

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 256**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/20** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61B 18/00** (2006.01)

**A61N 5/06** (2006.01)

**A61B 18/18** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2022** **PCT/EP2022/065651**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2022** **WO22263274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2022** **E 22731716 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025** **EP 4355240**

54 Título: **Conjunto óptico para su uso en un dispositivo de tratamiento de la piel**

30 Prioridad:

**18.06.2021 EP 21180439**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.04.2025**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.00%)**  
**High Tech Campus 52**  
**5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**VAN ABELEN, FRANK ANTON;**  
**VERHAGEN, RIEKO;**  
**BOAMFA, MARIUS IOSIF y**  
**THUMMA, KIRAN KUMAR**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 3 014 256 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

Conjunto óptico para su uso en un dispositivo de tratamiento de la piel

### 5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un conjunto óptico para su uso en un dispositivo de tratamiento de la piel, preferentemente, un dispositivo de fotodepilación, más preferentemente, un dispositivo basado en luz pulsada intensa. La invención se refiere además al dispositivo que comprende el conjunto óptico, y a un método de utilización del conjunto en el

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La luz pulsada puede utilizarse para realizar tratamientos capilares o cutáneos como la depilación cosmética. El impulso luminoso se genera utilizando fuentes como lámparas, bombillas, diodos emisores de luz o láseres. Penetra en la piel y se absorbe, por ejemplo, en la raíz del pelo. En consecuencia, aumenta la temperatura de la raíz del pelo. El crecimiento del pelo se inhibe si el aumento de temperatura es suficientemente elevado. Este proceso se conoce como fototermólisis selectiva.

Los dispositivos de tratamiento basados en la luz, como los dispositivos de luz pulsada intensa (IPL), los dispositivos de fotodepilación, los dispositivos de rejuvenecimiento de la piel, los dispositivos de fototerapia o los dispositivos de alivio del dolor, utilizan a menudo luz incoherente para el tratamiento de la piel o del vello. Por ejemplo, la tecnología IPL utiliza luz procedente, por ejemplo, de una lámpara de flash halógena, por ejemplo de Xe, con una fluencia relativamente baja (hasta 6,5 J/cm<sup>2</sup>) (en comparación con los dispositivos profesionales, para fotodepilación permanente, que utilizan fluencias superiores a 10 J/cm<sup>2</sup>), y una divergencia del haz relativamente alta (por ejemplo, en comparación con los láseres).

El documento EP 3 281 598 A1 divulga un dispositivo de tratamiento de la piel con láser para la descomposición óptica inducida por láser del vello o del tejido de la piel. Un sistema de barrido del haz escanea el haz mediante un prisma giratorio que aplica un desplazamiento lateral al haz. Un sistema de enfoque situado en el lado de salida del sistema de exploración del haz enfoca el haz de luz incidente en un punto focal del tejido.

### SUMARIO DE LA INVENCION

A diferencia de los dispositivos de tratamiento en los que se utilizan fibras ópticas como guías de ondas para guiar la luz hasta un objetivo (la piel), en los dispositivos que utilizan guías de ondas de luz basadas en prismas, la luz de tratamiento debe doblarse en ángulos relativamente grandes (por ejemplo, 90 grados) para ser guiada eficazmente hasta la piel. Los inventores de la presente invención han reconocido que no siempre es posible lograr tal orientación en estos últimos. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1, los rayos de luz pueden eludir la reflexión en el prisma, de modo que inciden en ángulos incorrectos en la guía de ondas. Además, como algunos rayos se reflejan y otros no, se produce una distribución angular y espacial no uniforme del haz de luz/luz de tratamiento en el dispositivo. Estos rayos no se dirigen eficazmente al objetivo. Además, debido a las características de fuente de luz incoherente del dispositivo, la luz emitida es difusa y se caracteriza por una amplia gama de ángulos de propagación. Es un objeto de la invención proporcionar un conjunto óptico para guiar eficazmente dicha luz difusa utilizando una guía de ondas óptica basada en prismas, garantizar la uniformidad de la luz de tratamiento y, a su vez, mejorar la eficacia del tratamiento del dispositivo. Es un objeto adicional de la invención reducir la fuga de luz mientras se guía la luz a través de la guía de ondas.

Otro problema, como se muestra en la figura 1, es que al utilizar guías de ondas basadas en prismas, incluso después de someterse a reflexión en el prisma, algunos rayos/luz incidentes pueden redirigirse hacia la fuente de tratamiento. Esto puede ocurrir cuando los rayos de luz inciden en una posición no óptima de la superficie reflectante del prisma, por ejemplo, en una parte superior de la hipotenusa del prisma. Es otro objeto de la invención proporcionar un conjunto óptico que aumente el flujo de luz incidente dirigido hacia el objetivo reduciendo dicha retropropagación de la luz.

Además, antes del tratamiento, es deseable obtener características (por ejemplo, pigmentación) de la piel/objetivo posicionado adyacente a una abertura de tratamiento del dispositivo a través de la cual los pulsos de luz de tratamiento se aplican a la piel. Otros aspectos como la detección del contacto con la piel, el número de pelos o el desplazamiento y movimiento del dispositivo son igualmente deseables. Por ejemplo, si no se detecta contacto con la piel o se detecta un tono de piel poco seguro, se impide que el dispositivo parpadee. Es aún otro objeto de la invención proporcionar un conjunto óptico que facilite la incorporación de otros elementos ópticos que puedan llevar a cabo estas funciones. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que no entran en el ámbito de las reivindicaciones, como los métodos para tratamientos terapéuticos, no forman parte de la invención y se muestran únicamente con fines ilustrativos.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un conjunto óptico para su uso en un dispositivo de tratamiento de la piel. El conjunto óptico comprende una fuente de luz, un primer prisma y un primer y segundo elementos de guiado con

caras reflectantes unidas/cerradas dispuestas opuestas o enfrentadas entre sí. El primer prisma incluye una primera superficie, una segunda superficie inclinada con la primera superficie y una tercera superficie contigua a la primera y a la segunda superficie. El primer elemento de guiado está dispuesto para guiar la luz transmitida desde la fuente luminosa a través de la primera superficie del primer prisma hasta su tercera superficie. El segundo elemento de guiado está dispuesto además para recibir, a través de la segunda superficie del primer prisma, la luz reflejada desde la tercera superficie del primer prisma y emitir la luz recibida para iluminar una parte del cuerpo/objetivo (piel). La primera superficie y la segunda superficie del primer prisma están separadas del primer elemento de guiado y del segundo elemento de guiado, respectivamente, por una interfaz de índice de refracción. En otras palabras, existe un material que es diferente del material del prisma, en contacto con cada una de la primera superficie y la segunda superficie. Durante el uso, la primera y segunda superficies actúan cada una como una superficie de reflexión interna total al estar dispuestas en contacto con un medio que tiene un índice de refracción menor que un índice de refracción del primer prisma. La primera y segunda superficies del primer prisma pueden estar dispuestas en contacto con, por ejemplo, el material del elemento de guiado adyacente que tenga un índice de refracción menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma. Según otro aspecto, se proporciona un método para realizar un tratamiento cosmético o no terapéutico del objetivo utilizando el conjunto óptico.

Según un aspecto, la tercera superficie del primer prisma o una superficie del segundo elemento de guiado está revestida, al menos parcialmente, con un revestimiento reflectante, por ejemplo, en un lado exterior. Según un aspecto, el primer elemento de guiado de luz y/o el segundo elemento de guiado de luz es un elemento de guiado de reflexión interna total (TIR).

La tercera superficie del primer prisma puede estar además en contacto con un medio de menor índice de refracción (aire o un revestimiento reflectante). Cuando el primer o el segundo elemento de guiado actúa como elemento TIR, las caras reflectantes del primer elemento de guiado de luz y/o las caras reflectantes del segundo elemento de guiado están dispuestas en contacto con el aire (medio de menor índice de refracción).

Según un aspecto, una cara de salida de luz del primer elemento de guiado y/o una cara de entrada de luz del segundo elemento de guiado están separadas por una separación predeterminada desde la primera superficie del primer prisma y la segunda superficie del primer prisma, respectivamente. La separación comprende además un material dieléctrico, en el que el material dieléctrico tiene un índice de refracción menor que el índice de refracción del primer prisma. La separación puede comprender además partículas metálicas, de vidrio y/o cerámicas.

Según un aspecto, el conjunto óptico comprende además un segundo prisma que tiene una primera superficie y una segunda superficie inclinadas entre sí y una tercera superficie adyacente a la primera y a la segunda superficie, en el que la tercera superficie del segundo prisma está unida o fusionada de forma removible a una porción de la tercera superficie del primer prisma o a una superficie reflectante del segundo elemento de guiado, y de tal manera que la primera superficie del segundo prisma está dispuesta sustancialmente paralela a la segunda superficie del primer prisma. La segunda superficie del segundo prisma puede incluir un revestimiento reflectante, por ejemplo en su cara exterior. La tercera superficie del segundo prisma puede incluir además una capa deformable, como una capa de silicona transparente. La segunda superficie del segundo prisma puede estar conectada a un actuador móvil.

Según un aspecto, el conjunto óptico comprende además un elemento de formación de imágenes para formar imágenes del objetivo a través de la primera superficie del segundo prisma. Para ello, el elemento de formación de imágenes puede montarse en la primera superficie o en otro componente adecuado del conjunto óptico.

Según un aspecto, se proporciona un filtro de luz y/o una ventana de aislamiento en el conjunto óptico. Se proporciona además un miembro de refrigeración en contacto térmico con el primer prisma.

Según un aspecto, se proporciona un dispositivo que comprende el conjunto óptico mencionado anteriormente, que es adecuado para tratar una parte del cuerpo/piel de un usuario. Según un aspecto, el segundo elemento de guiado está dispuesto en un accesorio extraíble del dispositivo.

Según un aspecto, se proporciona un método implementado por ordenador para realizar un tratamiento cosmético o no terapéutico de la piel. El método comprende proporcionar un conjunto óptico como se ha mencionado, determinar, basándose en al menos una imagen obtenida por un elemento de formación de imágenes del conjunto óptico si se debe o no realizar el tratamiento, y en caso afirmativo, guiar la luz emitida por una fuente de luz del conjunto óptico hacia el objetivo para realizar el tratamiento.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la realización(es) descritas en el presente documento.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra una guía de ondas basada en un prisma sin variación del índice de refracción en su interior. Las figuras 2a y 2b muestran el conjunto óptico 1 según una realización ejemplar de la invención. Las figuras 3a-d muestran el conjunto óptico 1 según una segunda realización ejemplar de la invención.

Las figuras 4a-e muestran el conjunto óptico 1 según una tercera realización ejemplar de la invención.  
 Las figuras 5a-e muestran el conjunto óptico 1 según una cuarta realización ejemplar de la invención.  
 La figura 6 muestra el dispositivo 2 que comprende el conjunto óptico 1 según una quinta realización ejemplar de la invención.  
 La figura 7 muestra el conjunto óptico 1 según una sexta realización ejemplar de la invención.  
 Las figuras 8a y 8b muestran el conjunto óptico 1 según una realización ejemplar de la invención.  
 La figura 9 muestra un método según una realización ejemplar de la invención.  
 La figura 10 muestra el dispositivo 2 que comprende el conjunto óptico 1 según una realización ejemplar de la invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

Las cuestiones ejemplificadas en la presente descripción se proporcionan para ayudar a una comprensión exhaustiva de diversas realizaciones ejemplares de la presente invención divulgadas con referencia a las figuras adjuntas.

En consecuencia, los expertos en la materia reconocerán que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones de las realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del ámbito de la invención reivindicada. En particular, pueden realizarse combinaciones de características específicas de diversos aspectos de la invención. Un aspecto o realización de la invención puede mejorarse ventajosamente añadiendo una característica descrita en relación con otro aspecto o realización de la invención.

Además, la funcionalidad asociada a cualquier medio particular puede estar centralizada o distribuida, ya sea local o remotamente. Un programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio no transitorio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, sino que también puede distribuirse en otras formas, tal como mediante la Internet u otros sistemas de telecomunicación alámbricos o inalámbricos. Puede ser ventajoso establecer que los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación. Además, la referencia a un elemento mediante el artículo indefinido "un" o "una" no excluye la posibilidad de que haya más de un elemento presente, a menos que el contexto exija claramente que haya uno y sólo uno de los elementos. Así pues, el artículo indefinido "un" o "una" suele significar "al menos uno".

La expresión "al menos uno de A, B y C" significa "A, B, y/o C", y que es suficiente si, por ejemplo, sólo B está presente. Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberían interpretarse como que limitan el alcance.

Una superficie se define en el presente documento para referirse a las caras de diversos componentes ópticos. El experto confiere el mismo significado a estas terminologías.

La luz emitida por una fuente de luz (una o más) con fines de tratamiento se denomina "luz de tratamiento". El dispositivo de tratamiento basado en la luz puede comprender otras fuentes de luz para emitir luz que no se utiliza como luz de tratamiento.

Además, aunque el método puede realizarse en casa, huelga decir que el método también puede explotarse prácticamente en un entorno industrial, por ejemplo, en salones comerciales.

El término "usuario" utilizado en el presente documento puede utilizarse para referirse también a la persona que utiliza el dispositivo, y no necesariamente al objetivo cuya piel se trata.

El término "elemento de guiado" abarca cualquier elemento que tenga dimensiones suficientes (longitud, anchura o altura iguales o diferentes entre sí) que pueda guiar la luz. Estos elementos pueden ser alargados y tener formas rectangulares, cuadradas, triangulares (por ejemplo, un prisma), trapezoidales, planas, curvas o un híbrido de planas y curvas (por ejemplo, plano-cóncavas) y similares. Los elementos de guiado 12 y 13 pueden comprender además superficies (caras) total o parcialmente unidas.

