el tiempo necesario para la operación de exploración más precisa aunque más lenta realizada por el segundo sensor de imagen, siempre que este último sólo necesite obtener imágenes de una parte seleccionada de la parte de la piel de la que ha obtenido imágenes el primer sensor. Esa selección puede llevarse a cabo mediante la unidad de control, que puede estar dotada de software/hardware de procesamiento de imágenes, etc. Se requiere información espacial de la posición y/u orientación del vello, y por tanto puede resultar ventajoso si el primer sensor de imagen proporciona una estimación "aproximada", seleccionar una parte para la obtención de imágenes por el segundo sensor de imagen. Este último puede proporcionar entonces la información con la precisión deseada, para lo que puede requerirse una densidad de información espacial deseada correspondiente. A continuación se describirán diversas realizaciones de la invención.

De manera preferible, aunque no exclusiva, la parte de la piel, en particular de la piel humana, tal como la piel femenina, que va a tratarse comprende un vello o una pluralidad de vellos, o una barba masculina, etcétera. Sin

embargo, también es posible que la parte comprenda lunares, venas (cuperosis) etcétera, que sin embargo requieren una resolución mucho menos alta.

5 En una realización particular, el primer sensor de imagen está construido para proporcionar una imagen sustancialmente bidimensional. Los sensores de imagen que pueden proporcionar tal información son relativamente sencillos y operan rápidamente. Con frecuencia, no requieren partes mecánicas móviles. En particular, el primer sensor de imagen comprende un sensor de imagen óptico en 2D, preferiblemente un dispositivo de acoplamiento de carga, un dispositivo CMOS o una disposición de plano focal de fotodetectores. Los sensores de imagen ópticos en 2D son relativamente baratos, rápidos y pueden ofrecer fácilmente una alta resolución de manera adecuada. Un CCD, tal como una cámara CCD, puede tener una alta resolución y una gran área de superficie, véanse los chips CCD para cámaras que tienen millones de píxeles y un área de superficie de aproximadamente 10 cm<sup>2</sup>. Los dispositivos CMOS también tienen ventajas, como una alta frecuencia de imagen en el intervalo de kHz o superior. Además, puesto que los dispositivos CMOS son dispositivos de chip, pueden comprender una (o la) unidad de control como una característica integrada, lo que simplifica el sistema en su conjunto.

15 En una realización especial, el primer sensor de imagen está construido para detectar una imagen de una parte de la piel de al menos 2 mm x 2 mm, preferiblemente de al menos 1 cm x 1 cm. Esto se refiere en particular a una combinación de una resolución deseada, óptica de obtención de imágenes y número de elementos de detector, puesto que esta combinación es lo que puede usarse para seleccionar un tamaño de un campo de visión. Por ejemplo, si un CCD tiene 200 x 200 elementos de detector o píxeles, y una resolución requerida es de 0,01 mm, entonces el campo de visión será como máximo de (200 x 0,01 mm) x (200 x 0,01 mm) = 2 x 2 mm. El experto puede seleccionar entonces fácilmente la óptica de obtención de imágenes requerida. Se dispone de CCD mayores y/o con más píxeles, y son válidas consideraciones similares para los dispositivos CMOS.

25 En un sistema de eliminación de vello según la invención, al menos una parte del segundo sensor de imagen puede moverse con respecto al primer sensor de imagen. Esto puede referirse al movimiento del segundo sensor de imagen fuera de la trayectoria del primer sensor de imagen, con el fin de garantizar que el primer sensor de imagen tenga una visión libre de la piel de la que van a obtenerse imágenes. Esto también puede referirse al movimiento del segundo sensor de imagen con respecto al sistema en su conjunto, con el fin de colocar de manera adecuada el segundo sensor de imagen y su campo de visión con respecto a la piel de la que van a obtenerse imágenes. Esta selección de la parte de la piel de la que van a obtenerse imágenes reduce el tiempo requerido para hacerlo, lo que constituye una de las ventajas importantes de esta invención. Puesto que el primer sensor de imagen casi siempre estará montado de manera fija en el sistema en su conjunto, ésta es una expresión alternativa para que el segundo sensor de imagen sea móvil con respecto al primer sensor de imagen. Alternativamente, y en particular, también puede referirse al movimiento de una parte del segundo sensor de imagen, tal como un espejo de exploración.

35 En una realización especial, el segundo sensor de imagen tiene, en al menos una dimensión, una resolución superior a una resolución del primer sensor de imagen en esa dimensión. Esto se refiere en particular a sistemas en los que el primer sensor de imagen produce una imagen sustancialmente bidimensional, y en los que el segundo sensor de imagen se usa para obtener información de posición más precisa sobre los vellos. Un sensor CCD sencillo y barato, o similar, puede proporcionar una primera imagen aproximada, tras lo que se realiza una selección en la imagen, de la que el segundo sensor obtiene imágenes (por ejemplo, explora) de manera más precisa. Esta realización es útil por ejemplo en un sistema para eliminar vellos mediante afeitado a una cierta profundidad fija. En el presente documento, la información de "profundidad" sólo es relevante en la medida en que la profundidad es fija, y la imagen es precisa y exacta.

45 En otra realización especial, el segundo sensor de imagen está construido para explorar una parte seleccionada de la parte de la piel que va a tratarse, para proporcionar así una imagen de la misma, en una tercera dimensión aparte de la imagen bidimensional del primer sensor de imagen. La imagen bidimensional se extiende en dos direcciones, y el segundo sensor de imagen se usa entonces para proporcionar información adicional, en particular, sobre la tercera dimensión "que falta". Debe observarse que esta información no es estrictamente necesaria, ya que a veces la "profundidad" u otro valor de la dimensión que falta es fijo.

50 En una realización particular, el segundo sensor de imagen comprende un sensor de imagen en 3D, en particular un sensor de imagen óptico en 3D con una lente ajustable que preferiblemente puede moverse en una dirección perpendicular a la parte de la piel que va a tratarse. El sensor de imagen en 3D puede referirse a cualquier tipo de sensor de imagen que pueda proporcionar una imagen tridimensional. Se refiere en particular a un sensor de imagen óptico en 3D que puede comprender un sistema de exploración y un fotodetector, y/o un dispositivo CMOS o CCD (separado). Alternativamente, son posibles disposiciones de fotodetectores, y similares. La lente ajustable es una lente que puede ajustarse en foco o en distancia, permitiendo así explorar un volumen. La exploración de un volumen, o simplemente la exploración en una dirección tal como una dirección perpendicular a la parte de la piel que va a tratarse, lleva bastante tiempo, pero puesto que la unidad de control puede seleccionar el volumen que va a escanearse para que sea pequeño de manera adecuada basándose en la imagen determinada por el primer sensor de imagen, el tiempo total necesario puede mantenerse dentro de límites prácticos. Esto se aclarará adicionalmente en la descripción detallada de algunas realizaciones. En particular, el ángulo es sustancialmente un ángulo recto, con el fin de simplificar el proceso de obtención de imágenes en 3D. No obstante, también son posibles otras direcciones, con una adaptación correspondiente de la determinación de la imagen en esa dirección.

En una realización especial, la lente puede moverse en una dirección que es sustancialmente paralela a la parte de la piel que va a tratarse. Ésta es una realización útil, en la que la lente puede colocarse de manera adecuada para la exploración, y/o un tratamiento con láser posterior de los vellos, por ejemplo, en caso de que este último se realice de manera confocal. Otro motivo para proporcionar un movimiento de este tipo de la lente es mover la lente fuera de la trayectoria durante una nueva etapa de obtención de imágenes posterior del primer sensor de imagen. También se contemplan otros usos de esta característica.

