

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 006**

51 Int. Cl.:

A61B 18/20 (2006.01)

A61B 18/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2016 PCT/EP2016/081630**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108639**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16822152 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3393384**

54 Título: **Dispositivo de corte de pelo**

30 Prioridad:

22.12.2015 EP 15202208

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

27.11.2019

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

BOURQUIN, YANNYK PARULIAN JULIAN;

VERHAGEN, RIEKO;

MOESKOPS, BASTIAAN WILHELMUS MARIA;

THUMMA, KIRAN KUMAR;

TER BORCH, JOSEPH PETRUS HENRICUS;

JOHNSON, MARK THOMAS;

RAS, ARNOLDUS JOHANNES MARTINUS

JOZEPH;

LUCASSEN, GERHARDUS WILHELMUS y

VAN DER MARK, MARTINUS BERNARDUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 733 006 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de corte de pelo

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un dispositivo de corte de pelo para cortar (por ejemplo, afeitar) pelo en el cuerpo de un sujeto y, en particular, se refiere a un dispositivo de corte de pelo que usa luz láser para cortar o afeitar pelo.

10 Antecedentes de la invención

Los dispositivos de afeitado para cortar o afeitar pelo en el cuerpo de un sujeto habitualmente hacen uso de una o más cuchillas que cortan pelos a medida que se hace que la cuchilla se mueva por la piel del sujeto. Las cuchillas pueden ser estáticas dentro del dispositivo, por ejemplo como en una maquinilla de afeitar en húmedo, mientras que, en otros tipos de dispositivos, por ejemplo máquinas de afeitar eléctricas, uno o más elementos de cuchilla se pueden accionar (por ejemplo, hacerse rotar u oscilar) con el fin de producir una acción de corte.

No obstante, en el documento WO 2014/143670 se ha propuesto un tipo alternativo de dispositivo de afeitado que hace uso de luz láser. En particular, se proporciona una fuente de luz láser que está configurada para generar una luz láser que tiene una longitud de onda seleccionada para dirigirse a un cromóforo predeterminado para cortar eficazmente un tallo de pelo. Una fibra óptica está ubicada sobre una porción de afeitado del dispositivo que está situada para recibir la luz láser desde la fuente de luz láser en un extremo proximal, conducir la luz láser desde el extremo proximal hacia un extremo distal, y emitir la luz fuera de una región de corte de la fibra óptica y hacia el pelo cuando la región de corte se pone en contacto con el pelo.

25 Sumario de la invención

Para lograr un buen apurado del afeitado, es necesario que el elemento de corte del dispositivo de afeitado (es decir, la fibra óptica en el caso del dispositivo en el documento WO 2014/143670) se ponga muy cerca de la piel o incluso que toque la piel. Ese dispositivo se fabrica de tal forma que la luz se acopla en un pelo cuando un pelo se encuentra en contacto con la fibra óptica. En particular, esto se logra al hacer que el núcleo de la fibra óptica tenga un índice de refracción más bajo que el pelo. No obstante, debido a que el índice de refracción de la piel se encuentra cerca del índice de refracción del pelo, la luz láser también será capaz de acoplarse en la piel si el elemento de corte se pone en contacto con la piel. Potencialmente, esto conducirá a quemaduras de la piel y creará un problema de seguridad significativo para este tipo de dispositivo de afeitado.

Aunque el documento WO 2014/143670 describe que el riesgo de que un sujeto haga que otra porción del cuerpo entre accidentalmente en contacto con una porción de emisión de luz de la fibra óptica se puede reducir al crear el elemento de corte al retirar el revestimiento de la fibra óptica de solo una porción de la circunferencia de la fibra (lo que debería permitir que la fibra toque la piel en donde el revestimiento es más grueso y evitar que se acople energía en la piel al tiempo que permite que la fibra toque el pelo en donde el revestimiento es más delgado o el núcleo está expuesto). Aunque este método parece razonable, en realidad la piel no se puede considerar como una superficie plana sólida, y mover la fibra por la piel inducirá la aparición de abultamiento y protuberancias en la piel y, en consecuencia, la piel entrará en contacto con la región de revestimiento delgado (o el núcleo expuesto) y la luz láser dará lugar a quemaduras de la piel.

Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo de corte de pelo mejorado que reduzca el riesgo de daños o lesiones a la piel del sujeto.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un dispositivo de corte de pelo para cortar pelo en el cuerpo de un sujeto, comprendiendo el dispositivo de corte de pelo una fuente de luz para generar luz láser a una o más longitudes de onda específicas que se corresponden con longitudes de onda absorbidas por uno o más cromóforos en el pelo; y un elemento de corte que comprende una guía de onda óptica que se acopla con la fuente de luz para recibir luz láser, en donde una porción de una pared lateral de la guía de onda óptica forma una cara de corte para entrar en contacto con pelo, y en donde, al menos en la cara de corte, la guía de onda óptica tiene un índice de refracción que es igual a o más bajo que el índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel.

En algunas realizaciones, el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte es igual a o más alto que 1,48, opcionalmente igual a o más alto que 1,50, opcionalmente igual a o más alto que 1,51, opcionalmente igual a o más alto que 1,52, opcionalmente igual a o más alto que 1,53, opcionalmente igual a o más alto que 1,54.

En algunas realizaciones, el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte es igual a o más bajo que 1,56, opcionalmente igual a o más bajo que 1,55, opcionalmente igual a o más bajo que 1,54.

65

En algunas realizaciones, el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte se encuentra en el intervalo 1,48-1,56, opcionalmente en el intervalo 1,51-1,55, opcionalmente en el intervalo 1,53-1,54.

5 En algunas realizaciones, la guía de onda óptica está compuesta de o comprende sílice, vidrio de flúor, vidrio de fosfato, vidrio de calcogenuro y/o vidrio crown.

En algunas realizaciones, la guía de onda óptica comprende un núcleo, y la cara de corte es una porción de la pared lateral del núcleo.

10 En realizaciones alternativas, la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que rodea el núcleo, y la cara de corte es una porción de la pared lateral del revestimiento. En estas realizaciones, el índice de refracción del núcleo puede ser más bajo que o igual al índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel, y el índice de refracción del revestimiento puede ser más bajo que el índice de refracción del núcleo. En estas realizaciones, la cara de corte puede comprender una porción del revestimiento que es más delgada que el revestimiento sobre otras porciones de la guía de onda óptica.

15 En algunas realizaciones, la guía de onda óptica es una guía de onda óptica con forma de D o una guía de onda óptica pulida.

20 En realizaciones alternativas, la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que cubre parcialmente el núcleo, y la cara de corte comprende la porción del núcleo que no está cubierta por el revestimiento.

25 En realizaciones alternativas, el índice de refracción de la guía de onda óptica disminuye con el aumento de la distancia con respecto a un eje óptico de la guía de onda óptica, y la cara de corte se encuentra a una distancia menor con respecto al eje óptico que otras porciones de la guía de onda óptica.

30 En algunas realizaciones, una segunda porción de la pared lateral de la guía de onda óptica forma una superficie de contacto con piel para entrar en contacto la piel del sujeto mientras la superficie de contacto de corte está en contacto con pelo, y el índice de refracción de la guía de onda óptica en la superficie de contacto con piel es más alto que el índice de refracción de la piel.

35 En algunas realizaciones, la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que rodea parcialmente el núcleo, y la cara de corte se forma en una pared lateral del núcleo y la segunda porción de la pared lateral se forma en una pared lateral del revestimiento.

En realizaciones preferidas, la guía de onda óptica es una fibra óptica.