Las figuras 2a y 2b muestran vistas en sección transversal superior de la disposición óptica 1 según una realización ejemplar de la invención. La disposición puede colocarse dentro de un dispositivo de tratamiento de la piel o del vello, como el dispositivo IPL.

La disposición óptica 1 comprende una fuente de luz 10 que puede generar luz para iluminar y así tratar el objetivo 3. La fuente de luz 10 puede generar pulsos de luz de cualquier longitud de onda (o gama de longitudes de onda) y/o intensidades adecuadas o deseadas. Por ejemplo, la fuente de luz 10 puede generar luz visible, luz infrarroja (IR) y/o luz ultravioleta (UV). En una realización, la disposición comprende múltiples fuentes de luz 10. Cada fuente de luz 10 puede comprender cualquier tipo adecuado de fuente de luz, como uno o más diodos emisores de luz (LED), una lámpara de destello (xenón), uno o más láseres (por ejemplo, diodos láser, VCSEL), etc. La(s) fuente(s) de luz 10 puede(n) proporcionar pulsos de luz con un contenido espectral en la gama de 530-1200 nanómetros (nm) durante una duración de unos 2,5 milisegundos (ms), ya que estas longitudes de onda calientan la melanina del pelo y de la raíz del pelo por absorción, lo que pone a los folículos pilosos en fase de reposo, impidiendo el recrecimiento del pelo.

Estas longitudes de onda permiten además un contraste de absorción entre el vello y la dermis circundante y garantizan que la luz sea mínimamente absorbida por esta última. En una realización, la fuente de luz 10 es una fuente de luz de banda ancha que emite luz en un amplio espectro de longitudes de onda o frecuencias.

La disposición óptica comprende además un prisma (primer prisma 11) que está dispuesto para recibir la luz emitida por la fuente de luz 10. El primer prisma 11 comprende una primera superficie 111, una segunda superficie 112 inclinada con la primera superficie 111 y una tercera superficie 113 contigua a la primera superficie 111 y a la segunda superficie 112. La geometría de un prisma, por ejemplo, que el prisma incluya más superficies que las ejemplificadas en los dibujos, es bien conocida por los expertos en la materia. En una realización, la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 pueden ser dos superficies ortogonales de un prisma rectángulo, preferentemente, un prisma isósceles rectángulo, y la tercera superficie 113, la superficie oblicua (hipotenusa) que conecta la primera superficie ortogonal 111 y la segunda superficie 112. Esta configuración del prisma da lugar a una trayectoria de la luz que se dobla 90 grados, es decir, el ángulo entre la primera 111 y la segunda 112 superficie. Otras configuraciones de prisma dan lugar a ángulos de curvatura de la luz correspondientes al ángulo entre su respectiva primera superficie 111 y la segunda superficie 112. El primer prisma 11 puede estar hecho de un material con un índice de refracción  $n_p$  adecuado.

Los elementos de guiado 12 y 13 se ilustran además en las figuras 2a y 2b como parte del conjunto óptico 1.

Por ejemplo, el elemento de guiado 12 puede comprender superficies 121a, 121b, 122a y 122b, donde las superficies 121a y 121b se enfrentan entre sí en lados opuestos del primer elemento de guiado 12, por ejemplo, en lados opuestos de un eje L a través de la fuente de luz 10, el primer elemento de guiado 12 y el primer prisma 11. Las superficies 122a y 122b se enfrentan en otros dos lados opuestos del elemento de guiado 12 y se extienden perpendicularmente a dicho eje. Las superficies 121a y 121b son además superficies delimitadas (cerradas). Por lo tanto, las superficies 122a y 122b encierran el elemento de guiado 12 desde direcciones opuestas. Las superficies 121a, 121b, 122a y 122b pueden considerarse en el presente documento como las superficies superior, inferior y dos laterales del primer elemento de guiado 12.

El primer elemento de guiado 12 está dispuesto entre la fuente de luz y el primer prisma 11 de tal manera que la luz emitida desde la fuente de luz 10 es guiada a través de esta hacia la primera superficie 111 del primer prisma 11. El aire puede estar presente como medio entre la fuente de luz 10 y el primer elemento de guiado 12, de modo que la luz emitida por la fuente de luz 10 viaja a través del aire (índice de refracción  $n=1$ ) hasta el primer elemento de guiado 12. Las superficies/caras laterales opuestas 122a y 122b actúan como caras de entrada y salida de luz, respectivamente, para la luz emitida desde la fuente de luz 10. El borde 123a que separa la superficie superior 121a y la superficie lateral 122b del primer elemento de guiado 12 puede estar colocado a ras con el borde 114a que separa la primera superficie 111 y la tercera superficie 113 del primer prisma 11. El borde 123b que separa la superficie inferior 121b y la superficie lateral 122b del primer elemento de guiado 12 puede estar colocado a ras con el borde 114b que separa la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11.

De manera similar, las superficies unidas 131a y 131b se enfrentan entre sí en lados opuestos del segundo elemento de guiado 13, por ejemplo, en lados opuestos de un eje L' a través del segundo elemento de guiado 13 y el primer prisma 11. Por lo tanto, las superficies 131a y 131b encierran el elemento de guiado 13 desde direcciones opuestas. El segundo elemento de guiado 13 está dispuesto para recibir, a través de la segunda superficie 112 del primer prisma 11, la luz reflejada desde la tercera superficie 113 del primer prisma y emitirla para iluminar y, de ese modo, tratar el objetivo 3 (parte del cuerpo, por ejemplo, piel o cabello, de un usuario). La luz que incide sobre las superficies unidas 131a y 131b es reflejada por estas superficies hacia la abertura de tratamiento. En función de las dimensiones del primer elemento de guiado 12 y del segundo elemento de guiado 13, pueden producirse reflexiones múltiples en 121a, 121b y 131a, 131b. Tales reflexiones no se excluyen en el presente documento.

En la realización de la figura 2a/2b, las superficies enfrentadas opuestas 132a y 132b que se extienden perpendiculares al eje L' actúan como caras de entrada y salida de luz, respectivamente, para la luz reflejada desde la tercera superficie 113 del primer prisma 11. Las superficies 131a, 131b, 132a y 132b pueden considerarse en el presente documento superficies laterales, superiores e inferiores del segundo elemento de guiado 13. En una realización, por ejemplo, como se muestra en la figura 7, las superficies 131a y 131b pueden simplemente enfrentarse con una inclinación, es decir, sin ser paralelas entre sí. En este caso, la superficie 131a puede bisecar el eje L' y estar contigua a la superficie 131b que es paralela al eje L'. La superficie 132a puede conectar las superficies 131a y 131b, de modo que el segundo elemento de guiado 13 adopte la forma de un prisma. Por lo tanto, no es esencial que el elemento de guiado 13 comprenda la superficie 132b. Aquí, la superficie 131b actúa como la cara de salida de la luz, como se muestra en la figura 7.

El borde 133a que separa la superficie lateral 131a y la superficie superior 132a del segundo elemento de guiado 13 puede estar posicionado para estar enrasado con el borde 114b que separa la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11. El borde 133b que separa la superficie lateral 131b y la superficie superior 132a del segundo elemento de guiado 13 puede colocarse para que esté a ras con el borde 114c que separa la segunda superficie 112 y la tercera superficie 113 del primer prisma 11.

Como resultado de las superficies superior e inferior delimitadas 121a y 121b del elemento de guiado 12 y las

superficies laterales 131a y 131b del elemento de guiado 13, tanto la luz de tratamiento emitida desde la fuente de luz 10, como la reflejada desde la tercera superficie 113 del primer prisma 11 quedan confinadas al interior del elemento de guiado respectivo, reduciendo las pérdidas debidas a la divergencia del haz. Esto, a su vez, aumenta la cantidad de flujo luminoso que incide sobre el objetivo 3. Las superficies unidas de los elementos de guiado 12 y 13 son además reflectantes (por ejemplo, de metal o vidrio), de modo que la luz de tratamiento que se desvía es reflejada por las superficies unidas y (re)guiada hacia la primera superficie 111 del primer prisma 11 o hacia la abertura de tratamiento del objetivo 3, aumentando aún más la cantidad de flujo luminoso que incide sobre el objetivo 3.

El conjunto óptico multielemento (que incluye por tanto múltiples interfaces refractivas) que comprende el primer prisma 11 (por ejemplo, un prisma sólido), el primer elemento de guiado 12 y el segundo elemento de guiado 13 crea variaciones/diferencias de índice de refracción en las superficies 111 y 112 del primer prisma 11. Los rayos de luz 10a, 10b, 10c y 10d se muestran a efectos ilustrativos en la figura 2a. Cada rayo de luz transmitido desde la fuente de luz 10 entra en el primer prisma 11 a través de la primera superficie 111 (donde se refracta) y se refleja en la tercera superficie 113, antes de pasar por la segunda superficie 112 del primer prisma 11 (donde se refracta de nuevo) hacia el objetivo 3. El rayo de luz 10a puede además incidir indirectamente en la tercera superficie 113 mediante reflexión en la segunda superficie 112. En una realización descrita a continuación, esta reflexión puede surgir de TIR en la segunda superficie 112. Después de la reflexión en la tercera superficie 113, el rayo de luz 10d puede llegar indirectamente a la segunda superficie 112 a través de la reflexión en la primera superficie 111. En una realización descrita a continuación, esta reflexión puede surgir de TIR en la primera superficie 111. Dado que los rayos que entran en el primer prisma 11 a través de la primera superficie 111 son reflejados por la tercera superficie 113 y transmitidos a través del primer prisma 11 por la segunda superficie 112, se reducen las fugas de luz en el conjunto óptico 1. En consecuencia, aumenta el flujo de luz incidente dirigido hacia el objetivo 3. Debido a dicho recorrido óptico de la luz de tratamiento, se mantiene además la uniformidad espacial y/o angular.

En una realización, la tercera superficie 113 del primer prisma 11 incluye además un revestimiento reflectante R, de modo que la luz de tratamiento que incide sobre la tercera superficie sufre pérdidas de transmisión mínimas mientras es reflejada por la superficie.

El primer elemento de guiado 12 y el primer prisma 11 pueden estar dispuestos en contacto (y por lo tanto los bordes 123a, 114a y los bordes 123b, 114b están ambos enrasados y en contacto entre sí), como se muestra en las figuras 3a-3d, o estar dispuestas a una separación unas de otras como se muestra en las figuras 2a y 2b. Del mismo modo, el segundo elemento de guiado 13 y el primer prisma 11 pueden estar dispuestos en contacto (y por lo tanto los bordes 133a, 114b y los bordes 133b, 114c están ambos enrasados y en contacto entre sí), o estar dispuestos a una separación el uno del otro.

En una realización, las superficies laterales 122a y 122b del primer elemento de guiado 12, y las superficies superior e inferior 132a, 132b del segundo elemento de guiado 13 pueden estar además abiertas o cerradas.

Con las superficies/caras laterales abiertas 122a y 122b, el primer elemento de guiado 12 es esencialmente un elemento de guiado/guía de ondas hueco, de modo que la primera superficie 111 está dispuesta en contacto con aire (cualquier fluido) como medio que separa el primer prisma 11 y la fuente de luz 10. Del mismo modo, con las superficies superior e inferior abiertas 132a, 132b, el segundo elemento de guiado 13 es esencialmente un elemento de guiado hueco, de modo que la segunda superficie 112 está dispuesta en contacto con el aire (fluido) como medio que separa el primer prisma y la abertura de tratamiento del dispositivo. La luz de tratamiento puede seguir confinada entre las superficies delimitadas del primer y segundo elementos de guiado 12 y 13, tal como se ha indicado. El elemento de guiado hueco permite obtener un conjunto óptico 1 de peso reducido y, por tanto, hacer más ligero un dispositivo 2 que incorpore el conjunto óptico 1. En la práctica, dicho elemento de guiado hueco puede ser un tubo con superficies interiores reflectantes. Estas superficies suelen comprender una capa metálica (por ejemplo, una capa que se deposita sobre un sustrato transparente o una lámina metálica mediante técnicas de vacío).

Alternativamente, el primer elemento de guiado 12 y el segundo elemento de guiado 13 pueden ser un elemento hueco con superficies/caras laterales cerradas/ligadas 122a, 122b del primer elemento de guiado 12, y superficies superiores e inferiores ligadas 132a, 132b del segundo elemento de guiado 13. En una realización, dicho elemento de guiado puede ser un tubo cerrado con superficies reflectantes. En este caso, por ejemplo, la superficie lateral 122b del primer elemento de guiado 12 y la superficie superior 132a del segundo elemento de guiado 13 pueden estar dispuestas a una distancia de la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11, respectivamente.

Con superficies laterales cerradas/ligadas 122a, 122b del primer elemento de guiado 12, y superficies superior e inferior ligadas 132a, 132b del segundo elemento de guiado 13, el primer elemento de guiado 12 y el segundo elemento de guiado 13 pueden ser un sólido con índices de refracción apropiados  $n_1$  y  $n_2$ , donde  $n_1$  es igual o diferente de  $n_2$ . Los índices de refracción  $n_1$ ,  $n_2$  del primer y segundo elementos de guiado 12, 13, y  $n_p$  del primer prisma 11 pueden elegirse además para permitir la reflexión interna total de la luz (TIR) dentro de los primeros elementos de guiado 12, el segundo elemento de guiado 13 y el primer prisma 11, para minimizar aún más las pérdidas por transmisión (fugas de luz) en el conjunto óptico 1. Preferentemente, el elemento de guiado sólido puede estar hecho de material transparente con un índice de refracción suficientemente alto para guiar la distribución angular del haz generado por la fuente de luz 10.