Con respecto a la descripción anterior, debe observarse que no es necesario que un sensor de imagen óptico detecte una imagen reflejada de un haz de radiación. Alternativamente es posible usar dispersión Raman u otra, o usar fluorescencia, posiblemente cubriendo la piel y los vellos con una sustancia fluorescente, etcétera. Asimismo es posible usar sensores de imagen no ópticos, que usan otras técnicas para proporcionar una imagen en una (exploración en z), dos o tres dimensiones.

En una realización especial, el sistema según la invención comprende además una fuente de luz. Una fuente de luz de este tipo puede tener diversas funciones. Por ejemplo, la fuente de luz puede emitir luz que se usa para la obtención de imágenes. Debe observarse expresamente que el término luz engloba luz visible, radiación infrarroja y radiación ultravioleta. La sensibilidad del (de los) sensor(es) de imagen debe escogerse en consecuencia. Cada sensor puede tener su propia fuente de luz, pero también es posible que una fuente de luz sirva para más de un fin, o se use para más de un sensor.

En una realización particular, la fuente de luz puede comprender en particular un LED o una fuente láser. Un LED es muy compacto y eficiente energéticamente, y emite radiación en una banda de longitud de onda relativamente pequeña. Esto permite un filtrado fácil, u otro control de radiación, cuando se desee. Además, los LED pueden controlarse fácilmente, y tienen una vida útil muy larga. Una fuente láser puede tener una densidad de potencia muy alta, y emite radiación sustancialmente monocromática, que puede controlarse muy bien por medio de espejos, filtros, etc. especializados. Por tanto, los láseres también son muy adecuados para fines de obtención de imágenes por exploración. Además, la densidad de potencia que puede obtenerse es suficientemente alta como para proporcionar un dispositivo de eliminación de vello.

En una realización especial del sistema, la fuente láser es una fuente láser ajustable. Esto ofrece la posibilidad de proporcionar la misma fuente láser tanto para la exploración como para el corte, o la eliminación de los vellos.

En particular, aunque no exclusivamente, la fuente láser es ajustable entre un primer nivel de potencia que permite la detección sin daño sustancial a la piel y/o el vello, y un segundo nivel de potencia que permite producir un daño suficiente al vello para eliminar el vello posteriormente. Por ejemplo, la unidad de control ajusta el láser a una densidad de potencia baja para obtener imágenes, y a una densidad de potencia alta para cortar un vello. Esto puede lograrse ajustando un nivel de suministro de potencia, operando un obturador o filtro gris, etc. separado.

En otra realización, el sistema comprende medios de control de amplitud de haz. Tales medios de control de amplitud de haz sirven para extender la energía del haz sobre un área de superficie más grande o más pequeña controlable. Esto puede hacer que el haz tenga una intensidad superior o inferior, respectivamente. Ajustando de manera adecuada los medios de control de amplitud de haz, el haz puede tener, en un primer ajuste, una intensidad suficientemente baja como para permitir la detección sin dañar el vello, o la piel. En otro ajuste, la intensidad puede ser suficiente para cortar, o más generalmente para dañar, el vello. Ejemplos de tales medios de control de amplitud de haz son un sistema de enfoque/desenfoque ajustable, tal como una lente móvil, o un atenuador de haz móvil en forma de un difusor que puede introducirse y sacarse de la trayectoria del haz, etc.

Estos y otros aspectos de la invención resultan evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema según la invención;

la figura 2 muestra esquemáticamente un primer sensor de imagen tal como se usa en el sistema según la invención;

la figura 3 muestra esquemáticamente un segundo sensor de imagen que puede usarse en el sistema según la invención;

la figura 4 indica esquemáticamente campos de visión primero y segundo, que incluyen un vello en la piel;

la figura 5 muestra esquemáticamente un sistema de eliminación de vello según la presente invención en más detalle;

las figuras 6A y 6B muestran dos etapas de un procedimiento de determinación de la posición del vello y el corte del vello;

la figura 7 representa otra realización de un sensor de imagen en un sistema según la invención; y

la figura 8 muestra una disposición giratoria de lentes para otra realización de un sensor de obtención de imágenes para el sistema según la invención.

5 La figura 1 muestra muy esquemáticamente un sistema según la invención. En este caso, el sistema 1 comprende un alojamiento 10 con un primer sensor 12 de imagen, un segundo sensor 14 de imagen con una lente 16 ajustable, una unidad 18 de control, un dispositivo 20 de eliminación de vello y un acoplamiento 22 óptico. En el caso anterior, la lente 16 móvil separada así como el acoplamiento 22 óptico son opcionales, tal como se explicará más adelante.

También se muestra una piel 30 con vellos 32 que van a eliminarse.

10 El alojamiento 10 del sistema 1 tal como se muestra sólo comprende partes que son relevantes para la presente invención. Obviamente pueden estar presentes partes adicionales, tales como una unidad de potencia, una ventana óptica, etc., pero no se muestran.

El primer sensor 12 de imagen puede comprender, por ejemplo, una cámara CCD, un dispositivo CMOS, etc. El segundo sensor 14 de imagen está acoplado a una lente 16 ajustable, y puede comprender una unidad de exploración.

15 Ambos sensores 12 y 14 de imagen están acoplados a una unidad 18 de control, que está construida y dispuesta para distinguir los vellos de la imagen obtenida por los sensores 12 y 14.

20 Acoplado a la unidad 18 de control también hay un dispositivo de eliminación de vello, tal como un sistema láser, un sistema de depilación eléctrica, etc. La lente 16 puede moverse en la dirección de la flecha A, para enfocar a diferentes valores de z, con el fin de explorar y producir una imagen en la dimensión z. Opcionalmente, la lente 16 ajustable puede moverse hacia los lados en la dirección, por ejemplo, perpendicular a la flecha A con el fin de liberar un campo de visión del primer sensor 12 de imagen.

25 La figura 2 muestra muy esquemáticamente un primer sensor de imagen tal como se usa en el sistema según la invención. En este caso, como en todas las figuras, las partes similares se indican mediante los mismos números de referencia. En la figura, 40 indica un CCD, 42 indica un sistema óptico, mientras que 44 indica un campo de visión del CCD.

30 En la figura, en el campo de visión del CCD está presente más de un vello, puesto que la mayoría de los CCD tienen campos de visión de, por ejemplo, uno o más  $\text{cm}^2$ . Un área de este tipo de, por ejemplo, una barba humana contiene varias docenas de vellos. Sin embargo, la resolución, y el alcance en la dirección perpendicular, por ejemplo, la dirección Z tal como se muestra en la figura, son muy limitados y están determinados por las propiedades del sistema 42 óptico. Debe observarse que un CCD puede determinar una imagen en una etapa, "llenándose" todos los píxeles simultáneamente.

Puesto que el experto en la técnica conoce *per se* un sensor de imagen de CCD, en el presente documento se omiten detalles del mismo.

35 La figura 3 muestra muy esquemáticamente un segundo sensor de imagen que puede usarse en el sistema según la invención. En este caso, 50 indica una fuente láser, 51 indica un divisor de haz, 52 indica un manipulador de haz con un espejo 54 móvil que puede moverse, por ejemplo, en la dirección de la flecha B. Un detector se indica por medio del número de referencia 56, mientras que una lente 58 puede moverse en la dirección de la flecha C.

40 Alternativamente a la fuente 50 láser, puede seleccionarse cualquier otra fuente de radiación adecuada, tal como un LED con una lente. El haz emitido se transmite parcialmente por el divisor 51 de haz (que puede ser polarizante o no), y se refleja parcialmente hacia abajo, por ejemplo, a un colector de haz (no mostrado).