Breve descripción de los dibujos

40 Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar más claramente cómo se puede poner en práctica la misma, a continuación se hará referencia, únicamente a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con una realización de la invención;

45 la figura 2 es un par de dibujos esquemáticos que muestran diferentes vistas de un dispositivo de corte de pelo ilustrativo de acuerdo con una realización de la invención;

la figura 3 es una gráfica que ilustra el índice de refracción del pelo;

la figura 4 es una gráfica que ilustra el índice de refracción de la capa de epidermis de la piel;

50 la figura 5 es una ilustración de un elemento de corte de fibra óptica de acuerdo con una primera realización específica;

la figura 6 es una ilustración de un elemento de corte de fibra óptica de acuerdo con una segunda realización específica; y

la figura 7 es una ilustración de un elemento de corte de fibra óptica de acuerdo con una tercera realización específica.

55 Descripción detallada de las realizaciones

60 Como se ha hecho notar anteriormente, la presente invención proporciona una mejora en la seguridad y comodidad de un sujeto que está usando un dispositivo de afeitado basado en luz láser descrito en el documento WO 2014/143670. En particular, se ha reconocido que, al seleccionar una fibra óptica para el elemento de corte que tiene un índice de refracción que es igual a o más bajo que el índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel, la luz láser se puede acoplar en el pelo cuando el pelo se encuentra en contacto con la fibra óptica, pero la luz no será capaz de acoplarse en la piel, reduciendo de ese modo el riesgo de quemaduras o irritación en la piel del sujeto.

65

Se apreciará que la invención es aplicable a dispositivos de afeitado (por ejemplo, maquinillas de afeitar o máquinas de afeitar eléctricas), y cualquier otro tipo de dispositivo que se use para cortar pelo (por ejemplo, maquinillas para cortar el pelo), incluso si esos dispositivos no tienen necesariamente por objeto proporcionar un 'afeitado apurado' (es decir, para retirar pelo al nivel de la piel).

La figura 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo de corte de pelo 2 de acuerdo con una realización de la invención. La figura 2 muestra un dispositivo de corte de pelo 2 en forma de maquinilla de afeitar de mano de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El dispositivo de corte de pelo 2 es para cortar (por ejemplo, afeitar) pelo en el cuerpo de un sujeto. El sujeto puede ser una persona o un animal. El pelo puede ser vello facial (es decir, pelo sobre la cara del sujeto), o pelo sobre la cabeza del sujeto u otra parte de su cuerpo (piernas, pecho, etc.).

El dispositivo de corte de pelo 2 comprende un elemento de corte 4 que posibilita que se corte pelo a medida que se hace que el dispositivo de corte de pelo 2 se mueva sobre la piel de un sujeto. El elemento de corte 4 es una guía de onda óptica 4 que está dispuesta sobre el dispositivo de corte de pelo 2 de tal modo que el eje óptico de la guía de onda óptica 4 (es decir, la línea a lo largo de la cual se propaga habitualmente la luz a través de la guía de onda óptica 4) es generalmente perpendicular a la dirección en la que se hace que el dispositivo de corte de pelo 2 se mueva de tal modo que los pelos entran en contacto con la pared lateral de la guía de onda óptica 4 (la pared lateral que se corresponde con el borde largo de la guía de onda óptica 4) a medida que se hace que el dispositivo de corte de pelo 2 se mueva por la piel del sujeto. En la siguiente descripción de las realizaciones de la invención, la guía de onda óptica es una fibra óptica 4, aunque los expertos en la materia estarán al tanto de otros tipos de guía de onda óptica que se pueden usar de acuerdo con la invención, tal como una guía de onda plana, una guía de onda acanalada o una guía de onda de cristal fotónico.

En el dispositivo de corte de pelo 2 se proporciona una fuente de luz 6 que genera luz láser a una o más longitudes de onda específicas. La fuente de luz 6 se acopla ópticamente con la fibra óptica 4 de tal modo que la luz láser generada por la fuente de luz 6 se acopla en la fibra óptica 4 (y, en concreto, se acopla en un extremo de la fibra óptica 4 de tal modo que la luz láser se propaga a través de la fibra óptica 4).