El TIR se produce cuando un rayo de luz 10a (o 10b-d) que se propaga en el primer elemento de guiado 12 hecho de un material, por ejemplo, un sólido con cierto índice de refracción (por ejemplo, vidrio,  $n_1=1,5$ ) incide sobre la superficie superior 121a o la superficie inferior 121b que actúa como límite entre el sólido con mayor índice de refracción y el aire con menor índice de refracción ( $n=1$ ) (dichas superficies están dispuestas para estar en contacto con el aire) en un ángulo mayor que un ángulo crítico  $\theta_c$  (medido con respecto a un eje/normal que se extiende perpendicularmente a la superficie superior 121a o inferior 121b del primer elemento de guiado 12). En este caso, el rayo de luz se refleja totalmente en las superficies 121a y 121b. Como resultado del TIR, las pérdidas de transmisión de luz en las superficies reflectantes del primer elemento de guiado 12 se reducen aún más.

La TIR puede producirse además cuando el rayo de luz 10a que se propaga en el primer prisma hecho de un sólido (por ejemplo, vidrio,  $n_p=1,5$ ) incide sobre la superficie 111, 112 o 113 que actúa como límite entre el sólido con índice de refracción más alto y un medio (por ejemplo, aire, resina, sólido) que tiene un índice de refracción más bajo en un ángulo mayor que un ángulo crítico  $\theta_c$  (medido con respecto a un eje/normal que se extiende perpendicularmente a la superficie respectiva del primer prisma). En este caso, el rayo de luz se refleja totalmente en las superficies 111, 112 y 113.

En una realización, el índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11, para satisfacer la condición de TIR antes mencionada.

Suponiendo que un rayo 10d que es reflejado por la tercera superficie 113 del primer prisma 11 incide sobre la primera superficie 111 del primer prisma 11 y satisface la condición de TIR, este rayo de luz es reflejado internamente en su totalidad en la primera superficie 111 y por lo tanto acoplado de nuevo al prisma hacia la abertura de tratamiento. De este modo se reducen los casos en que un rayo, tras reflejarse en la tercera superficie 113, se escapa del primer prisma 11 hacia el primer elemento de guiado 12 a través de la primera superficie 111. Como resultado de la TIR en la primera superficie 111, dicha luz se redirige a la superficie 112, que transmite la luz más allá o la refleja hacia la superficie 113, dependiendo del ángulo de incidencia de dicha luz. Además, cuando se guía hacia el primer prisma 11, el rayo de luz 10a, 10b, 10c o 10d no se refleja internamente en su totalidad en la superficie 122b.

Por lo tanto, la disposición reduce el acoplamiento posterior de la luz al primer elemento de guiado en una dirección hacia la fuente de tratamiento 10, y a su vez mejora la uniformidad de la luz de tratamiento y aumenta la cantidad de luz dirigida a la piel.

En otra realización, el índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11.

Suponiendo que un rayo 10a que se origina en la primera superficie 111 del primer prisma 11 incide en la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y satisface la condición de TIR, este rayo de luz (10a) es reflejado internamente en su totalidad en la segunda superficie 112 a la tercera superficie 113 del primer prisma 11, que a continuación puede ser reflejado adicionalmente por la tercera superficie 113.

En una realización, la tercera superficie 113 del primer prisma 11 puede estar dispuesta en contacto con aire para permitir la TIR en la tercera superficie 113 a ciertos ángulos de incidencia. Además, puede estar revestida con un revestimiento reflectante R (por ejemplo, una capa metálica) que garantice que la mayoría de los rayos de la distribución angular del haz generado por la lámpara 10 se reflejen, independientemente de que se cumpla una condición de TIR en la superficie 113. En una realización, el revestimiento reflectante puede estar hecho de un material con un índice de refracción inferior al del primer prisma. Además, la TIR se produce cuando el rayo de luz 10a (o 10b-10d) que se propaga en el segundo elemento de guiado 13 hecho de un sólido (por ejemplo, vidrio,  $n_1=1,5$ ) incide sobre la superficie lateral 131a o 131b que actúa como límite entre el sólido de mayor índice de refracción y el aire de menor índice de refracción ( $n=1$ ) (dichas superficies están dispuestas para estar en contacto con el aire) en un ángulo mayor que un ángulo crítico  $\theta_c$  (medido con respecto a un eje/normal que se extiende perpendicularmente a la superficie lateral del segundo elemento de guiado 13). En este caso, el rayo de luz se refleja totalmente en las superficies 131a y 131b. Como resultado de la TIR, las pérdidas de transmisión de luz en las superficies reflectantes del segundo elemento de guiado 13 se reducen aún más. En el caso de un primer 12 y/o segundo 13 elemento de guiado hueco con aire en contacto con la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma sólido 11, la restricción del índice de refracción para la TIR se consigue implícitamente.

Además de guiar la luz de tratamiento que es emitida directamente por la fuente de luz 10 hacia el objetivo, el conjunto óptico 1 también guía la luz dispersada desde el objetivo y acoplada de nuevo al dispositivo a través de la abertura de tratamiento. El conjunto óptico 1 guía dicha luz a través del segundo elemento de guiado 13 hacia el primer prisma 11 y posteriormente hacia el primer elemento de guiado 12 de forma similar a la luz de tratamiento.

Un reflector (parabólico) 22 puede estar dispuesto detrás de la fuente de luz 10 para redirigir dicha luz de vuelta a través del primer elemento de guiado 12, el primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13 hacia el objetivo 3. El radio de curvatura del reflector 22 es suficientemente grande para recoger la luz retro dispersada y reflejarla hacia el primer elemento de guiado 12. El reflector 22 sirve además para redirigir la luz de tratamiento emitida por la fuente luminosa 1 que se propaga en dirección posterior.

Como se muestra en las figuras 2a y 2b, el primer elemento de guiado 12 y el primer prisma 11 pueden estar separados por una separación predeterminado G. En tales casos, la cara de salida de luz 122b del primer elemento de guiado 12 y la cara de entrada de luz 132a del segundo elemento de guiado 13 están separadas por la separación G de la primera superficie 111 y la segunda superficie 112, respectivamente, del primer prisma. Se trata de una realización para introducir la mencionada variación del índice de refracción en las superficies 111 y 112 del primer prisma 11.

Suponiendo que la TIR se produce en las superficies 121a y 121b del primer elemento de guiado 12, y en las superficies 131a y 131b del segundo elemento de guiado 13, y que los rayos se reflejan en la tercera superficie 113 del primer prisma (ya sea por TIR o por un revestimiento reflectante), cada rayo de luz 10a, 10b, 10c, 10d se refracta en la superficie lateral 122b del primer elemento de guiado 12, la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11, y las superficies 132a y 132b del segundo elemento de guiado. Los rayos de luz 10a, 10b, 10c y 10d inciden en la tercera superficie del primer prisma 11 y se reflejan en ella antes de incidir en su segunda superficie 112 o primera superficie 111 y en el segundo elemento de guiado 13, de modo que la luz de tratamiento sea homogénea y se reduzcan al mínimo las fugas de luz. Dado que la TIR se produce en las superficies 121a y 121b del primer elemento de guiado 12, en la tercera superficie 113 del primer prisma 11 y en las superficies 131a y 131b del segundo elemento de guiado 13, la fuga de luz se minimiza tanto en el primer y segundo elementos de guiado 12 y 13 como en el primer prisma 11.

Pueden producirse fugas en las separaciones que separan la cara de salida de luz 122b del primer elemento de guiado 12 y la primera superficie 111 del primer prisma 11, y la cara de entrada de luz 132a del segundo elemento de guiado 13 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11. Sin embargo, esta fuga puede minimizarse reduciendo el tamaño de las separaciones G, por ejemplo, un tamaño < 100 micrómetros, preferentemente 50-100 micrómetros, más preferentemente 5-30 micrómetros.

Aunque según la figura 2a, las separaciones G entre la cara de salida de luz 122b del primer elemento de guiado 12 y la primera superficie 111 del primer prisma 11, y la cara de entrada de luz 132a del segundo elemento de guiado 13 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 se muestran iguales, estos también pueden ser diferentes.

En una realización, la separación G comprende además un material dieléctrico 15. Ejemplos de dieléctricos son el aire ( $n=1$ ), la resina, el aceite, etc. Para permitir la TIR en las superficies 111 y 112 del primer prisma 11, el material dieléctrico tiene un índice de refracción menor que el índice de refracción del primer prisma 11. Con aire ( $n=1$ ) en contacto con la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma sólido 11 ( $n_p > 1$ ), se consigue implícitamente la restricción del índice de refracción para la TIR. En esta realización, los índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$  del primer elemento de guiado 12 y del segundo elemento de guiado 13 pueden ser menores, iguales o mayores que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11.

Cuando se produce la TIR en las superficies 111 y 112 del primer prisma 11 en interfaz con un medio (aire, resina) con menor índice de refracción, se genera una onda evanescente (campo) adyacente a las superficies 111 y 112 del primer prisma 11 en el medio menos denso (por ejemplo, en la separación G). Esto se muestra en la figura 4b. La intensidad de la onda evanescente decae exponencialmente desde la superficie respectiva hacia la separación. Para evitar que la onda evanescente se acople al primer y segundo elementos de guiado 12 y 13, es deseable elegir el tamaño del separación G para que sea lo suficientemente grande (por ejemplo, varios micrómetros) para permitir el decaimiento de la onda evanescente en la separación G.

En una realización preferida, la separación G se elige de 1 a 100 micrómetros, preferentemente de 5 a 30 micrómetros para reducir la fuga de luz, así como para permitir el decaimiento de la onda evanescente dentro del separación.

La separación G puede comprender además partículas de metal, vidrio y/o cerámica dispersas en la misma. Esto se ilustra en la figura 2b. Dichas micropartículas pueden estar compuestas de materiales como  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , y  $AlN$ , y pueden tener tamaños de 1 a varias decenas de micrómetros. Las partículas de estos materiales son térmicamente resistentes y mecánicamente fuertes, lo que a su vez da lugar a una separación mecánicamente estable. Además, no absorben la luz en el rango de longitud de onda pertinente para la fotodepilación. Por lo tanto, el efecto sobre la transmisión de la luz y, por tanto, sobre el tratamiento del cabello o la piel es insignificante. Una cobertura mínima de la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 con micropartículas, por ejemplo < 0,01 %, es suficiente para lograr dicho efecto técnico.

El primer elemento de guiado 12 y el segundo elemento de guiado 13 pueden fijarse al primer prisma 11 por métodos tales como el moldeo, mediante resinas (poliméricas) con índices de refracción similares a los elementos de guiado, o mediante el contacto de la primera y segunda superficies 111 y 112 del primer prisma 11 con las superficies 122b del primer elemento de guiado 12 y 133b del segundo elemento de guiado 13 asegurando un ajuste ceñido entre el primer elemento de guiado 12, el primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13. El primer prisma 11 puede mantenerse en su lugar fijando la tercera superficie 113 a una parte de la carcasa del dispositivo 2 utilizando medios de fijación adecuados, por ejemplo, con ayuda de resina, o sujetando mecánicamente una superficie superior (vista en paralelo al plano de la figura 2a o 2b) 115 del primer prisma 11.



Aunque las figuras 2a y 2b muestran el conjunto óptico 1 con un primer y un segundo elementos de guiado 12 y 13 sólidos, cada uno separado del primer prisma 11 por una separación G, como se muestra en las figuras 3a-d y 4a-e, cualquier combinación de disposiciones del conjunto óptico 1 es posible según la invención. Por lo tanto, las realizaciones discutidas anteriormente en relación con las figuras 2a y 2b pueden combinarse sin restricciones en cualquiera de las realizaciones divulgadas en las figuras 3a-d y 4a-e.

La figura 3a muestra una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11 y un primer elemento de guiado 12 y un segundo elemento de guiado 13 que son guías de ondas huecas, de modo que el aire está en contacto con la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11.

La figura 3b es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado 12 y un segundo elemento de guiado 13, donde el primer elemento de guiado 12 es una guía de ondas hueca de manera que el aire está en contacto con la primera superficie 111 del primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13 es un sólido con la superficie 132a dispuesta en contacto con la segunda superficie 112 del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11, como se muestra en la figura 3b.

La figura 3c es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado 12 y un segundo elemento de guiado 13, en el que el segundo elemento de guiado 13 es una guía de ondas hueca de manera que el aire está en contacto con la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y el primer elemento de guiado 12 es un sólido con la superficie 122b dispuesta en contacto con la primera superficie 111 del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11, como se muestra en la figura 3c.

La figura 3d es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado sólido 12 y un segundo elemento de guiado sólido 13, donde la superficie 122b del primer elemento de guiado 12 está dispuesta en contacto con la primera superficie 111 del primer prisma 11 y la superficie 132a del segundo elemento de guiado 13 está dispuesta en contacto con la segunda superficie 112 del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 y el índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 pueden ser menores que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11, como se muestra en la figura 3d. La figura 4a es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado sólido 12 y un segundo elemento de guiado hueco 13, donde el primer elemento de guiado 12 está separado de la primera superficie 111 del primer prisma 11 por una separación G que comprende un dieléctrico 15 (aire, resina, etc.) y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 está dispuesta en contacto con el aire. El índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 puede ser menor, igual o mayor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. En la figura 4a, se muestra que el índice de refracción  $n_1$  es igual al índice de refracción  $n_p$ .

La figura 4b es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado hueco 12 y un segundo elemento de guiado sólido 13, en el que el segundo elemento de guiado 13 está separado de la segunda superficie 112 del primer prisma 11 por una separación G que comprende un dieléctrico 15 (aire, resina, etc.) y la primera superficie 111 del primer prisma 11 está dispuesta en contacto con aire. El índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 puede ser menor, igual o mayor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. En la figura 4b, se muestra que el índice de refracción  $n_2$  es igual al índice de refracción  $n_p$ .