45 El manipulador 52 de haz puede controlarse, por ejemplo, por la unidad de control (no mostrada), y comprende un espejo 54 móvil, tal como un espejo poligonal o cualquier otro tipo adecuado de espejo de exploración. Tal como se muestra, el espejo 54 puede moverse, por ejemplo puede girar, en la dirección de la flecha B, con el fin de explorar un haz de radiación a través de un área deseada, en este caso un segundo campo de visión. En la práctica, el campo de visión del segundo sensor de imagen tendrá dimensiones de aproximadamente 0,5 mm x 0,5 mm en las direcciones x, y, y una dimensión similar en la dirección z. Para obtener este último alcance, el sistema óptico o la lente 58 puede moverse en la dirección C. Alternativamente, el sistema óptico o la lente 58 pueden ajustarse en cuanto a la potencia óptica, es decir, la longitud focal del mismo.

50 El detector 56 puede estar acoplado ópticamente al manipulador 52 de haz a través del divisor 51 de haz. La radiación que se refleja, se somete a dispersión Raman etc., en la piel 30 o los vellos 32, se refleja por el espejo 54 hacia el divisor 51 de haz, y se reflejará parcialmente hacia el detector 56.

55 El detector 56 puede comprender un CCD o CMOS, o cualquier otro tipo de fotodetector o disposición del mismo. El detector 56 también se acoplará a la unidad de control (no mostrada) con el fin de que la unidad de control determine la posición y/u orientación de un vello 32 en la piel 30. Para este segundo sensor de imagen, se obtendrá una imagen tridimensional. Este tipo de sensor de imagen también puede denominarse sensor de exploración en 3D. Puesto que se conoce *per se* en el estado de la técnica, se omitirán detalles adicionales, pero resultarán evidentes para el experto.

La figura 4 indica esquemáticamente campos de visión de los sensores de imagen primero y segundo, incluyendo un vello en la piel.

5 El área indicada mediante I es un cuadrado de aproximadamente 2 x 2 mm. Constituye aproximadamente 1/100 del área superficial de un campo de visión promedio de un sensor de CCD tal como se sugiere mediante la línea discontinua III. El área I de 2 x 2 mm representa el área superficial promedio por vello 32 de una barba humana. El vello 32 se ha representado a escala, aunque esquemáticamente, teniendo un diámetro de aproximadamente 120 micrómetros. También se indica un área superficial indicada mediante II. Esto indica un área superficial promedio tal como puede explorarse en la actualidad con un sensor de exploración en 3D. Sus dimensiones son de aproximadamente 0,5 x 0,5 (x 0,5) mm. Está claro a partir de esta figura que una parte relativamente pequeña del campo de visión total del primer sensor (CCD) necesita explorarse por el segundo sensor de imagen (área superficial II). Puesto que el explorador en 3D de este último sensor de imagen tarda relativamente más tiempo, puede hacerse un uso más eficaz de dicho segundo sensor de imagen.

15 La figura 5 muestra esquemáticamente un sistema de eliminación de vello según la presente invención en más detalle. En este caso, S1 indica en general un primer sensor de imagen, S2 indica un segundo sensor de imagen y S3 indica un sistema de eliminación de vello.

El segundo sensor S2 de imagen comprende un láser 60 de detección, un divisor 62 de haz, un obturador 66, un primer divisor 68 de haz de polarización con una primera superficie 69 de división de haz, una primera lente 70, una primera perforación 72, un filtro 74 paso banda y un detector 76. Además, comprende una placa 80 de  $\lambda/4$ , un espejo 82 y un objetivo 84.

20 El primer sensor S1 de imagen comprende en general un segundo divisor 86 de haz de polarización con una segunda superficie 88 de división de haz, un diafragma 90, una lente 92 de tubo y un CCD 94, así como una lente 96 de LED, y un LED 98.

25 El dispositivo de eliminación de vello comprende un láser 64 de corte. El láser 64 de corte, así como el láser 60 de detección, el detector 76 y el CCD 94 y el objetivo 84 pueden conectarse todos ellos a una unidad de control (no mostrada). Además, el láser 60 de detección y el láser 64 de corte también pueden ser el mismo láser, especialmente si se trata de un láser ajustable. Además, diversas partes son opcionales, tal como, en este último caso, el divisor 62 de haz, el obturador 66, los divisores 68 y 86 de haz de polarización, las perforaciones 72 y 90, la placa 80 de  $\lambda/4$  y el espejo 82.

30 En la realización mostrada, el LED 98 emite luz para el procedimiento de detección del CCD del primer sensor S1 de imagen con la lente 96 de LED opcional. Parte de la radiación se refleja por la superficie 88, pasa por el espejo 82 que es transparente a la radiación de LED pero altamente reflectante a, en este caso, por ejemplo, radiación de 1064 nm, e incide en la piel 30 con un vello 32. Se refleja una imagen del mismo y pasa de nuevo por el segundo divisor 86 de haz de polarización, la perforación 90, la lente 92 de tubo, y se detecta por el CCD 94. Debe observarse que el objetivo 84 puede ser móvil, y puede moverse fuera de la trayectoria. Debe observarse que luz u otra radiación, tal como radiación infrarroja, también puede suministrarse de manera directa, es decir, no de manera confocal. Por ejemplo, un LED podría actuar directamente sobre la piel. En tales casos, no se requeriría un divisor 86 de haz.

40 Las figuras 6A y 6B muestran dos etapas de un procedimiento de determinación de la posición del vello y el corte del vello. En este caso, II muestra una imagen de una parte de la piel, con un vello 32 presente. 100 indica un carril de guiado y 102 indica una lente móvil.

45 En uso, el sistema completo se moverá por la piel. Puesto que el movimiento es relativo, esto se muestra en la figura 6A como un vello 32 que se mueve con una velocidad  $v$  en la dirección la flecha tal como se muestra. Mediante el uso de los sensores de imagen primero y segundo, se determina la posición aproximada del vello 32 en  $x$  e  $y$ . Entonces, la lente 102 móvil se mueve a lo largo del carril 100 de guiado hasta esta posición  $x,y$ , véase la figura 6B, donde la posición  $z$  se determina mediante exploración. Además, en cuanto la posición en tres dimensiones se ha determinado de manera suficientemente precisa, el vello puede eliminarse, disparando un aparato de depilación eléctrica con láser a través de la colocación apropiada de agujas eléctricas, etc.

50 Para el caso anterior, un ejemplo numérico puede ser el siguiente. La velocidad promedio  $v$  cuando en el afeitado es de aproximadamente 5 cm/s. Una resolución útil en  $x$ ,  $y$  es de aproximadamente 20 micrómetros. Con una cámara común de 1000 x 1000 píxeles, esto daría como resultado un campo total de 2 cm x 2 cm. Esto a su vez da como resultado una frecuencia de imagen de la cámara de 2,5 kHz, o un tiempo de adquisición de 0,4 ms. Esto puede obtenerse fácilmente con un sistema CMOS. La lente 102 móvil puede ser, por ejemplo, la lente de una guía deslizante de DVD, que tiene un tiempo de acceso típico de 15 ms (66 Hz). Mientras que una unidad de actuador de DVD tiene una resolución de aproximadamente 20 nm, sólo es necesaria una resolución de aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ . Esta demanda menos estricta con respecto a la resolución también puede dar como resultado tiempos de acceso incluso más cortos. El actuador para la lente móvil puede mover la lente a lo largo de la dirección  $y,z$  1-2 mm con 5-6 kHz (0,16-0,20 ms). Una vez que la lente móvil se fija en la posición apropiada, el actuador, con la lente, puede explorar localmente en un procedimiento en 3D tal como se explicó anteriormente. En la posición correcta, de nuevo, el vello puede eliminarse con cualquier técnica adecuada.