La fuente de luz 6 está configurada para generar luz láser a una o más longitudes de onda específicas que se pueden usar para cortar o quemar el pelo. En particular, cada longitud de onda se corresponde con la longitud de onda de la luz absorbida por un cromóforo que se halla en el pelo. Como es sabido, un cromóforo es la parte de una molécula que dota a la molécula de su color. Por lo tanto, la luz láser será absorbida por el cromóforo y se convertirá en calor que fundirá o quemará el pelo o destruirá de otro modo los enlaces en las moléculas del pelo.

Los cromóforos adecuados a los que puede dirigirse la luz láser generada por la fuente de luz 6 incluyen, pero no se limitan a, melanina, queratina y agua. Las longitudes de onda adecuadas de luz láser que se pueden usar incluyen, pero no se limitan a, longitudes de onda seleccionadas de entre el intervalo de 380 nm (nanómetros) a 500 nm y de 2500 nm a 3500 nm. Los expertos en la materia estarán al tanto de las longitudes de onda de luz que son absorbidas por estos cromóforos y, por lo tanto, también las longitudes de onda específicas de luz que la fuente de luz 6 debería generar para este fin, y en el presente documento no se proporcionan detalles adicionales.

En algunas realizaciones, la fuente de luz 6 se puede configurar para generar luz láser a una pluralidad de longitudes de onda (o bien simultánea o bien secuencialmente), estando cada longitud de onda seleccionada para dirigirse a un tipo diferente de cromóforo. Esto puede mejorar la acción de corte de la fibra óptica 4 debido a que múltiples tipos de moléculas en el pelo se pueden quemar usando la luz láser. Como alternativa, se pueden proporcionar múltiples fuentes de luz 6 que generan, cada una, luz láser a una longitud de onda respectiva, y cada fuente de luz 6 se puede acoplar con una fibra óptica 4 respectiva para proporcionar múltiples elementos de corte 4 en el dispositivo 2.

El dispositivo de corte de pelo 2 también comprende una unidad de control 8 que controla el funcionamiento del dispositivo de corte de pelo 2 y, en particular, está conectada a la fuente de luz 6 para controlar la activación y la desactivación de la fuente de luz 6 (y en algunas realizaciones controlar la longitud de onda y/o intensidad de la luz generada por la fuente de luz 6). La unidad de control 8 puede activar y desactivar la fuente de luz 6 en respuesta a una entrada procedente de un usuario del dispositivo de corte de pelo 2. La unidad de control 8 puede comprender uno o más procesadores, unidades de procesamiento, módulos o procesadores de múltiples núcleos que se configuran o se programan para controlar el dispositivo de corte de pelo 2.

Como se ha hecho notar anteriormente, la figura 2 muestra un dispositivo de corte de pelo 2 que se encuentra en forma de maquinilla de afeitar en húmedo de mano. La figura 2 muestra una vista lateral y una vista inferior de la maquinilla de afeitar 2. La maquinilla de afeitar 2 comprende un mango 10 para que la sostenga el sujeto (u otro usuario del dispositivo 2), y una porción de cabezal 12 que incluye el elemento de corte 4 (fibra óptica). Como se muestra, la fibra óptica 4 está dispuesta a lo largo de un borde de la porción de cabezal, y una parte de la fibra óptica 14 forma (o se corresponde con) una cara de corte 14. La cara de corte 14 es la parte de la fibra óptica 14 que se tiene por objeto que entre en contacto con pelo a medida que se hace que el dispositivo de corte de pelo 2 se mueva por la piel del sujeto. Una fuente de luz 6 y una unidad de control 8 se muestran como incorporadas en la porción de

cabezal 12 y el mango 10 respectivamente, pero se apreciará que las posiciones de estos componentes en el dispositivo de corte de pelo 2 como se muestra en la figura 2 no son limitantes. De forma similar, se apreciará que la realización mostrada en la figura 2 es meramente un ejemplo, y la invención se puede incorporar o usarse en cualquier tipo de dispositivo de corte de pelo 2 que, convencionalmente, comprende una cuchilla para cortar o seccionar físicamente pelo (ya sea la cuchilla estática o se accione con el fin de lograr una acción de corte).