La figura 4c es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado sólido 12 y un segundo elemento de guiado sólido 13, donde el primer elemento de guiado 12 está separado de la primera superficie 111 del primer prisma 11 por una resina (polimérica) 15a y el segundo elemento de guiado 13 está también separado de la segunda superficie 112 del primer prisma 11 por una resina (polimérica) 15b. El índice de refracción  $n_1$ ,  $n_2$  del primer y segundo elemento rector 12, 13, respectivamente, puede ser menor, igual o mayor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. En la figura 4c, se muestra que los índices de refracción  $n_1$  y  $n_2$  son iguales al índice de refracción  $n_p$ . Los índices de refracción  $n_{r1}$ ,  $n_{r2}$  de las resinas poliméricas 15a, 15b pueden ser menores que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. Además,  $n_{r1}$  puede ser igual o diferente de  $n_{r2}$ .

La figura 4d es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado sólido 12 y un segundo elemento de guiado sólido 13, en el que el primer elemento de guiado 12 está dispuesto en contacto con la primera superficie 111 del primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13 está separado de la segunda superficie 112 del primer prisma 11 por una resina 15b. El índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. Los índices de refracción  $n_{r2}$  de la resina 15b pueden ser menores que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 puede ser menor, igual o mayor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. En la figura 4d, se muestra que el índice de refracción  $n_2$  es igual al índice de refracción  $n_p$ .

La figura 4e es una realización ejemplar del conjunto óptico 1 que comprende un primer prisma sólido 11, un primer elemento de guiado sólido 12 y un segundo elemento de guiado sólido 13, donde el primer elemento de guiado 12 está separado de la primera superficie 111 del primer prisma 11 por una separación G que comprende aire como

dieléctrico y el segundo elemento de guiado 13 está dispuesto en contacto con la segunda superficie 112 del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 puede ser menor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. El índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 puede ser menor, igual o mayor que el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11. En la figura 4e, se muestra que el índice de refracción  $n_1$  es igual al índice de refracción  $n_p$ . Suponiendo que el medio entre la fuente de luz 10 y el primer elemento de guiado tiene un índice de refracción  $n_0$ , en realizaciones en las que la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 están dispuestas en contacto con un sólido, el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11 para satisfacer las condiciones de TIR en el conjunto óptico 1 puede calcularse con respecto a los índices de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 y  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 como sigue.

$$n_p^2 \geq n_0^2 + n_1^2$$

$$n_p^2 \geq n_0^2 + n_2^2$$

Por ejemplo, en la realización de la figura 2a, suponiendo que la luz emitida desde la fuente de luz 10 viaja a través del aire hasta el primer elemento de guiado 12, y el primer elemento de guiado 12 y el segundo elemento de guiado 13 están hechos de vidrio óptico estándar,  $n_0 = 1$ ,  $n_1 = n_2 = 1,5$ , de modo que el requisito para el material del prisma es  $n_p \geq 1,8$ . Tal índice de refracción puede realizarse en vidrio.

En realizaciones en las que la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 están dispuestas en contacto con aire, los índices de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado 12 o  $n_2$  del segundo elemento de guiado 13 en la ecuación anterior se sustituyen por 1, es decir

$$n_p^2 \geq n_0^2 + 1$$

La superficie superior 115 del primer prisma 11 y la superficie inferior (no mostrada) están dispuestas típicamente en contacto con el aire o sujetas mecánicamente, por ejemplo, mediante abrazaderas metálicas, lo que no influye en el índice de refracción externo  $n_i$  en la relación de índice de refracción entre los componentes del conjunto óptico 1.

En realizaciones en las que la primera superficie 111 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 están dispuestas en contacto con una resina, el índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11 para satisfacer las condiciones de TIR en el conjunto óptico 1 puede calcularse con respecto a los índices de refracción  $n_{r1}$  de la resina polimérica 15a y  $n_{r2}$  de la resina polimérica 15b se calcula como:

$$n_p^2 \geq n_0^2 + n_{r1}^2$$

$$n_p^2 \geq n_0^2 + n_{r2}^2$$

Por ejemplo, en la realización de la figura 4c, suponiendo que la luz emitida desde la fuente de luz 10 viaja a través del aire hasta el primer elemento de guiado 12, y el material de las resinas 15a y 15b se elige como 1,4 (las resinas con  $n < 1,4$  son igualmente aplicables),  $n_0 = 1$ ,  $n_{r1} = n_{r2} = 1,4$ , de modo que el requisito para el material del prisma es  $n_p \geq 1,72$ . Este índice de refracción puede realizarse en vidrio (por ejemplo, Schott N-SF4) o plástico óptico (por ejemplo, polímeros con fracciones de tiantreno).

Las realizaciones anteriores muestran el conjunto óptico 1 que comprende un único primer elemento de guiado 12 entre el primer prisma 11 y la fuente de luz 10, y un único segundo elemento de guiado 13 entre el primer prisma 11 y la abertura de tratamiento (no mostrada). En una realización, se puede disponer otro elemento de guiado de luz (no mostrado) entre el primer prisma 11 y la fuente de luz 10. El elemento adicional de guiado de la luz puede estar situado junto al primer elemento de guiado 12 o integrado en él, y puede ser hueco o sólido con superficies superiores reflectantes unidas a ras con la superficie 121a del primer elemento de guiado 12. Del mismo modo, entre el primer prisma 11 y la abertura de tratamiento puede disponerse otro elemento conductor de la luz. No hay restricciones en cuanto al número de elementos de guiado adicionales. Mediante el uso de otros elementos de guiado de luz, la luz de tratamiento difusa (con diferentes ángulos de propagación) se colima aún más entre la fuente de luz 10 y el objetivo 3.

La figura 5a-e muestra varios esquemas del conjunto óptico 1 que comprende además un filtro óptico 16. Como se ha mencionado, la fuente de luz 10 puede emitir luz que comprenda múltiples longitudes de onda ("luz incoherente/blanca", no monocromática). Por ejemplo, las lámparas de flash de xenón son capaces de generar una luz intensa dentro de una gama espectral que va desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, es decir, desde menos de 400 nm hasta 1700 nm. Las longitudes de onda inferiores a 530 nm son absorbidas por las hemoglobinas de la sangre, lo que puede provocar molestias y efectos secundarios, por lo que es preferible filtrar esta luz. Además, en caso de que se produzcan altas tensiones en las superficies exteriores de la fuente de luz 10, puede ser necesario un aislante eléctrico en el dispositivo 2 para la protección contra riesgos eléctricos. Para evitar que la radiación no deseada sea guiada hacia el objetivo mientras se utiliza el dispositivo 2, y/o proporcionar aislamiento eléctrico, se utiliza un filtro

adecuado en el dispositivo 2.

En la figura 5a, se muestra el filtro 16 montado por encima de la superficie 132a del segundo elemento de guiado 13, proximal a la abertura de tratamiento (no mostrada). La separación G, rellena de aire o de otro dieléctrico con un índice de refracción adecuado ( $n_r < n_p$ ), entre el filtro 16 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11 permite la TIR en la segunda superficie 112 del primer prisma 11. El filtro 16 puede tener una sección transversal mayor que el segundo elemento de guiado 13 para proporcionar un mejor aislamiento eléctrico (por ejemplo, aumentando la distancia de fuga eléctrica del aislante). Para acomodar la separación G en un conjunto óptico 1, las realizaciones con filtro 16 pueden incluir una separación (total) mayor entre la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13. En esta realización, el filtro 16 también funciona como aislante.

Como resultado del conjunto óptico basado en prismas 1 que posiciona la fuente de luz 10 y la abertura de tratamiento (no mostrada) adyacentes al objetivo 3 en direcciones no coaxiales, por ejemplo a 90 grados uno con respecto al otro como se muestra en las realizaciones anteriores, el filtro 16 (por ejemplo, filtro óptico) puede posicionarse alternativamente adyacente o integrado con el primer elemento de guiado 12 (figuras 5b, 5c). Dicho conjunto óptico 1 ofrece más flexibilidad para incorporar elementos adicionales de formación de imágenes, por ejemplo, una cámara en la línea de visión del objetivo, por ejemplo, a lo largo del eje L' en la figura 2a o perpendicular a L' como se muestra en la figura 7, componentes aislantes adicionales, etc. La figura 5b muestra una ventana de aislamiento transparente (por ejemplo, de vidrio) 17 intercalada entre la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y la superficie 132a del segundo elemento de guiado 13. La ventana óptica 17 puede estar dispuesta adyacente y/o sustancialmente paralela a la segunda superficie 112 del primer prisma 11. Dependiendo del índice de refracción de la ventana, puede haber o no una separación G entre la ventana 17 y la segunda superficie 112 del primer prisma 11. La ventana 17 proporciona aislamiento eléctrico a la salida del dispositivo 2, cerca de la abertura de tratamiento. Para acomodar la separación G en el conjunto óptico 1, las realizaciones con ventana 17 pueden comprender una separación (total) mayor entre la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y el segundo elemento de guiado 13.

En otra realización, la ventana óptica 17 o el filtro 16 pueden estar dispuestos adyacentes y/o sustancialmente paralelos a la primera superficie 111 del primer prisma 11.

Las figuras 5d y 5e muestran esquemas del conjunto óptico 1 en el que el filtro 16 está dispuesto en el primer prisma 11. En la figura 5d, el filtro 16 se muestra dispuesto completamente en el primer prisma 11 (por ejemplo, utilizando vidrio dopado como material del prisma). En este caso, además de guiar la luz desde la fuente luminosa 10 hasta la abertura de tratamiento, el primer prisma 11 también actúa como filtro óptico. Mientras que el filtro 16 bloquea las longitudes de onda de luz no deseadas, es transparente a las longitudes de onda de luz para el tratamiento. El experto en la materia sabe elegir un filtro adecuado que cumpla ambos objetivos.

En esta realización, la tercera superficie 113 del primer prisma 11 puede estar en contacto térmico con un miembro de refrigeración 19 (por ejemplo, un disipador de calor), de modo que el filtro puede enfriarse eficazmente. Esto, a su vez, protege al usuario del dispositivo 2 del calor emitido por el filtro 16 durante el funcionamiento del dispositivo. Además, como el calor se canaliza eficazmente hacia el miembro refrigerador 19, el propio filtro 16 tiene una temperatura más baja (valor  $< 100^\circ\text{C}$ ). Para fabricar el filtro se puede utilizar una selección más amplia de materiales poliméricos capaces de soportar temperaturas más bajas.

El filtro 16 puede estar dispuesto en contacto con un revestimiento reflectante R en la tercera superficie 113 del primer prisma 11, y el miembro de refrigeración unido entonces al revestimiento reflectante R.

La figura 5e muestra que el filtro 16 puede estar dispuesto parcialmente en el primer prisma 11, coexistiendo una superficie exterior del filtro 16 con la tercera superficie 113 del primer prisma 11. La luz procedente de la fuente luminosa 10, al ser guiada hacia la tercera superficie 113 del primer prisma 11, atraviesa primero el filtro óptico 16. Como resultado, la luz se filtra para eliminar las longitudes de onda ópticas no deseadas antes de alcanzar el objetivo al ser reflejada por la tercera superficie 113. Es deseable que el índice de refracción del filtro 16 sea similar al índice de refracción del primer prisma 11. Esto reduce las reflexiones de la luz en la interfaz prisma-filtro, de modo que toda la luz de tratamiento incidente se transmite a la tercera superficie 113 a través del filtro óptico 16. Entre la fuente de luz 10 y el objetivo (piel o cabello), toda la luz pasa dos veces por el filtro 16, viajando hacia la tercera superficie 113 y alejándose de ella al reflejarse. Debido a esta mayor longitud del camino óptico, la capa filtrante puede tener (menos de) la mitad del grosor de un filtro de paso tradicional (por ejemplo,  $< 1\text{ mm}$ ). Como se muestra en la figura 5e, la superficie exterior del filtro 16 (y la tercera superficie 113 del primer prisma 11) puede estar dispuesta en contacto con un miembro de refrigeración 19 a través de un revestimiento reflectante R en la tercera superficie 113, para mejorar aún más la eficiencia de refrigeración del filtro.

Alternativamente, el filtro 16 puede estar simplemente dispuesto sobre la tercera superficie 113 del primer prisma 11 (no mostrado) como un revestimiento. En las realizaciones 5d o 5e, el filtro 16, el revestimiento reflectante R y el miembro de refrigeración 19 pueden cortarse para permitir que la luz procedente de un elemento de formación de imágenes situado cerca del miembro de refrigeración 19 se desplace a través del primer prisma 11 hasta el objetivo/piel.

La figura 6 muestra el esquema del conjunto óptico 1 comprendido dentro de un dispositivo de tratamiento basado en luz 2. El conjunto óptico 1 puede estar alojado en un cuerpo principal (mostrado en la figura 10) del dispositivo 2. El dispositivo 2 puede incluir al menos un accesorio 21, y el segundo elemento de guiado 13 puede estar dispuesto alternativamente en el accesorio 21 del dispositivo 2 para guiar la salida de luz desde el primer prisma 11 hacia el objetivo 3.

El conjunto óptico 1 de la figura 6 comprende además un segundo prisma 18 (por ejemplo, que tiene una forma triangular recta) montado en la tercera superficie 113 del primer prisma 11. El segundo prisma 18 comprende una primera superficie 181 y una segunda superficie 182 inclinadas entre sí y una tercera superficie 183 contigua a la primera superficie 181 y a la segunda superficie 182. El índice de refracción  $n_p'$  del segundo prisma 18 puede ser similar al índice de refracción  $n_p$  del primer prisma 11.

Como se ha mencionado, la tercera superficie 113 del primer prisma 11 (en su lado exterior) puede incluir además un revestimiento reflectante R. La tercera superficie 113 puede estar total o parcialmente revestida utilizando este revestimiento R.