Un tiempo de limitación de la realización anterior es el tiempo de acceso de la lente móvil, que es de aproximadamente 15 ms. Para una barba humana típica que tiene aproximadamente 12.000 vellos, esto daría como resultado un tiempo de afeitado de aproximadamente 3 minutos, que es un tiempo normal para un afeitado.

5 En otra realización, que se representa en las figuras 7 y 8, se hace uso de una pluralidad de lentes, o disposiciones de lentes. En particular, 110 es un sensor de imagen (por ejemplo, CCD/CMOS), una disposición de lente móvil primera, segunda y tercera se indican mediante 112, 114 y 122, respectivamente. 116 es un divisor de haz de polarización, 118 es una abertura de luz en anillo, 120 es una lente. En este caso no se muestran otros componentes diversos, tales como fuentes de luz, una placa de  $\lambda/4$ , una unidad de control, etc. 30 indica piel con un vello 32.

10 En la realización de la figura 7, se representa una primera etapa de obtención de imágenes, la etapa de obtención de imágenes en 2D. En este caso, las aberturas de la tercera disposición 122 de lentes se proyectan por la lente 120 sobre las aberturas de la segunda disposición 114 de lentes, que a su vez se proyectan sobre las aberturas de la primera disposición 112 de lentes, que a su vez se proyectan sobre el sensor 110 de imagen. Ahora, la imagen del objeto, en este caso la piel 30, se proyecta sobre el sensor 110 de imagen de manera que las imágenes de lentes individuales no se reflejan entre sí. Cada lente produce una pequeña parte de una imagen mayor del objeto. Al mismo tiempo, esta lente 120 proyecta la abertura 118 de luz en anillo que emite luz sobre la tercera disposición 122 de lentes.

15 Para el fin de la presente invención, estas disposiciones de lentes se someten cada una a un movimiento continuo sustancialmente idéntico de forma armoniosa, por ejemplo, de rotación o vibración, en el plano del sensor 110 de imagen. Al mismo tiempo, el usuario del sistema mueve lateralmente todo el sistema sobre la piel 30 para realizar la acción de afeitado. En total, cada lente de las tres disposiciones de lentes que constituyen una única faceta del sistema de obtención de imágenes genera una proyección de la región de interés, o campo de visión, en el sensor 110 de imagen de manera repetitiva.

20 Para el fin de la presente invención, se obtienen imágenes preferiblemente, pero no en exclusiva, de cada punto en el objeto 30, 32, dentro del campo de visión de la tercera disposición 122 de lentes, con una frecuencia tal que el desplazamiento lateral del explorador para explorar debido al movimiento lateral del usuario es aproximadamente equivalente a, y no mucho mayor que, la resolución objetivo lateral prevista de, digamos, 20  $\mu\text{m}$ .

25 El sensor 110 se somete al mismo desplazamiento lateral que las disposiciones de lentes, pero no al movimiento armónico. Como consecuencia, la imagen del objeto 30, 32, tal como se proyecta sobre el sensor 110, se mueve a la misma velocidad lateral que la combinación de las lentes de las disposiciones de lentes y el sensor de imagen, mientras que el movimiento armónico (de rotación, vibración,...) sólo lo experimentan las disposiciones 112, 114, 122 de lentes.

30 En la realización mostrada, la lente 120 sirve para proyectar las aberturas de la tercera disposición 122 de lentes sobre las de la segunda disposición 114 de lentes. De esta forma, se hace disponible una cantidad considerable de espacio en cada lado de la lente 120, espacio que puede usarse para la segunda fase del procedimiento de detección, que se comentará más adelante, y para el acoplamiento con luz que se necesita para la formación de imágenes.

35 Para este último fin, se hace uso en este caso del divisor 116 de haz de polarización. La luz emitida por la abertura 118 de luz en anillo, y suministrada por, por ejemplo, fibras ópticas, una lámpara incandescente (halógena), uno o más LED, y similares, se proyecta por medio de la lente 120 adicional sobre las aberturas de la tercera disposición 122 de lentes de tal manera que cada lente en esa disposición ilumina su campo de visión respectivo de una forma más o menos homogénea. En la práctica, esto puede lograrse obteniendo imágenes de la luz de la abertura 118 de luz en anillo en el plano focal posterior de las lentes en la tercera disposición 122. Esto se realiza preferiblemente garantizando que se produce una distribución de luz a medida que emana de la abertura 118 de manera similar a la distribución de la pluralidad de lentes. Esto se aclarará adicionalmente con referencia a la figura 8, que muestra una disposición de lentes.

40 En un ejemplo numérico para mostrar la viabilidad, se supone que la resolución requerida es de 20  $\mu\text{m}$ , aunque naturalmente también pueden adoptarse otros valores. Se considera que la velocidad a la que el usuario mueve el sistema sobre la piel es de como máximo 5 cm/s. De nuevo, para otros casos, estos valores pueden adaptarse, produciéndose los cambios correspondientes en las figuras siguientes.

45 Se supone además que las disposiciones de lentes consisten en un disco de aproximadamente 2 cm de diámetro con varias lentes de abertura de 2 mm separadas de manera regular alrededor de la circunferencia, véase la figura 8. Aunque se muestran 16 lentes, en este ejemplo numérico se supone que están presentes 25 lentes. Con el fin de explorar toda la imagen en anillo una vez, es necesario que el anillo de lentes gire  $360/25 = 14,4$  grados, lo que se indica mediante la flecha D. Por tanto, con el fin de lograr la resolución deseada de 20  $\mu\text{m}$  en todo el campo, mientras que el dispositivo se está moviendo a 5 cm/s, es necesario que el disco gire a una frecuencia de aproximadamente 100 Hz, de manera que se obtengan imágenes del área cada  $0,020/50 \text{ s} = 400 \mu\text{s}$ , o a una frecuencia de refresco de 2,5 kHz. La imagen en 2D se registra por medio del sensor 110 de imagen, tal como un sensor de obtención de imágenes de CCD o CMOS, preferiblemente a la misma frecuencia de refresco (2,5 kHz) de modo que sólo se producirá un emborronamiento por movimiento muy pequeño. Además, para garantizar que se obtendrán imágenes de un área superficial de 2 x 2 cm con una resolución de 20  $\mu\text{m}$ , al menos se requieren 1000 x

1000 píxeles. Tanto este número como la frecuencia de refresco requerida pueden lograrse fácilmente con la tecnología de CCD y CMOS actual. Queda claro que son posibles otras formas de y valores para el disco, el número y la abertura de lentes, etcétera, lo que requerirá una adaptación de las otras figuras.

5 La obtención de imágenes anterior constituye una primera etapa en el procedimiento de obtención de imágenes total según la invención, en la que se obtiene una imagen en 2D. Debe observarse que en esta fase todavía no se requiere una resolución de 20  $\mu\text{m}$  o similar. Puede seleccionarse una resolución inferior, con un tiempo de adquisición reducido, siempre que pueda obtenerse una posición objetivo aproximada. En la segunda fase de la obtención de imágenes, es decir, con el segundo sensor de imagen, puede obtenerse una posición más exacta, con la resolución deseada.