La gráfica en la figura 3 ilustra el índice de refracción del pelo, que se puede hallar en un documento de M. D. Greenwell, A. Willner, Paul L. Kirk: *Human Hair Studies: III. Refractive Index of Crown Hair*, 31 Am. Inst. Crim. L. & Criminology 746 (1940-1941). La curva 1 es una línea compuesta, la curva 2 es una línea que representa el índice de refracción para personas de raza caucásica y la curva 3 es una línea que representa el índice de refracción para personas de raza no caucásica. Por lo tanto, se puede ver que el índice de refracción del pelo se encuentra entre (aproximadamente) 1,545 y 1,555, aunque habrá variaciones entre los individuos. Por ejemplo, el documento anterior también reconoce que el índice de refracción del pelo puede depender del sexo del sujeto, por ejemplo, el índice de refracción del pelo en una mujer es generalmente más alto que el índice de refracción del pelo en un hombre.

Como es sabido, la fibra óptica 4 actúa como una guía de onda para la luz acoplada desde la fuente de luz 6 a través de la aparición de reflexión interna total, debido a que el índice de refracción del aire es más bajo que el de la fibra óptica 4. No obstante, si un objeto que tiene un índice de refracción más alto que la fibra óptica 4 se pone en contacto con la fibra óptica 4, entonces la reflexión interna total se 'frustra' y la luz se puede acoplar desde la fibra óptica 4 en ese objeto. Por lo tanto, con el fin de que la luz se acople en un pelo desde la fibra óptica 4 (para proporcionar la acción de corte de acuerdo con la invención), la fibra óptica 4 ha de tener el mismo índice de refracción o uno más bajo que el pelo en el punto en el que el pelo entra en contacto con la fibra óptica 4. Por lo tanto, la fibra óptica 4 ha de tener el mismo índice de refracción o uno más bajo que el pelo al menos en la porción de la cara de corte 14 de la fibra óptica 4. Preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 4 en la cara de corte 14 es el mismo que el del pelo debido a que este proporciona el mejor acoplamiento de la luz desde la fibra óptica 4 al pelo.

Por lo tanto, en algunas realizaciones, el índice de refracción de la fibra óptica 4 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más bajo que 1,56. Más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más bajo que 1,55. Incluso más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más bajo que 1,54, debido a que este índice de refracción se encuentra por debajo de los índices de refracción identificados en la figura 3.

La gráfica en la figura 4, que se halla en el documento "*Refractive indices of human skin tissues at eight wavelengths and estimated dispersion relations between 300 and 1600 nm*", de Huafeng Ding et al., 2006 *Phys. Med. Biol.* 51 1479, ilustra los índices de refracción real e imaginario de la piel humana (en concreto, la capa superior de la piel - la epidermis) frente a la longitud de onda (las gráficas (a) y (b) respectivamente). Cada punto de datos y su barra de error asociada son la media y la desviación típica obtenidas de 12 o 18 mediciones de 4 o 6 muestras de piel.

Por lo tanto, se puede ver que el índice de refracción de la epidermis varía de aproximadamente 1,47 en las longitudes de onda más cortas de luz que se pueden usar para dirigirse a cromóforos (por ejemplo, de 380 nm a 500 nm), bajando hasta aproximadamente 1,42 a unas longitudes de onda más largas.

Por lo tanto, para evitar (o al menos reducir sustancialmente el riesgo de) acoplamiento de luz láser en la piel cuando la piel entra en contacto con la fibra óptica 4, en la cara de corte 14 la fibra óptica 4 debería tener un índice de refracción que se encuentra por encima del de la piel para evitar el contacto entre la cara de corte 14 y la piel dando lugar a una reflexión interna total frustrada en la fibra óptica 4. Preferiblemente, la fibra óptica 4 debería tener un índice de refracción que se encuentra por encima del de la capa de epidermis de la piel. Incluso más preferiblemente, la fibra óptica 4 debería tener un índice de refracción que se encuentra por encima del del estrato córneo, que es la capa más superior de la epidermis, y es la parte que se encontrará en contacto con la fibra óptica 4. El estrato córneo tiene un índice de refracción que varía dependiendo del nivel de hidratación y la presencia de otras sustancias (cremas, aceites, etc.) y se encuentra en el intervalo de 1,5 a 1,54.