La tercera superficie 183 del segundo prisma 18 puede estar unida o fusionada de forma removible a una porción no revestida de la tercera superficie 113 del primer prisma 11. Además, la primera superficie 181 del segundo prisma 18 puede estar dispuesta sustancialmente paralela a la segunda superficie 112 del primer prisma 11 (perpendicular al eje L'). La segunda superficie 182 del segundo prisma 18 puede incluir además un revestimiento reflectante R' ( $R' = o \neq R$ ) de modo que la luz de tratamiento que se filtra en el segundo prisma 18 y que incide en la segunda superficie 182 sufra pérdidas de transmisión mínimas en la superficie. Como resultado del revestimiento, cualquier luz que alcance la superficie 182 del segundo prisma 18 se refleja en el primer prisma 11 para su reciclaje. El reciclaje permite que la luz de tratamiento de la fuente de luz 10 reflejada en diversas superficies (por ejemplo, la piel, los componentes ópticos del dispositivo) se utilice de nuevo para el tratamiento.

En una realización alternativa en la que el segundo elemento de guiado 13 tiene forma de prisma como se muestra en la figura 7, el (por ejemplo, tercera superficie 183 del) segundo prisma 18 puede estar unida a una superficie no revestida 131a (superficie oblicua/hipotenusa) del segundo elemento de guiado 13, como se muestra en la figura 7. La superficie 131a puede comprender un revestimiento reflectante total o parcial R. La primera superficie 181 del segundo prisma 18 puede estar dispuesta sustancialmente paralela a la superficie 131b del segundo elemento de guiado 13. La segunda superficie 182 del segundo prisma 18 puede incluir además un revestimiento reflectante, como se ha mencionado anteriormente con referencia a la figura 6.

En las realizaciones de las figuras 6-8, un elemento de formación de imágenes, por ejemplo, una cámara C, puede montarse adicionalmente en la primera superficie 181 del segundo prisma 18 o adyacente a ella para obtener imágenes del objetivo (la parte del cuerpo). El segundo prisma 18 está dispuesto de tal manera que funciona como puerto de visualización de la cámara y entrada para la luz de formación de imágenes. En la realización de la figura 6, la luz de formación de imágenes incide y se transmite a través de la primera superficie 181 y la tercera superficie 183 del segundo prisma 18 dispuesto en la porción no revestida de la tercera superficie 113 del primer prisma, a través de la segunda superficie 112 del primer prisma 11 y las superficies 132a y 132b del segundo elemento de guiado 13 y la fijación 21 al objetivo 3. En la realización de la figura 7, la luz de formación de imágenes incide (no se muestra) y se transmite a través de la primera superficie 181 y la tercera superficie 183 del segundo prisma 18 dispuesto en la porción no revestida de la superficie 131a del segundo elemento de guiado 13, la superficie 131b del segundo elemento de guiado 13 para alcanzar el objetivo 3. Aunque se indica que el segundo prisma 18 está unido a una porción no revestida del revestimiento reflectante del primer prisma o del segundo elemento de guiado, se trata simplemente de una característica preferida.

La cámara C puede estar montada en otro elemento del dispositivo 2 (por ejemplo, montada en la carcasa del dispositivo 2), siempre que esté dispuesta adecuadamente para obtener imágenes de la piel a través de la primera superficie 181 del segundo prisma 18. Por lo tanto, su posición en el conjunto óptico 1 no se limita a las realizaciones de las figuras 6-8.

El recuadro de la figura 6 muestra una vista superior de la primera superficie 181 del segundo prisma 18. La luz de formación de imágenes de la cámara (por ejemplo, mediante LED) puede entrar a través del puerto(s) de entrada de luz O en el objetivo 3. La luz reflejada del objetivo 3 que vuelve a entrar en la cámara a través del puerto de salida de luz O' puede ser detectada por el elemento de formación de imágenes de la cámara C.

De este modo, pueden obtenerse las características (por ejemplo, pigmentación de la piel/tono de la piel) de la piel adyacente a una abertura de tratamiento del dispositivo a través de la cual se aplican los pulsos de luz de tratamiento a la piel. La cámara C también puede utilizarse para detectar el contacto con la piel, el número de pelos o el desplazamiento y movimiento del dispositivo. Por ejemplo, si no se detecta contacto con la piel o se detecta un tono de piel poco seguro, se impide que el dispositivo parpadee. Esto también ofrece una ventaja económica al no tener que incorporar al dispositivo sensores de contacto/tono cutáneo/movimiento específicos.

En el caso de las configuraciones de las figuras 5d y 5e, como se ha mencionado, puede proporcionarse además un

corte o un canal de luz (por ejemplo, utilizando un revestimiento transmisivo adecuado) en el filtro 16, el miembro de refrigeración 19 y el recubrimiento del primer prisma 11, por ejemplo dejando una parte del filtro transparente a toda la luz visible, una parte de la superficie 113 del primer prisma 11 sin revestimiento, de manera que se permita el paso de la luz desde y hacia el elemento de formación de imágenes C. El segundo prisma 18 puede montarse en una sección de la tercera superficie 113 del primer prisma 11 que no esté cubierta por el miembro de refrigeración 19. En la realización de la figura 7, se puede acoplar otro elemento de guiado a la superficie 131b del segundo elemento de guiado 13 para guiar la luz de tratamiento y la luz de formación de imágenes hacia el objetivo. Además, el camino óptico diferente de la luz de formación de imágenes en esta realización hace que la presencia del canal de luz mencionado no sea esencial.

Los aspectos restantes de las realizaciones de las figuras 6 y 7 son similares a las mencionadas anteriormente y no se repetirán aquí en aras de la concisión.

En la realización de la figura 6-8 pueden combinarse con cualquiera de los conjuntos ópticos divulgados en las figuras 2-5, o cualquier otro conjunto de elementos múltiples que pueda utilizarse para superar al menos uno de los problemas técnicos mencionados anteriormente.

Como se ha mencionado, la tercera superficie 183 del segundo prisma 18 puede estar unida o fusionada de forma removible a una porción no revestida de la tercera superficie 113 del primer prisma 11 o a la superficie 131a del segundo elemento de guiado 13. Esto es especialmente útil cuando el conjunto óptico 1 incluye un elemento de formación de imágenes, como una cámara C.

Las figuras 8a y 8b se han mostrado en referencia a la configuración de la cámara de la figura 6. También puede combinarse con la configuración de cámara descrita con referencia a la figura 7.

Como se muestra en las figuras 8a y 8b, la segunda superficie 182 del segundo prisma 18 (que puede estar revestida por el revestimiento reflectante R') está conectada a un actuador móvil A. En un primer modo de operación, como se muestra en la figura 8a, el movimiento del actuador A hace que el segundo prisma 18 se disponga en contacto con el primer prisma 11 (con su tercera superficie 113). A continuación, la cámara C obtiene una o varias imágenes del objetivo 3. En este modo, la fuente de luz de tratamiento 10 está apagada. En otras palabras, este etapa se lleva a cabo antes del tratamiento del objetivo mediante el pulso de luz.

La tercera superficie 183 del segundo prisma 18 puede incluir además una capa elástica/deformable AD, preferentemente una capa de silicona transparente, que se pone en contacto con la porción no revestida de la tercera superficie 113 del primer prisma 11. La capa deformable permite que los prismas tengan un buen contacto óptico entre sí. En una realización, el índice de refracción de la capa deformable es similar a los índices de refracción  $n_p$  del segundo prisma 18 y  $n_p$  del primer prisma 11. En este caso, en el primer modo de operación, como se muestra en la figura 8a, el movimiento del actuador A hace que el segundo prisma 18 se disponga en contacto con el primer prisma 11 (con su tercera superficie 113) a través de la capa deformable AD.

Después de que las características del objetivo son confirmadas por la cámara C usando la(s) imagen(es) obtenida(s) y se determina que el objetivo es seguro para el tratamiento basado en luz por un controlador (no mostrado en la figura 8a/8b), se inicia un segundo modo de operación. En el segundo modo de operación, como se muestra en la figura 8b, el movimiento del actuador A hace que el segundo prisma 18 se desconecte de/no esté en contacto con el primer prisma 11.

Como resultado del segundo modo de operación, se crea una separación de aire entre la tercera superficie 113 del primer prisma 11 y la capa deformable AD en la tercera superficie del segundo prisma 18. Debido a la separación de aire, en la tercera superficie 113 se forma una interfaz de medios de alto (prisma 11)-a-bajo (aire) índice de refracción. Como resultado, una gran fracción de la luz procedente de la fuente de luz 10 (y de la luz reflejada por el objetivo 3 que está acoplado al dispositivo 2) se refleja internamente en su totalidad en la tercera superficie 113 del primer prisma 11, sin que se produzcan fugas perjudiciales hacia el segundo prisma 18 y la cámara C. En esta realización, se utiliza como ejemplo una separación de aire, sin embargo, como se desprende de lo anterior, cualquier fluido puede estar comprendido en la separación siempre que su índice de refracción permita la TIR en la tercera superficie 113 del primer prisma 11.

En este modo, opcionalmente, la cámara C puede desactivarse como se muestra en la figura 8b. En combinación con el segundo prisma 18 retraído, la cámara C está más protegida de los destellos de alta intensidad de la fuente de luz 10.

La figura 9 muestra un método para operar el dispositivo 2 para tratamiento cosmético según una realización ejemplar de la invención. Aunque se describe en referencia a la disposición estructural del elemento de formación de imágenes descrito en la figura 6, también es aplicable al de la figura 7.

El método comprende proporcionar el conjunto óptico 1 de cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas. Se obtiene al menos una imagen del objetivo 3 (ya sea mediante el elemento de imagen C o mediante un elemento

de imagen/cámara externo) para determinar su idoneidad para el tratamiento y, de este modo, determinar si se debe realizar el tratamiento. En caso afirmativo, la luz emitida por una fuente luminosa 10 del conjunto óptico 1 se guía hacia el objetivo para realizar el tratamiento.

5 Con más detalle, en la etapa 901, el dispositivo 2 (porción de cuerpo principal o accesorio) se pone en contacto con el objetivo 3 (piel) para el tratamiento. En la etapa 902, se determina si se ha establecido correctamente el contacto entre el dispositivo 2 y el objetivo utilizando un sensor de contacto con la piel adecuado.

10 Si el controlador del dispositivo, basándose en la salida del sensor, determina que no se ha establecido contacto de la piel con el dispositivo, el controlador transmite una señal de control a una unidad de interfaz conectada a una pantalla en la etapa 902, que informa entonces al usuario para que coloque el dispositivo 2 en contacto con el objetivo 3.

15 Si el controlador del dispositivo, basándose en la salida del sensor, determina que se ha establecido contacto de la piel con el dispositivo, en la etapa 903, se transmite una señal de control para activar el actuador A del conjunto óptico 1. A continuación, el segundo prisma 18 se desplaza hacia la porción (no revestida) de la tercera superficie 113 del primer prisma 11, de modo que la capa deformable AD esté en contacto con dicha porción de la tercera superficie 113.

20 En la etapa 904, se transmite una señal de control a la cámara C del conjunto óptico 1. A continuación, la cámara C obtiene imágenes del objetivo 3 (piel), para determinar la idoneidad de la piel (objetivo 3) para el tratamiento basado en la luz. Dicha idoneidad puede determinarse basándose en diversa información sobre las características de la piel, por ejemplo, pigmentación/tono de la piel, deducida de la imagen(es).

25 Puede utilizarse un sensor de contacto con la piel dedicado para detectar el contacto con la piel. Alternativamente, la cámara C puede utilizarse para detectar el contacto con la piel. En este caso, el controlador transmite una señal de control para activar la cámara C del conjunto óptico 1 en la etapa 902. El controlador puede transmitir esta señal cuando el usuario la activa, por ejemplo, a través de la pantalla. La cámara C obtiene imágenes de la piel para detectar el contacto cutáneo. Las etapas 902 y 903 pueden combinarse en este caso. A continuación, el controlador puede determinar, basándose en la calidad y/o nitidez del enfoque de la imagen, si se ha establecido contacto con la piel. A continuación, el controlador puede analizar la misma imagen o una diferente para determinar la idoneidad de la piel para el tratamiento en la etapa 904.

35 En la etapa 905, el controlador determina si la piel es adecuada para el tratamiento. Si es conveniente, en la etapa 906, se transmite una señal de control al actuador A, para alejar el segundo prisma 18 de la porción no revestida de la tercera superficie 113 del primer prisma 11, de modo que la capa deformable AD se desconecte de dicha porción de la tercera superficie 113. Además, se puede transmitir una señal de control a la cámara C para que se desactive antes de activar un pulso de tratamiento de la fuente de luz 10. Una vez retraído el segundo prisma (y desactivada la cámara), en la etapa 908, la señal de control transmitida a la fuente de luz 10 controla la fuente 10 para que emita el pulso de luz de tratamiento.

40 En la etapa 905, si el controlador determina que la piel no es adecuada para el tratamiento, se transmite una señal de control a una unidad de interfaz conectada a una pantalla en la etapa 907, que entonces informa al usuario para que coloque el dispositivo 2 en otra ubicación objetivo. A continuación, el método se reanuda desde la etapa 901, hasta que el usuario finaliza el procedimiento de tratamiento.

45 La figura 10 muestra el dispositivo 2 según una realización ejemplar de la presente invención.

El aparato 2 comprende un controlador 81 que generalmente controla el funcionamiento del aparato 2 y permite al aparato 2 realizar el método y las técnicas descritas en el presente documento.