10 En la segunda etapa de obtención de imágenes, o bien se detecta la presencia de un objetivo específico, tal como un vello, a una profundidad específica y fija (o posición z), o bien se explora con el fin de determinar su posición y orientación en el espacio. Pueden seleccionarse estas opciones para cada procedimiento, y dispositivo correspondiente, de la invención. En el ejemplo descrito en este caso, se selecciona la primera opción, por ejemplo, con el fin de eliminar vellos mediante afeitado a una cierta longitud. Se determina la presencia del objetivo a la  
15 profundidad especificada, por ejemplo, por medio de exploración láser confocal de polarización cruzada. Para este fin, se dirige un haz láser a través de una lente seleccionada de la tercera disposición 122 de lentes. Esta lente seleccionada enfocará el haz láser en un punto que se mueve en paralelo a la lente móvil, es decir, girando, vibrando y similares. La lente colimará la luz que se refleja de nuevo desde el volumen focal. Cuando tal primera lente seleccionada se está moviendo completamente fuera del haz láser, una segunda lente vecina entrará en el haz  
20 láser y realizará una nueva exploración. Por tanto, la resolución lateral de la detección viene dictada por la resolución de la exploración confocal, y la distancia entre exploraciones consecutivas se determina por la velocidad a la que se mueve el sistema en su conjunto sobre el área objetivo de la piel. La intensidad de la reflexión de la luz polarizada de manera ortogonal que se refleja o dispersa de nuevo desde el área objetivo se detecta de manera confocal por medio del divisor 116 de haz de polarización y una combinación de lente-perforación, no mostrada en  
25 este caso, pero véase la figura 5. La cantidad de luz capturada por el detector, así como su variación en función de la posición de la lente y por tanto en función del tiempo, puede proporcionar información sobre la presencia de diversas estructuras en el área focal (campo de visión) y de ese modo determinar la posición y/u orientación en 3D de las mismas.

30 Realizado como una máquina de afeitar láser, el sistema podría funcionar de la siguiente forma. El primer sensor de obtención de imágenes detecta una imagen de piel con vello, y la unidad de control, no mostrada pero o bien en chip (CMOS) o como un módulo separado, determina una posición aproximada del/de los vello(s) en la piel. La exactitud puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 100 ó 200  $\mu\text{m}$ . Una vez establecida esta posición aproximada, la unidad de control puede dirigir un láser de detección, por ejemplo, por medio de una unidad de desviación (no mostrada pero véase 52, 54 de la figura 3), tal como un MOEMS (sistema micro-óptico-electromecánico) u otro tipo de espejo móvil, y un espejo dicróico entre la tercera disposición 122 de lentes giratoria y la lente 120, hacia la posición en la disposición de lentes giratoria en la que se encontró aproximadamente el vello.

35 A continuación, la unidad de control registra los resultados del explorador láser confocal, e interpreta los resultados, es decir, la segunda etapa de obtención de imágenes. Una vez que se ha establecido la presencia y la posición del vello mediante el procedimiento de detección de polarización cruzada en 3D, y que se ha determinado que la posición del vello en relación con el enfoque de lente está dentro de la exactitud deseada, el sistema de detección permite que el láser de corte, que emite radiación láser continua o pulsada que está acoplado en la lente de manera colineal o con un ángulo conocido y por tanto está enfocado en el láser de detección, enfoque a un punto o a una distancia conocida desde ese enfoque, respectivamente. La radiación del láser de corte entonces corta el  
40 vello.

45 El experto puede emplear o variar diversos aspectos de los procedimientos y dispositivos tal como se han descrito anteriormente, sin mencionarlos explícitamente en el presente documento. Por ejemplo, quedará claro que resulta ventajoso si el haz láser de detección sólo pasa por una lente de la(s) disposición/disposiciones de lentes a la vez; en otras palabras, el diámetro del haz láser es preferiblemente más pequeño que el espaciado entre lentes para evitar resultados de detección ambiguos. Además, la forma del disco 130, el número, el espaciado y el tamaño de  
50 las lentes 132, su movimiento etc., pueden variarse todos ellos en el procedimiento, siempre que también se adapten las cantidades correspondientes requeridas etc. Incluso de manera más explícita, el ejemplo descrito anteriormente sólo sirve para mostrar la aplicabilidad de la invención propuesta. Además, en todo lo anterior, un procedimiento preferido de eliminación de vellos era cortarlos con un haz láser. Sin embargo, también son posibles otras formas de eliminarlos en el contexto de la invención, tales como depilación eléctrica, o sólo dañando los vellos o las raíces de los mismos, etc. En todos los casos, se requiere conocer la posición exacta, y en ocasiones también la orientación, de los vellos individuales para eliminar los vellos. Encontrar esa posición en particular en tres  
55 dimensiones puede llevar mucho tiempo. La invención proporciona un sistema y un procedimiento para reducir ese tiempo proporcionando una etapa de obtención de imágenes previa aproximada y una segunda etapa de obtención de imágenes para encontrar las tres dimensiones de la posición con la precisión requerida. La posición en 3D final puede encontrarse tomando las dos primeras coordenadas de la posición de la primera etapa de obtención de imágenes y añadiendo una tercera coordenada en la segunda etapa de obtención de imágenes, o las tres coordenadas pueden determinarse en la segunda etapa, tras una primera estimación aproximada en la primera etapa en 2D, etcétera.

60 La invención se ha descrito y aclarado con respecto a figuras y realizaciones a modo de ejemplo. El alcance de la invención puede determinarse por las reivindicaciones adjuntas.

65



## REIVINDICACIONES

1. Sistema de eliminación de vello que comprende:  
un dispositivo (S1, S2) de detección de vello, y  
5 un dispositivo (20; S3) de eliminación de vello que está acoplado operativamente al dispositivo de detección de vello,  
en el que el dispositivo de detección de vello comprende:  
- un dispositivo de obtención de imágenes que comprende un primer sensor (12; S1) de imagen, que está  
construido y dispuesto para detectar una imagen de una parte de la piel (30) que va a tratarse y  
10 - una unidad (18) de control que está construida y dispuesta para distinguir en la imagen un vello (32) en la  
parte de la piel (30), y que está acoplada operativamente al dispositivo (20; S3) de eliminación de vello para  
controlar su funcionamiento,  
caracterizado porque el dispositivo de obtención de imágenes comprende un segundo sensor (14; S2) de  
15 imagen que es diferente del primer sensor (12; S1) de imagen, en el que el segundo sensor (14; S2) de  
imagen está dispuesto para obtener imágenes de una parte seleccionada de la parte de la piel (30) de la  
que ha obtenido imágenes el primer sensor (12; S1) de imagen, y en el que el segundo sensor de imagen  
puede proporcionar una densidad de información espacial superior a la del primer sensor de imagen, en  
sus imágenes respectivas.
2. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que el primer sensor (12; S1) de imagen  
está construido para proporcionar una imagen sustancialmente bidimensional.
- 20 3. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que el primer sensor (12; S1) de imagen  
comprende un sensor de imagen óptico en 2D, preferiblemente un dispositivo de acoplamiento de carga, un  
dispositivo CMOS o una disposición de plano focal de fotodetectores.
4. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que el primer sensor (12; S1) de imagen  
25 está construido para detectar una imagen de una parte de la piel (30) de al menos 2 mm x 2 mm,  
preferiblemente al menos 1 cm x 1 cm.
5. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que al menos una parte del segundo sensor  
(14; S2) de imagen puede moverse con respecto al primer sensor (12; S1) de imagen.
6. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que el segundo sensor (14; S2) de imagen  
30 tiene, en al menos una dimensión, una resolución superior a una resolución del primer sensor (12; S1) de  
imagen en esa dimensión.
7. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 2, en el que el segundo sensor (14; S2) de imagen  
está construido para explorar una parte seleccionada de la parte de la piel (30) que va a tratarse, para  
proporcionar así una imagen de la misma, en una tercera dimensión fuera de la imagen bidimensional del  
primer sensor de imagen.
- 35 8. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, en el que el segundo sensor (14; S2) de imagen  
comprende un sensor de imagen en 3D, en particular un sensor de imagen óptico en 3D con una lente (16;  
58; 84) ajustable que preferiblemente puede moverse en una dirección perpendicular a la parte de la piel  
(30) que va a tratarse.
9. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 8, en el que la lente (16; 58; 84) puede moverse en  
40 una dirección que es sustancialmente paralela a la parte de la piel (30) que va a tratarse.
10. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 1, que comprende además una fuente (50; 60; 98)  
de luz.
11. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 10, en el que la fuente de luz comprende un LED  
(98) o una fuente (50; 60) láser.
- 45 12. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 11, en el que la fuente (50; 60) láser es una fuente  
láser ajustable.
13. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 12, en el que la fuente (50; 60) láser es ajustable  
entre un primer nivel de potencia que permite la detección sin daño sustancial a la piel (30) y/o vello (32), y  
un segundo nivel de potencia que permite producir un daño suficiente al vello (32) para que el vello (32) se  
50 elimine posteriormente.
14. Sistema de eliminación de vello según la reivindicación 12, en el que el sistema comprende medios (16; 58;  
84) de control de amplitud de haz.