Por lo tanto, basándose en los datos mostrados en la figura 4, en algunas realizaciones, el índice de refracción de la fibra óptica 4 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más alto que 1,48. Más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más alto que 1,50. Incluso más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más alto que 1,51. Incluso más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más alto que 1,52 o 1,53. Incluso más preferiblemente, el índice de refracción de la fibra óptica 14 al menos en la cara de corte 14 es igual a o más alto que 1,54.

Se apreciará que es preferible que el índice de refracción de la fibra óptica 4 sea tan alto como sea posible en relación con el de la piel para evitar o reducir el riesgo de acoplamiento de luz con la piel.

Por lo tanto, siguiendo las realizaciones expuestas anteriormente, en algunas realizaciones el índice de refracción de la fibra óptica 4 en la cara de corte 14 se puede seleccionar de entre el intervalo 1,48-1,56, o más preferiblemente de entre el intervalo 1,51-1,55, o incluso más preferiblemente de entre el intervalo 1,53-1,55 o 1,54-1,55.

5 Se apreciará que, en algunas realizaciones, la selección del índice de refracción específico para la fibra óptica 4 también puede tener en cuenta la longitud de onda de la luz láser que se usará para generar la acción de corte, debido a que el índice de refracción de la piel varía con la longitud de onda de la luz incidente como se muestra en la figura 4.

10 La fibra óptica 4 se puede fabricar de cualquier material adecuado o combinación adecuada de materiales. Por ejemplo, una fibra óptica puede estar compuesta de o comprender sílice, vidrio de flúor, vidrio de fosfato, vidrio de calcogenuro y/o vidrio crown (tal como BK7).

15 Las figuras 5, 6 y 7 ilustran tres realizaciones ilustrativas del elemento de corte 4 (fibra óptica 4) de acuerdo con la invención. En cada una de las figuras 5, 6 y 7, solo se muestra la parte de la fibra óptica 4 del dispositivo de corte de pelo 2, y la fibra óptica 4 se muestra de lado (es decir, mirando a lo largo del eje óptico de la fibra óptica 4).

En la figura 5, se muestra una fibra óptica 110 que tiene un núcleo 111. Esta fibra óptica 110 no incluye revestimiento alguno en torno al núcleo 111. La fibra óptica 110 se muestra en contacto con un pelo 112 y la piel 113. Una porción de la pared lateral del núcleo 111/la fibra óptica 110 que se tiene por objeto que entre en contacto con pelos durante el uso forma una cara de corte 114. De acuerdo con las enseñanzas anteriores, el índice de refracción del núcleo 111 es el mismo o más bajo que el índice de refracción del pelo y se encuentra por encima del índice de refracción de la piel (y, por lo tanto, el índice de refracción del núcleo 111 puede adoptar cualquiera de los valores ilustrativos del índice de refracción expuestos anteriormente), y por lo tanto, por ejemplo, el índice de refracción se puede seleccionar de entre el intervalo 1,48-1,56, o más preferiblemente de entre el intervalo 1,51-1,55, o incluso más preferiblemente de entre el intervalo 1,53-1,55 o 1,54-1,55.

Por lo tanto, mientras se encuentra en contacto con el pelo 112 en la cara de corte 114 y la piel 113 en la superficie de contacto 115, la luz láser se acopla a través de la cara de corte 114 en el pelo 112 debido a que el índice de refracción del núcleo 111 en la cara de corte 114 es menor que el índice de refracción del pelo 112. No obstante, la luz no se acopla desde el núcleo 111 a la piel 113 a través de la superficie de contacto con piel 115 debido a que el índice de refracción del núcleo 111 en la superficie de contacto 115 es más alto que el índice de refracción de la piel 113. Es probable que un campo evanescente se encuentre presente en la superficie de contacto 115, desde la cual la energía decrece exponencialmente con la distancia con respecto al núcleo 111, por lo tanto la energía entregada a la piel 113 es demasiado baja para dañar la piel 113.