50 El controlador 81 está configurado para transmitir una señal de control a la fuente de luz 10, de modo que la fuente de luz 10 emita luz para ser guiada a través del conjunto óptico 1 al objetivo 3. Además, está configurado para recibir una o más imágenes de un elemento de formación de imágenes (por ejemplo, la cámara C) y procesa la(s) imagen(es) para determinar si el dispositivo 2 está en contacto con el objetivo 3 (piel). Puede procesar alternativamente la salida de un sensor de contacto para determinar si el dispositivo 2 está en contacto con el objetivo. El controlador está configurado además para activar el actuador A de modo que el elemento de formación de imágenes pueda obtener imagen(es) o estar protegido de la luz emitida por la fuente de luz 10, y analizar la(s) imagen(es) obtenida(s) para determinar la adecuación de la piel al tratamiento con luz. Si no se establece el contacto, o si se determina que la piel no es apta para el tratamiento, el controlador 81 transmite una señal a una unidad de interfaz 82 conectada a una pantalla 83, que informa entonces al usuario de que debe volver a colocar el dispositivo 2. El controlador 81 puede implantar además modelos ML de aprendizaje automático como una máquina de vectores soporte, un árbol de decisión, un bosque aleatorio, una red neuronal artificial, una red neuronal profunda o una red neuronal convolucional para realizar cualquiera de los análisis o determinaciones mencionados.

65 El controlador 81 puede implementarse de numerosas maneras, con software y/o hardware, para realizar las diversas funciones descritas en el presente documento. El controlador 81 puede comprender uno o más microprocesadores o procesadores de señales digitales (DSP) que pueden programarse mediante software o código de programa

informático para realizar las funciones requeridas y/o controlar componentes del controlador 81 para efectuar las funciones requeridas. El controlador 81 puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones (por ejemplo, amplificadores, preamplificadores, convertidores analógico-digital (ADC) y/o convertidores digital-analógico (DAC)) y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados, controladores, DSP y circuitería asociada) para realizar otras funciones. Ejemplos de componentes que pueden emplearse en diversas realizaciones de la presente divulgación incluyen, entre otros, microprocesadores convencionales, DSP, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), hardware para implementar una red neuronal y/o los denominados aceleradores de hardware de inteligencia artificial (IA) (es decir, un procesador o procesadores u otro hardware específicamente diseñado para aplicaciones de IA que puede utilizarse junto con un procesador principal).

El controlador 81 puede comprender o estar asociado con una unidad de memoria 84. La unidad de memoria 84 puede almacenar datos, información y/o señales (incluyendo imagen(es)) para su uso por el controlador 81 en el control del funcionamiento del dispositivo 2 y/o en la ejecución o realización de los métodos descritos en el presente documento. En algunas implementaciones la unidad de memoria 84 almacena código legible por ordenador que puede ser ejecutado por el controlador 81 para que el controlador 81 realice una o más funciones, incluyendo los métodos descritos en el presente documento. En determinadas realizaciones, el código de programa puede adoptar la forma de una aplicación para un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, un ordenador o un servidor. La unidad de memoria 84 puede comprender cualquier tipo de medio no transitorio legible por máquina, como la memoria caché o la memoria del sistema, incluida la memoria informática volátil y no volátil, como la memoria de acceso aleatorio (RAM), la RAM estática (SRAM), la RAM dinámica (DRAM), la memoria de solo lectura (ROM), la ROM programable (PROM), la PROM borrable (EPROM) y la 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, incluido un lápiz de memoria, una unidad de estado sólido (SSD), una tarjeta de memoria, etc.

La unidad de interfaz 82 puede comprender transceptores que permiten una conexión de datos y/o intercambio de datos con otros dispositivos, incluyendo uno o más de servidores, bases de datos, dispositivos de usuario y sensores. Puede funcionar mediante WiFi, Bluetooth, Zigbee o cualquier protocolo de comunicación celular (incluidos, entre otros, el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), Evolución a largo plazo (LTE), LTE-Avanzado, etc.). Puede comprender además circuitos para controlar cualquier componente o componentes de entrada adecuados, incluidos, entre otros, un teclado, un teclado numérico, uno o más botones, interruptores o diales, un ratón, una almohadilla de seguimiento, una pantalla táctil, un lápiz óptico, una cámara, un micrófono, etc., y la interfaz de usuario puede comprender cualquier componente o componentes de salida adecuados, incluidos, entre otros, una unidad de visualización o pantalla de visualización, una o más luces o elementos luminosos, uno o más altavoces, un elemento vibratorio, etc.

Se apreciará que una implementación práctica del dispositivo 2 puede incluir componentes adicionales a los mostrados en la figura 10.

Las dimensiones y valores divulgados en el presente documento no deben entenderse como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos recitados. En su lugar, a menos que se especifique lo contrario, cada una de estas dimensiones se refiere tanto al valor mencionado como a una aproximación funcionalmente equivalente en torno a dicho valor. Además, a menos que se especifique lo contrario, las dimensiones mencionadas en el presente documento se miden utilizando técnicas de medición de laboratorio comunes y conocidas por el experto.

Aunque la presente divulgación se ha descrito con las realizaciones ejemplares descritas anteriormente, pueden sugerirse diversos cambios y modificaciones a un experto en la materia. Se pretende que la presente divulgación abarque los cambios y modificaciones que entren en el ámbito de aplicación de las reivindicaciones.

# REIVINDICACIONES

1. Un conjunto óptico (1), para su uso en un dispositivo de tratamiento de la piel, comprendiendo el conjunto óptico:

- 5 una fuente de luz (10); y  
un primer prisma (11) que comprende una primera superficie (111), una segunda superficie (112) inclinada con la primera superficie (111) y una tercera superficie (113) contigua a la primera (111) y a la segunda (112) superficies; caracterizado por que el conjunto óptico comprende además:
- 10 un primer elemento de guiado (12) que comprende caras reflectantes cerradas (121a, 121b) dispuestas una frente a otra, y dispuestas para guiar la luz transmitida desde la fuente luminosa (10), a través de la primera superficie (111) del primer prisma; y  
un segundo elemento de guiado (13) que comprende caras reflectantes cerradas (131a, 131b) dispuestas una frente a otra, y dispuestas para recibir, a través de la segunda superficie (112) del primer prisma (11), la luz reflejada desde la tercera superficie (113) del primer prisma y emitir la luz recibida para iluminar la piel (3),  
15 en el que la primera superficie (111) y la segunda superficie (112) del primer prisma (11) están separadas del primer elemento de guiado (12) y del segundo elemento de guiado (13), respectivamente, por una interfaz de índice de refracción y, durante su uso, cada una actúa como una superficie de reflexión interna total al estar dispuesta en contacto con un medio que tiene un índice de refracción menor que un índice de refracción ( $n_p$ ) del primer prisma (11).

2. El conjunto óptico de la reivindicación 1, en el que la tercera superficie (113) del primer prisma (11) o la cara reflectante (131a) del segundo elemento de guiado (13) está revestida, al menos parcialmente, con un revestimiento reflectante (R).

3. El conjunto óptico de la reivindicación 1 o 2, en el que un índice de refracción  $n_1$  del primer elemento de guiado (12) y/o el índice de refracción  $n_2$  del segundo elemento de guiado (13) son menores que un índice de refracción ( $n_p$ ) del primer prisma (11).

4. El conjunto óptico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las caras reflectantes (121a, 121b) del primer elemento de guiado de luz (12) y/o las caras reflectantes (131a, 131b) del segundo elemento de guiado (13) están dispuestas en contacto con el aire.

5. El conjunto óptico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una cara de salida de luz (122b) del primer elemento de guiado (12) y/o una cara de entrada de luz (132a) del segundo elemento de guiado (13) están separadas por una separación (G) de la primera superficie (111) del primer prisma y de la segunda superficie (112) del primer prisma (11), respectivamente, en el que las separaciones son iguales o diferentes.

6. El conjunto óptico de la reivindicación 5, en el que la separación (G) comprende además un material dieléctrico (15) que tiene un índice de refracción menor que un índice de refracción del primer prisma (11).

7. El conjunto óptico de la reivindicación 5 o 6, en el que la separación (G) comprende además partículas metálicas, de vidrio o cerámicas (14).

8. El conjunto óptico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un segundo prisma (18) que tiene una primera superficie (181) y una segunda superficie (182) inclinadas entre sí y una tercera superficie (183) contigua a la primera (181) y a la segunda (182) superficies,

en el que la tercera superficie (183) del segundo prisma (18) está unida o fusionada de forma desmontable a una porción de la tercera superficie (113) del primer prisma (11) o a la superficie (131a) del segundo elemento de guiado (13), y de tal manera que la primera superficie (181) del segundo prisma (18) está dispuesta sustancialmente paralela a la segunda superficie (112) del primer prisma (11) o a la superficie (131b) del segundo elemento de guiado (13), y/o  
en la que la segunda superficie (182) del segundo prisma tiene un revestimiento reflectante (R).

9. El conjunto óptico de la reivindicación 8, en el que la tercera superficie (183) del segundo prisma incluye además una capa deformable (AD), y/o en el que la segunda superficie (182) del segundo prisma está conectada a un actuador móvil (A).

10. El conjunto óptico de las reivindicaciones 8 o 9, que comprende además un elemento de formación de imágenes (C) para formar imágenes del objetivo (3) a través de la primera superficie (181) del segundo prisma (18).

11. El conjunto óptico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprende además un filtro óptico (16) y/o una ventana de aislamiento (17).

12. El conjunto óptico de la reivindicación 11, que comprende además un miembro de refrigeración (19) en contacto



térmico con el primer prisma (11).

13. Un dispositivo para el tratamiento de la piel (2) que comprende el conjunto óptico (1) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

5 14. El dispositivo de la reivindicación 13, en el que el segundo elemento de guiado (13) está dispuesto en un accesorio extraíble (21) del dispositivo (2).

15. Un método para realizar el tratamiento cosmético de un objetivo (3), que comprende las etapas de:

10 proporcionar el dispositivo (2) de cualquiera de las reivindicaciones 13-14;  
obtener al menos una imagen del objetivo (3) mediante un elemento de imagen (C) dispuesto dentro del dispositivo (2);  
15 determinar, basándose en al menos una imagen del objetivo (3), si se debe realizar el tratamiento; y  
basándose en la determinación, guiar la luz emitida por la fuente de luz (10) del conjunto óptico (1) del dispositivo (2) hacia el objetivo para realizar el tratamiento.

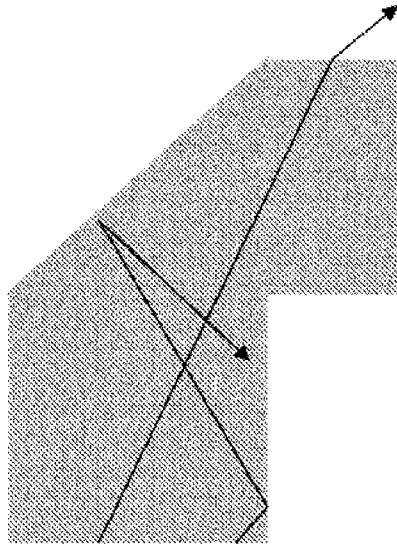


Figura 1

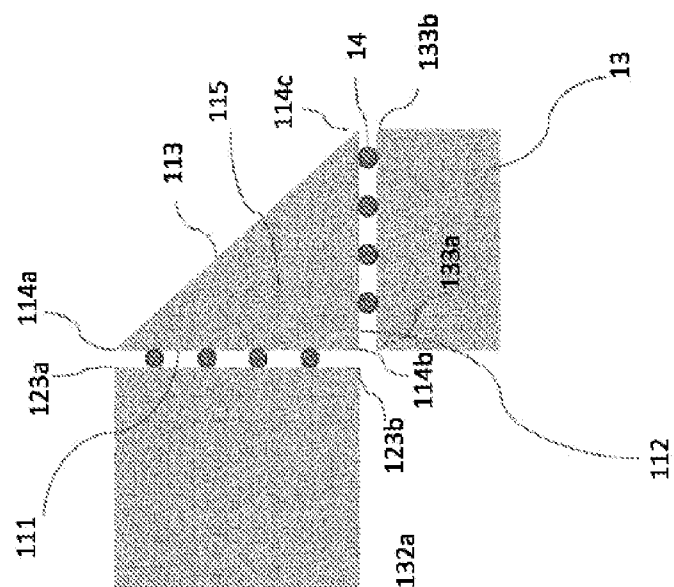
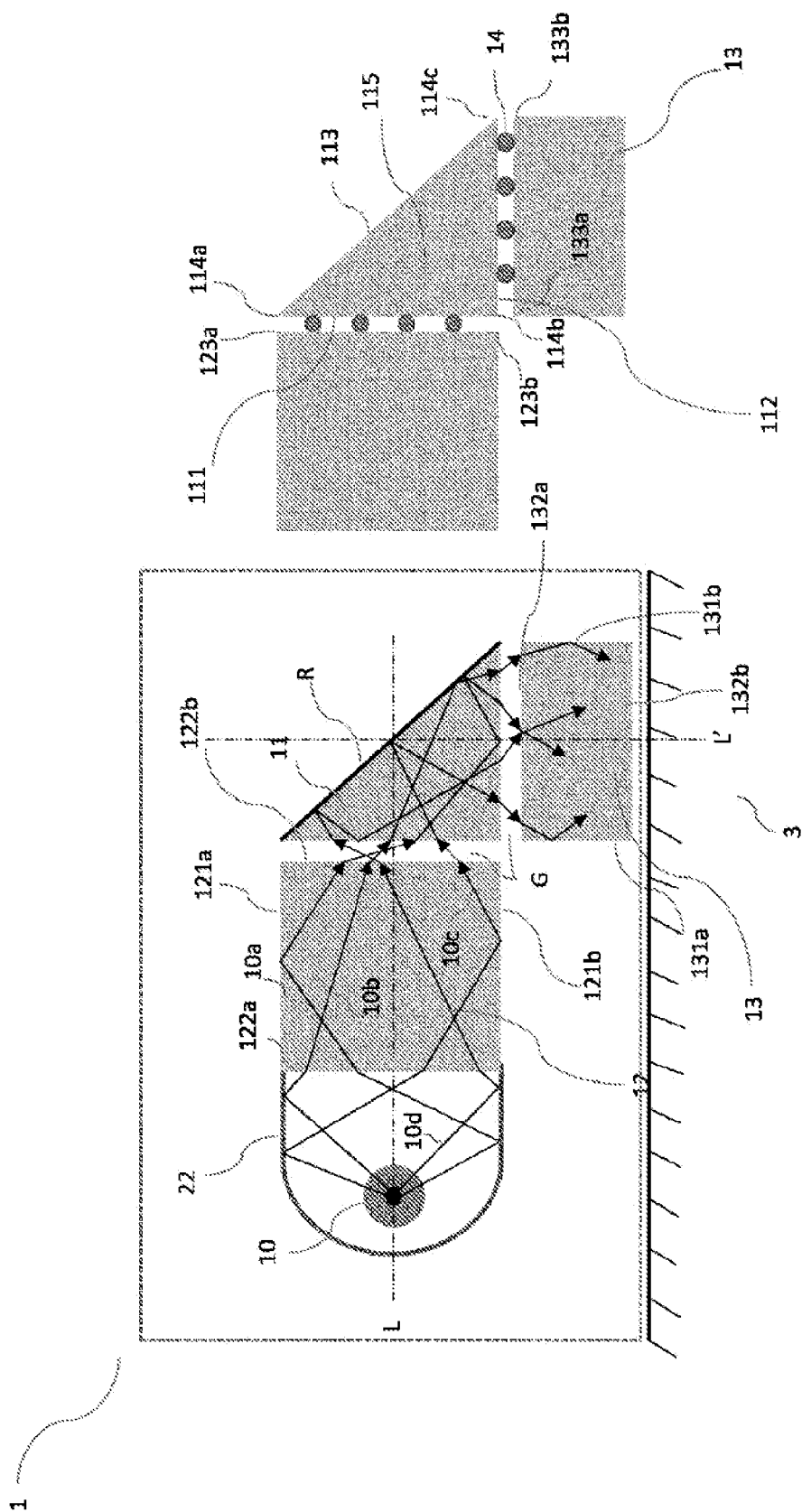