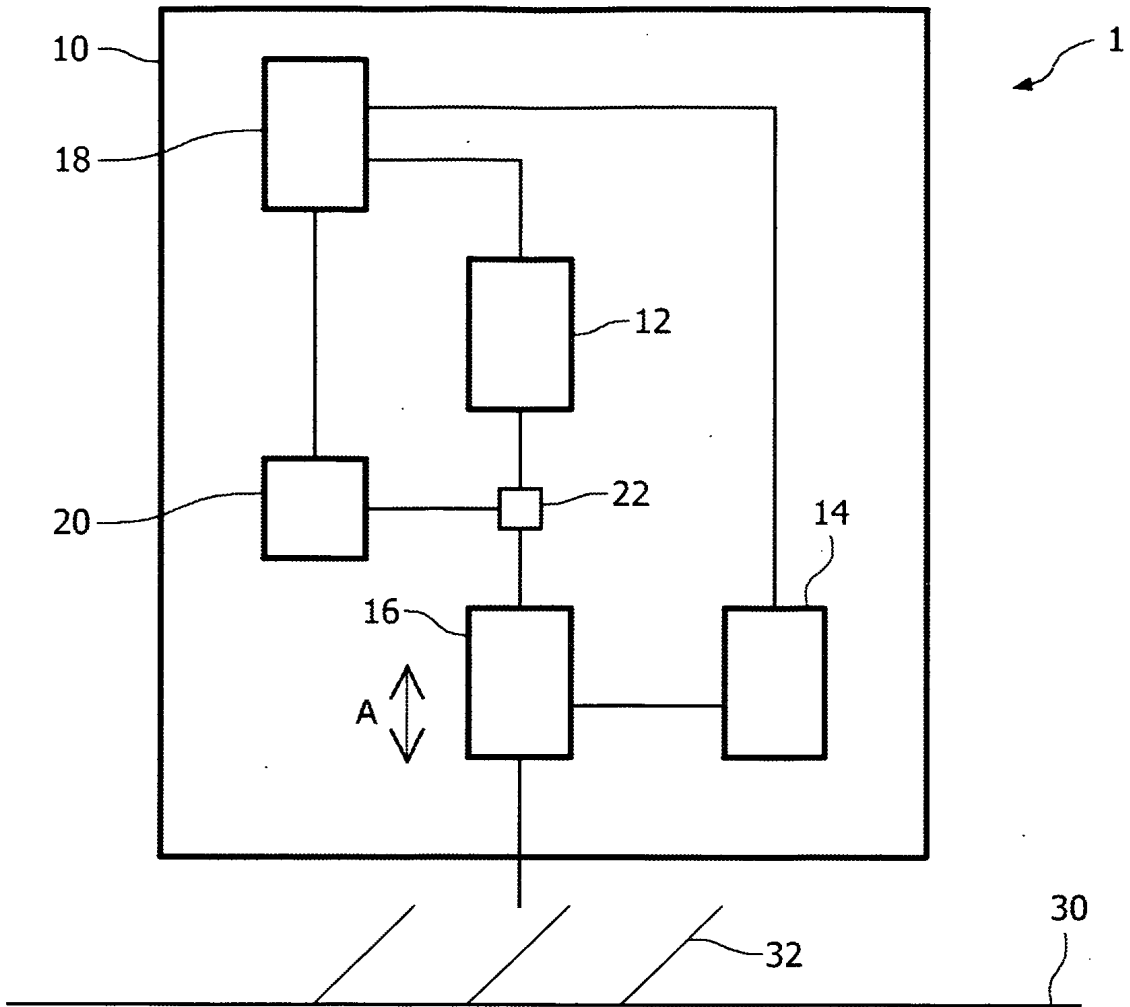


FIG. 1

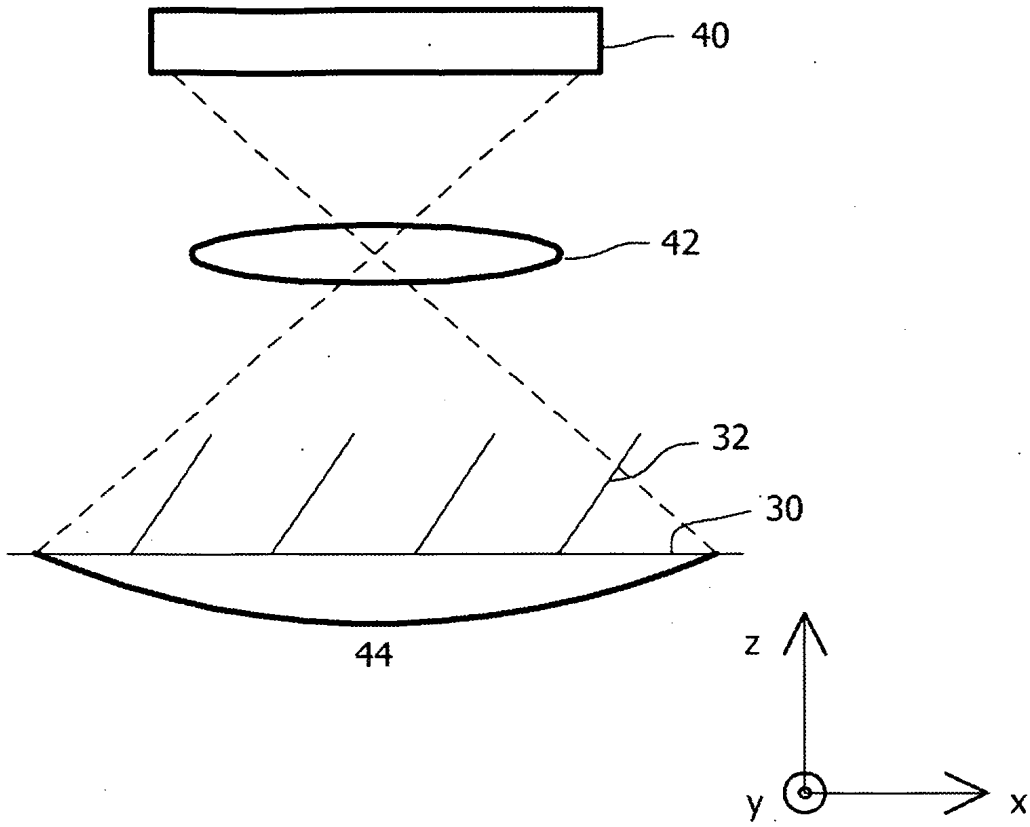


FIG. 2

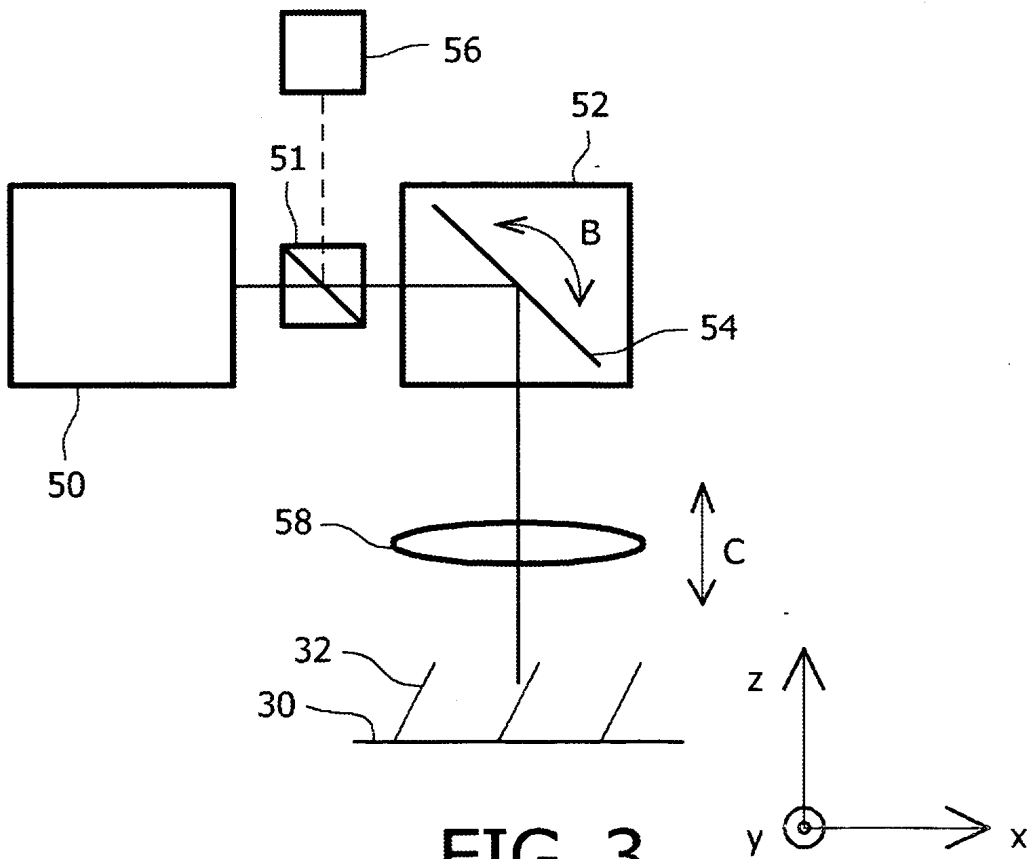


FIG. 3