El núcleo 111 puede tener un índice de refracción uniforme (es decir, el mismo índice de refracción por todo el núcleo 111), o este puede ser una fibra de índice graduado, lo que quiere decir que el índice de refracción disminuye con el aumento de la distancia con respecto al eje óptico. En cualquier caso, si la fibra óptica 110 tiene una sección transversal circular, entonces el índice de refracción en la cara de corte 114 y la superficie de contacto 115 serán idénticos entre sí. Como se hace notar posteriormente, en algunas realizaciones la fibra óptica 110 puede no tener una sección transversal circular, y la fibra óptica 110 se puede conformar de tal modo que el índice de refracción de la fibra 110 en la superficie de contacto con piel 115 es más alto que el índice de refracción de la fibra 110 en la cara de corte 114.

En la figura 6, se muestra una fibra óptica 120 que tiene un núcleo 121 y un revestimiento 122 que rodea el núcleo 121. El índice de refracción del núcleo 121 es más bajo que o igual al índice de refracción del pelo 112 pero más alto que el índice de refracción de la piel 113. El índice de refracción del revestimiento 122 es más bajo que o igual al índice de refracción del pelo 112 y más bajo que el núcleo 121 y más alto que el índice de refracción de la piel 113.

La fibra óptica 120 se muestra en contacto con un pelo 112 y la piel 113. Una porción de la pared lateral del revestimiento 122 que se tiene por objeto que entre en contacto con pelos durante el uso forma una cara de corte 123. De acuerdo con las enseñanzas anteriores, el índice de refracción del revestimiento 122 es más bajo que o igual al índice de refracción del pelo 112 y más bajo que el núcleo 121 y más alto que el índice de refracción de la piel 113. El revestimiento 122 puede ser grueso o delgado (en relación con el diámetro del núcleo 121). En esta realización, el revestimiento 122 evita la pérdida de energía a través de la superficie de contacto con piel 124 entre la fibra óptica 120 y la piel 113 por medio del campo evanescente generado en la superficie de contacto entre el núcleo 121 y el revestimiento 122.

Convencionalmente, el revestimiento 122 se proporciona con el fin de ayudar a mantener la luz en el núcleo 121. No obstante, en esta realización se desea que la luz se acople desde el núcleo 121 al pelo 112 por medio del revestimiento 122. Una forma en la que esto se puede habilitar es a través de la presencia de una capa muy delgada de revestimiento (solo en la cara de corte 123, o por la totalidad de la fibra óptica 120). En particular, el revestimiento 122 debería ser más delgado que la distancia del campo evanescente generado por la luz en el núcleo 121. Por lo tanto, la luz seguiría siendo capaz de acoplarse en un material que tiene un índice de refracción más alto pero el campo evanescente en un material que tiene un índice de refracción más bajo se disminuiría para reducir

adicionalmente la posibilidad de dispersión/absorción en la piel 113. Otra forma en la que se puede habilitar este acoplamiento desde el núcleo 121 al pelo 112 por medio del revestimiento 122 es construir la fibra óptica 120 de tal modo que la luz se orienta para desplazarse en el revestimiento 122 en lugar de en el núcleo 121 en una determinada porción de la fibra óptica 120 (por ejemplo, en un caso en el que se usa una fibra ahusada). Una fibra óptica de acuerdo con esta realización puede ser más sencilla de fabricar que las fibras usadas en otras realizaciones.