Figura 3a

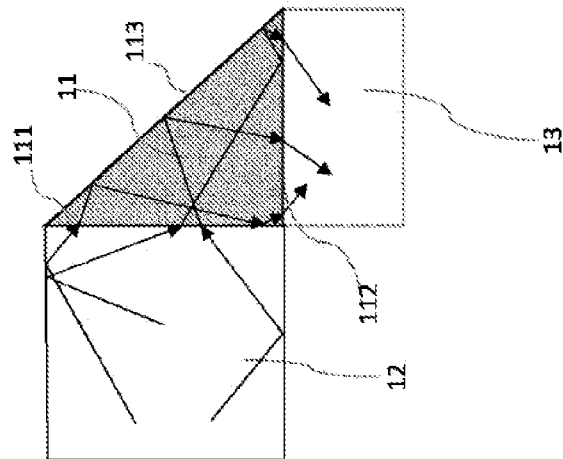


Figura 3b

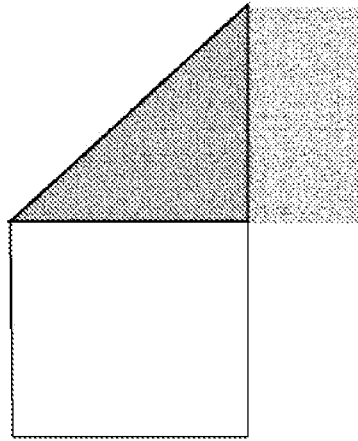


Figura 3c

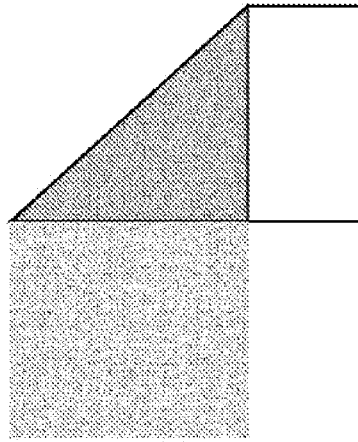


Figura 3d

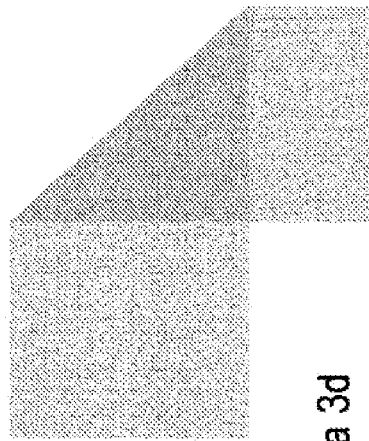


Figura 4a

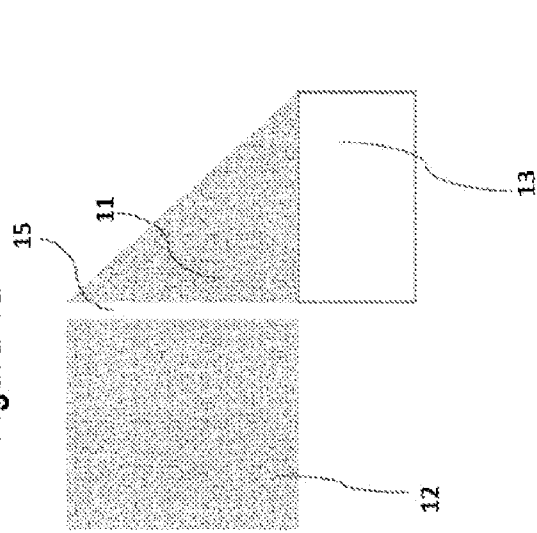


Figura 4b

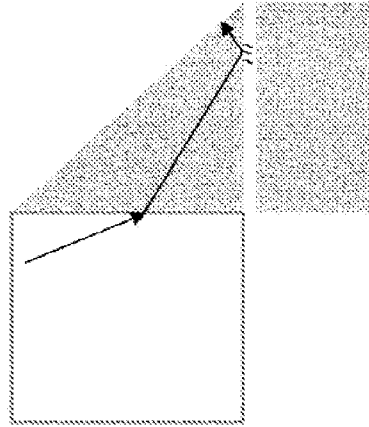


Figura 4c

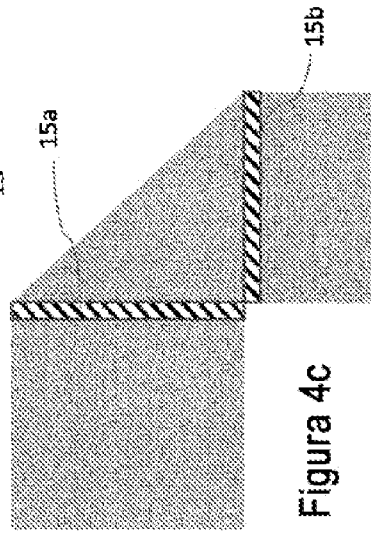


Figura 4d

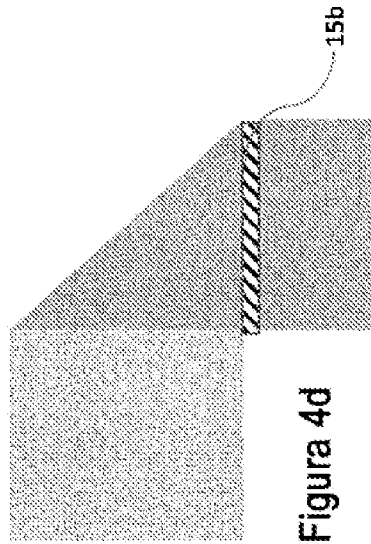
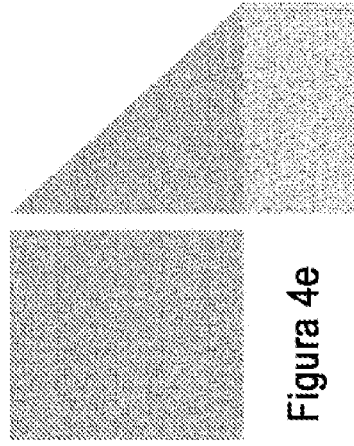


Figura 4e



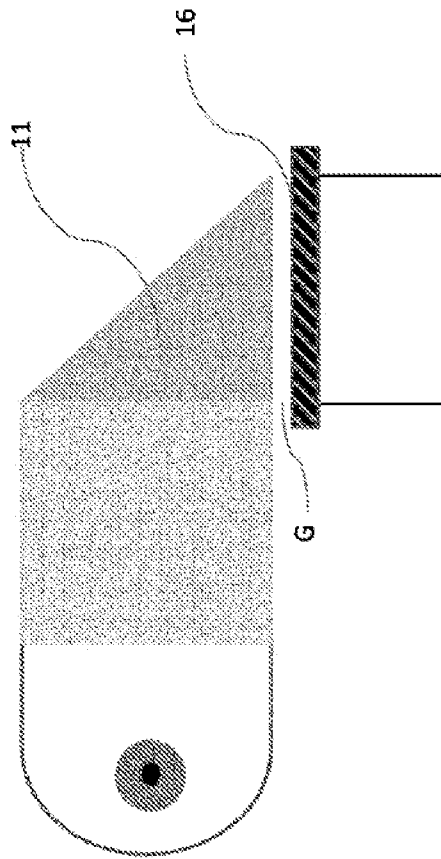
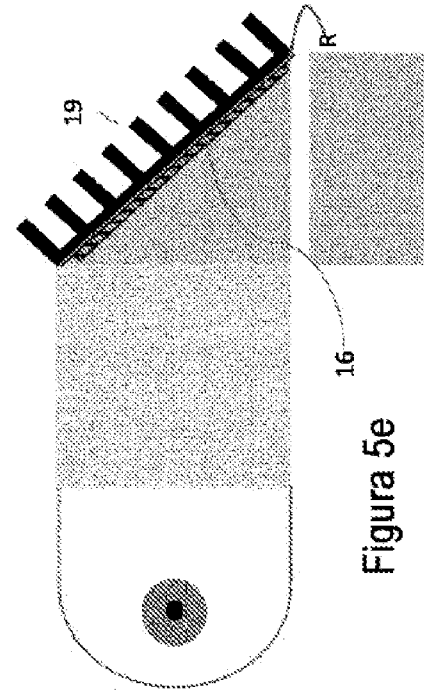
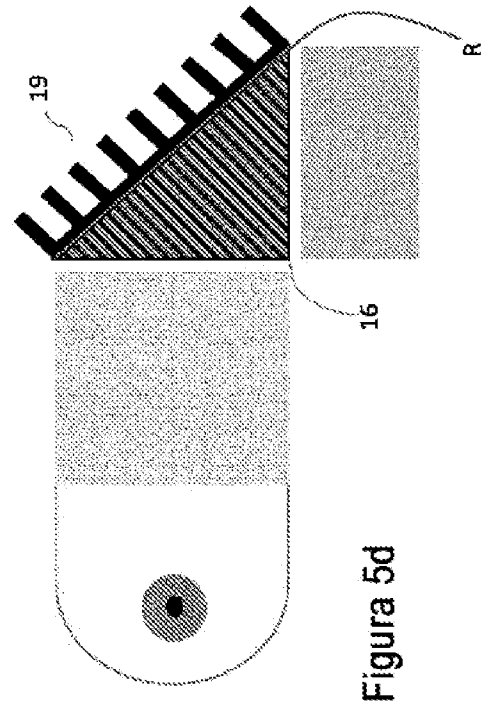
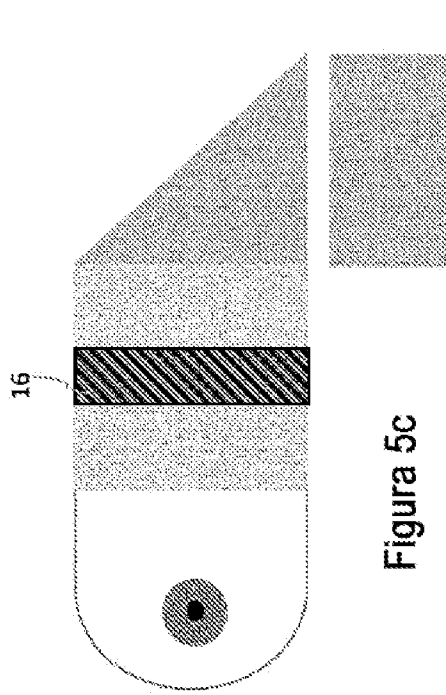
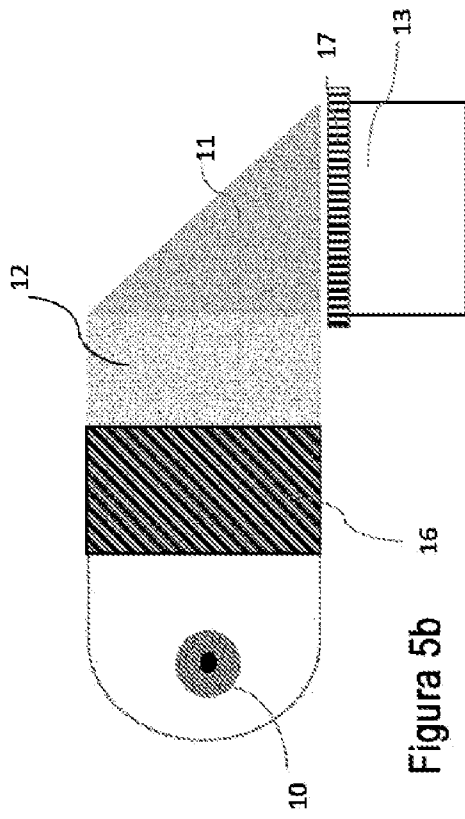
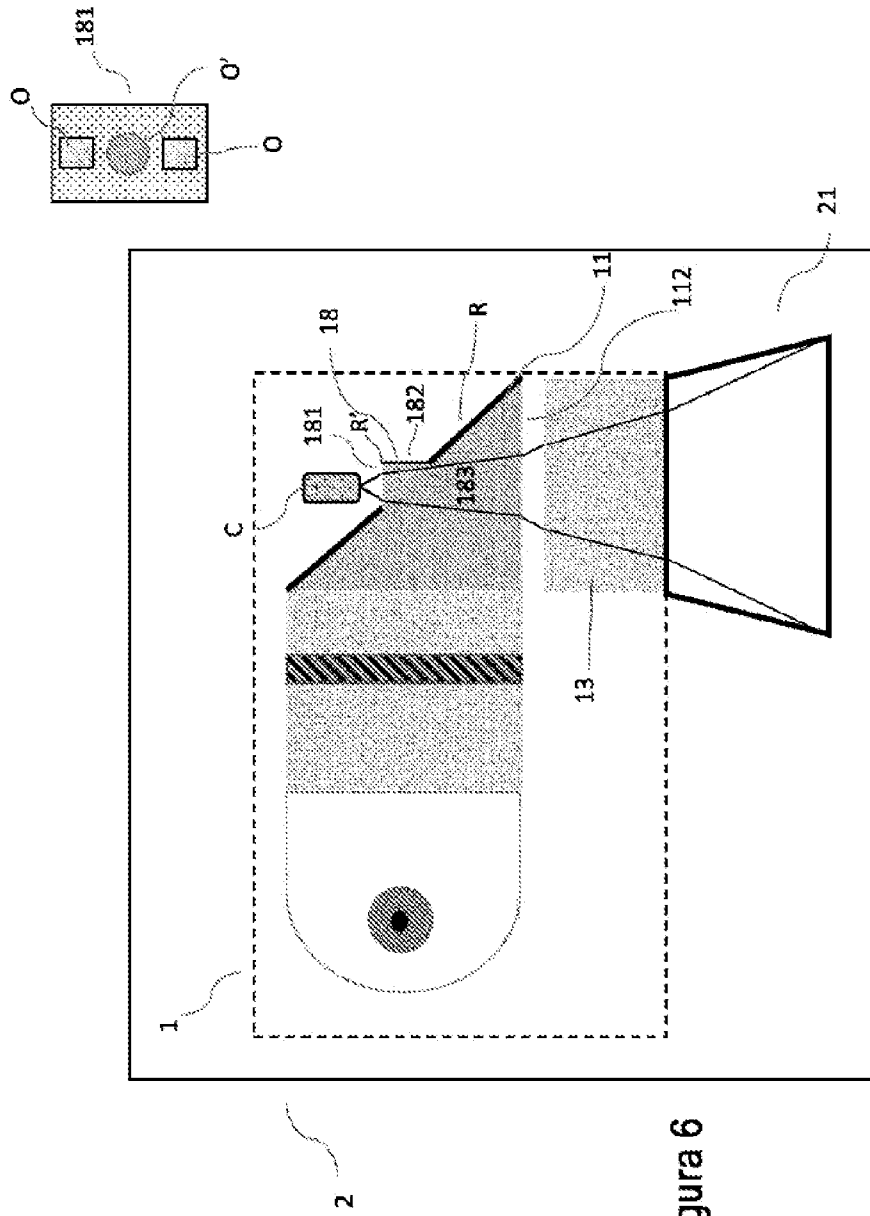