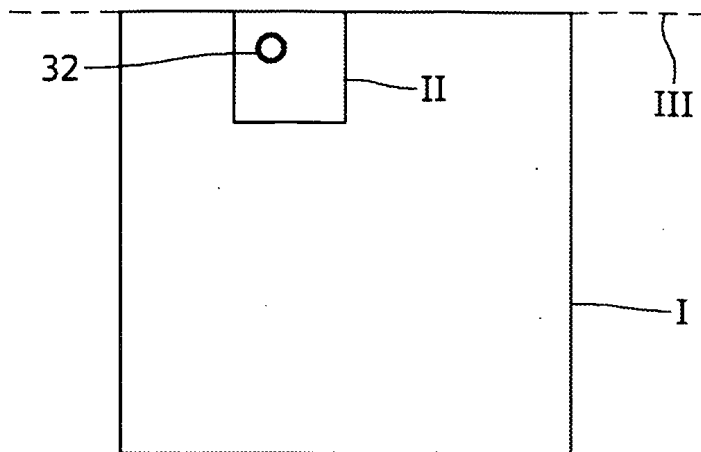


FIG. 4

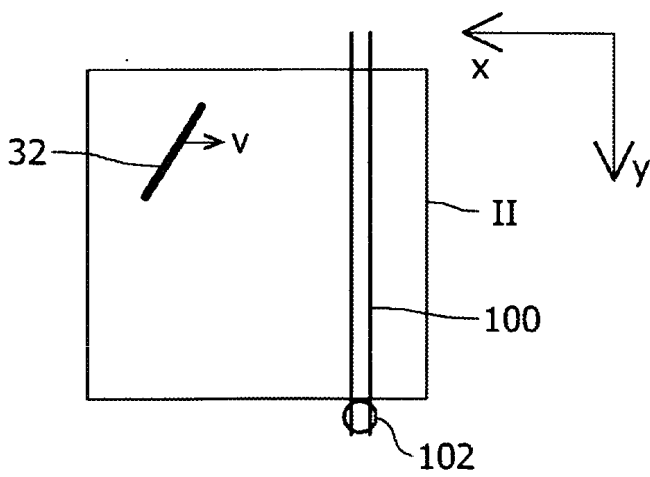


FIG. 6a

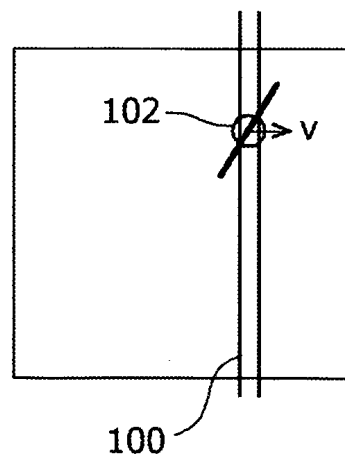


FIG. 6b