Figura 5a







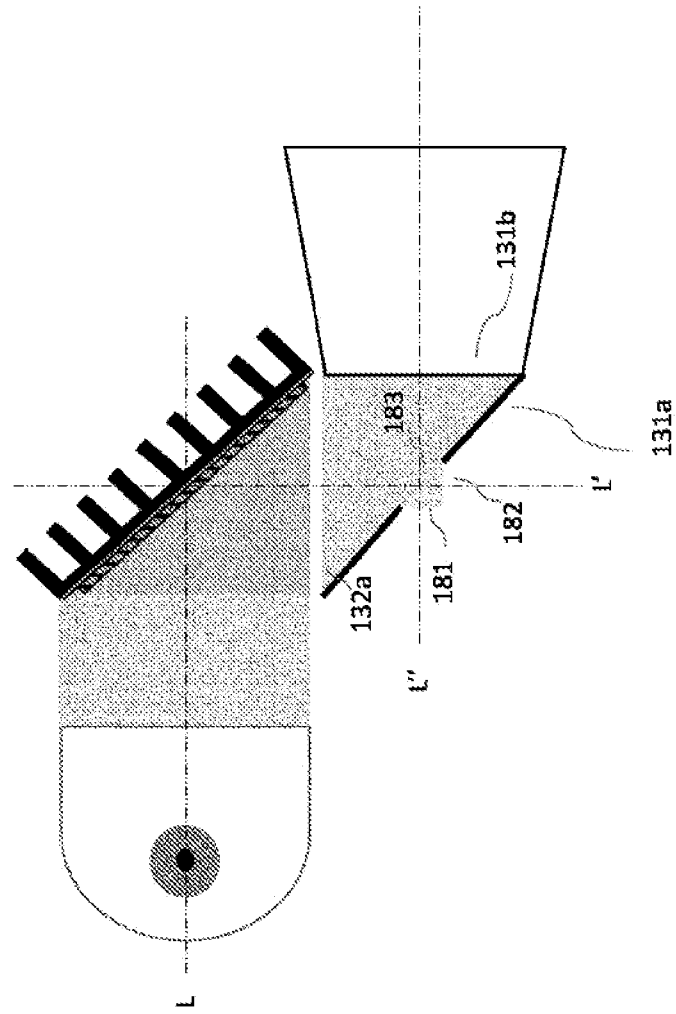
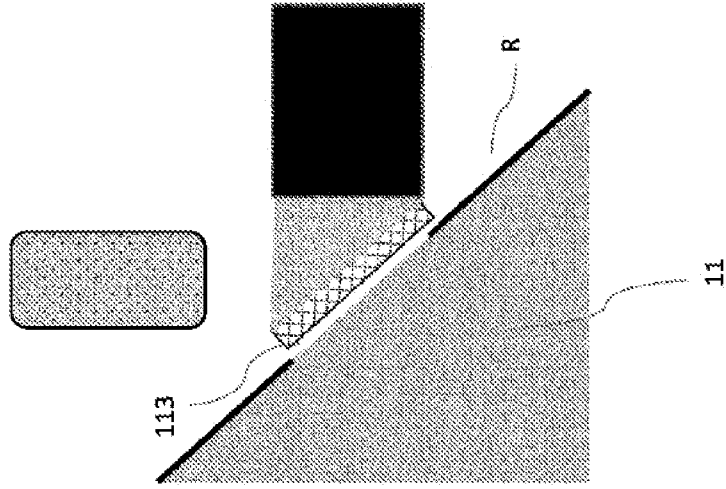
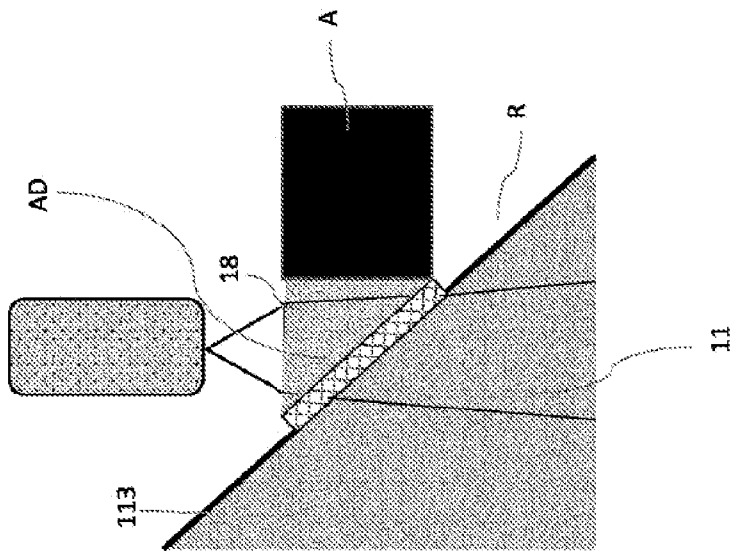


Figura 7



**Figura 8b**



**Figura 8a**

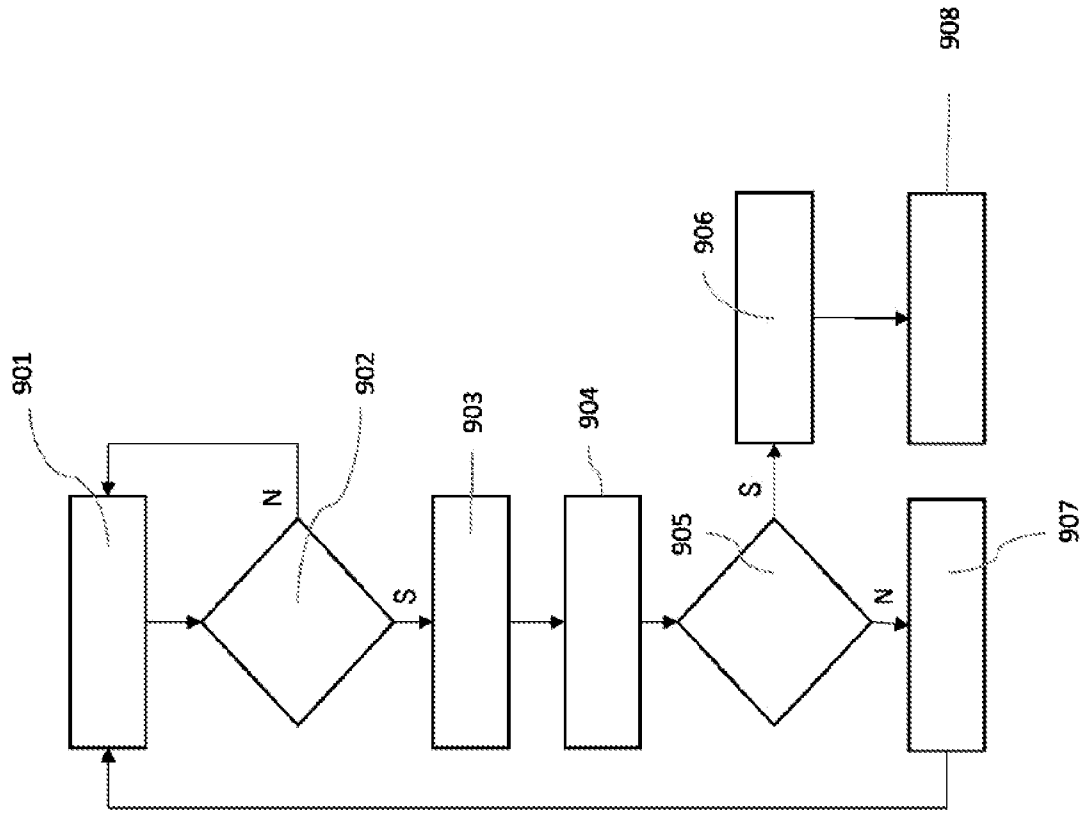


Figure 9

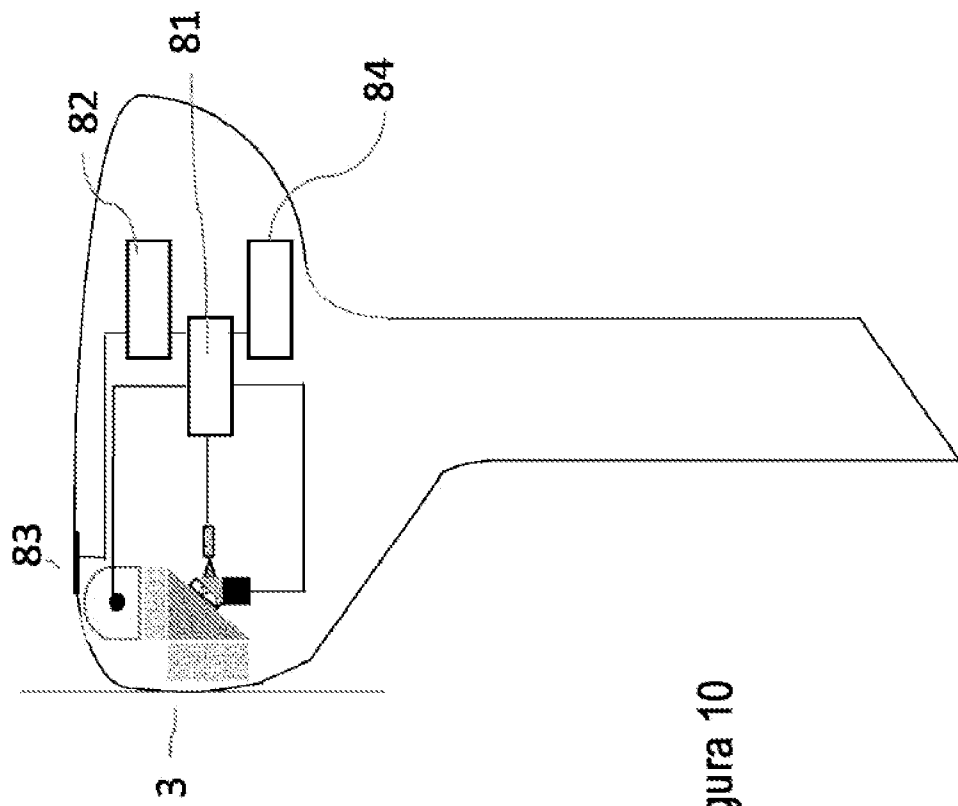


Figure 10