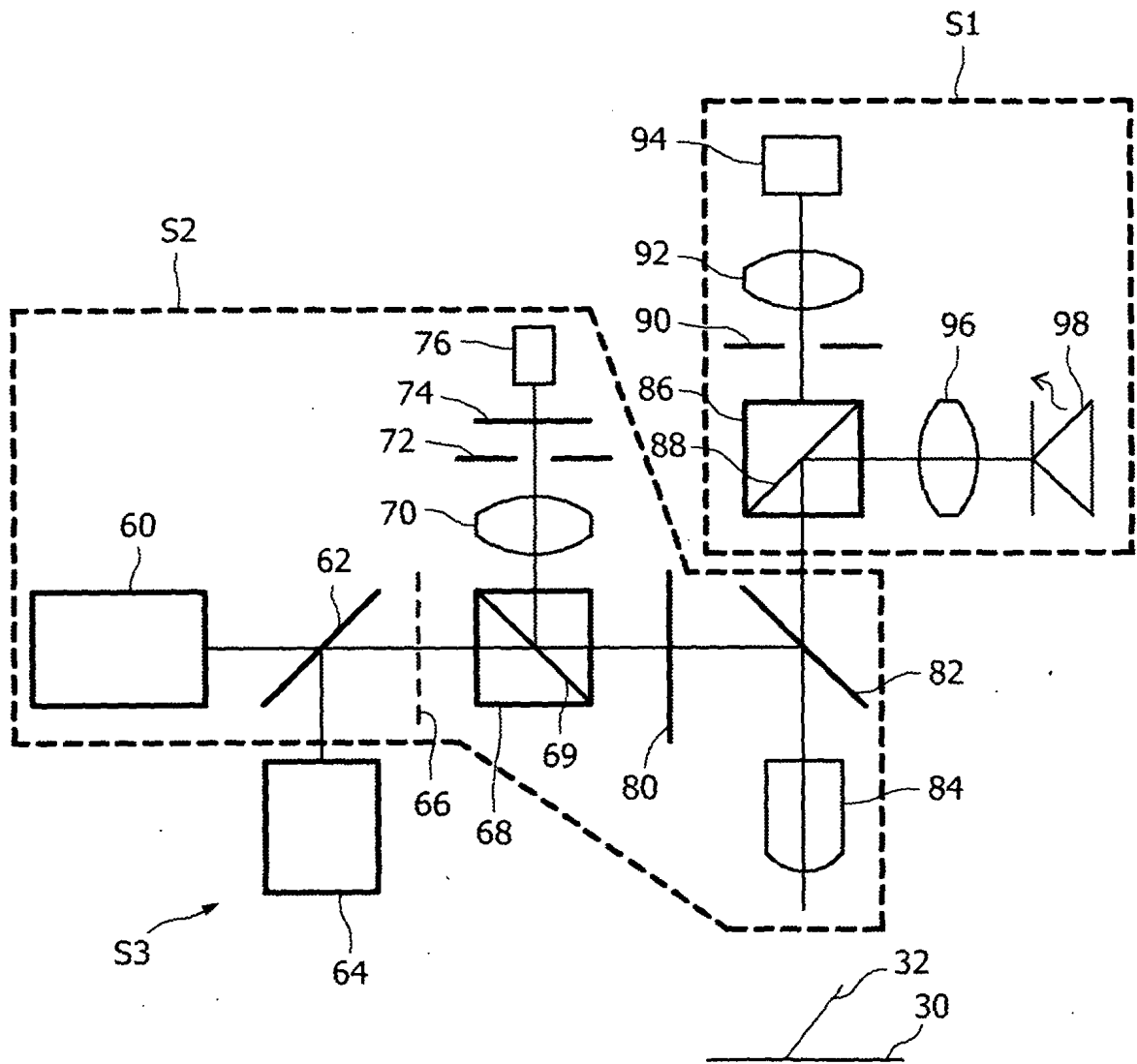


FIG. 5

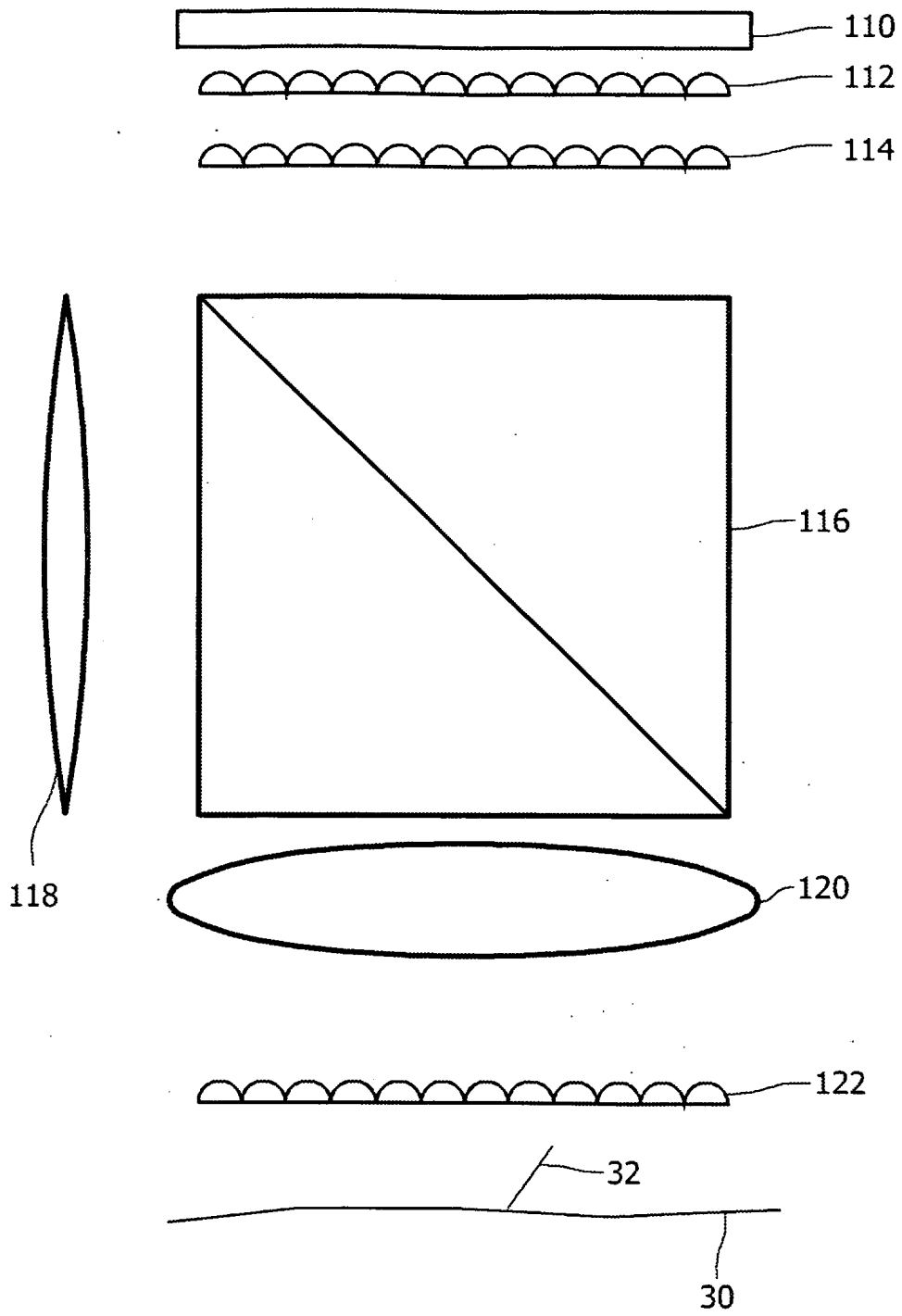


FIG. 7

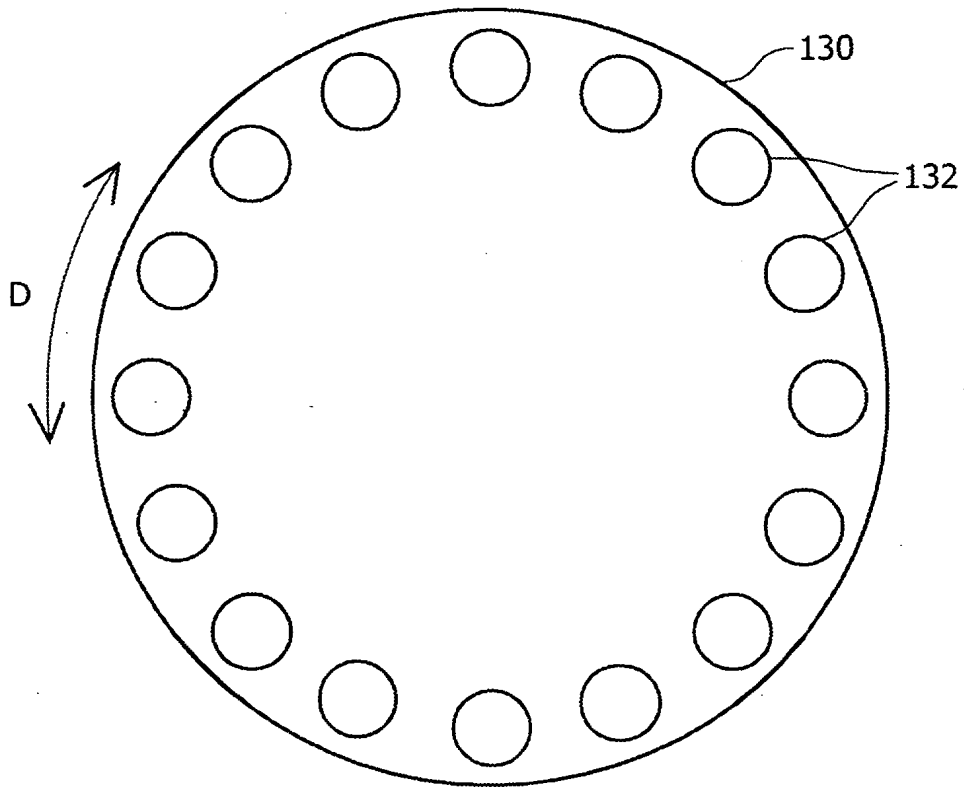


FIG. 8