En la realización de la figura 7, la fibra óptica 130 tiene una sección transversal no circular. En particular, la fibra óptica 130 comprende un núcleo 131 y un revestimiento 132 que rodea parcialmente el núcleo 131. Una cara de corte 133 está formada por una parte expuesta del núcleo 131, o por una parte de la fibra óptica 130 en donde el revestimiento 132 es mucho más delgado que en cualquier otra parte sobre la fibra óptica 130. Durante el uso normal (es decir, cuando la cara de corte 133 entra en contacto con pelos), la fibra óptica 130 entrará en contacto con la piel 113 en una superficie de contacto con piel 134 en la que hay un revestimiento 132 (o una capa más gruesa del revestimiento 132) entre el núcleo 131 y la piel 113.

En algunas realizaciones, la fibra óptica 130 se puede haber formado con el revestimiento 132 rodeando completamente el núcleo 131, y entonces el revestimiento 132 se pule o se conforma de otro modo para retirar parcial o completamente el revestimiento 132 a lo largo de una parte de la pared lateral de la fibra óptica 130 para formar una cara de corte 133. Como alternativa, el revestimiento 132 solo se puede haber formado en torno a parte del núcleo 131 con el fin de dejar una parte de la pared lateral del núcleo 131 expuesta como la cara de corte 133. La fibra óptica 130 puede ser un tipo con forma de D de la fibra 130.

De acuerdo con las enseñanzas anteriores, el índice de refracción del núcleo 131 es más alto que el de la piel 113 por lo que, si la piel 113 entra en contacto con la cara de corte 133 o entra en contacto con el revestimiento en la superficie de contacto con piel 134, la luz láser no se acopla con la piel. En esta realización, preferiblemente el índice de refracción del revestimiento 132 es más alto que el índice de refracción de la piel 113 pero, en algunas realizaciones, el índice de refracción del revestimiento 132 puede ser más bajo que la piel (debido a que, en este caso, el índice de refracción del revestimiento 132 se selecciona de tal modo que la luz desde el núcleo 131 no se acopla en el revestimiento 132).

En otra realización, que se puede combinar con la realización de sección transversal no circular en la figura 7, la fibra óptica 4 puede ser una fibra de índice graduado lo que quiere decir que el índice de refracción disminuye con el aumento de la distancia con respecto al eje óptico. En esta realización, la fibra óptica 4 se puede conformar de tal modo que la cara de corte 14 está más alejada del eje óptico que una superficie de contacto con piel, y la cara de corte 14 es de tal modo que el índice de refracción en la cara de corte 14 es igual a o más bajo que el índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel, al tiempo que es más bajo que el índice de refracción en la superficie de contacto con piel.

Por lo tanto, se proporciona un dispositivo de corte de pelo mejorado que tiene un riesgo reducido de dar lugar a daños o lesiones a la piel del sujeto.

Tras estudiar las figuras, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas, los expertos en la materia pueden entender y efectuar variaciones de las realizaciones divulgadas al poner en práctica la invención reivindicada. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende/comprendiendo" no excluye otros elementos o etapas y los artículos indefinidos "un" o "una" no excluyen una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede satisfacer las funciones de los diversos artículos citados en las reivindicaciones. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en diferentes reivindicaciones mutuamente dependientes no indica que no pueda utilizarse ventajosamente una combinación de tales medidas.

Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones debería interpretarse como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de corte de pelo para cortar pelo en el cuerpo de un sujeto, comprendiendo el dispositivo de corte de pelo:

una fuente de luz para generar luz láser a una o más longitudes de onda específicas que se corresponden con longitudes de onda absorbidas por uno o más cromóforos en el pelo; y
un elemento de corte que comprende una guía de onda óptica que se acopla con la fuente de luz para recibir luz láser, en donde una porción de una pared lateral de la guía de onda óptica forma una cara de corte para entrar en contacto con pelo, y en donde, al menos en la cara de corte, la guía de onda óptica tiene un índice de refracción que es igual a o más bajo que el índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel.
- 15 2. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte es igual a o más alto que 1,48, opcionalmente igual a o más alto que 1,50, opcionalmente igual a o más alto que 1,51, opcionalmente igual a o más alto que 1,52, opcionalmente igual a o más alto que 1,53, opcionalmente igual a o más alto que 1,54.
- 20 3. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte es igual a o más bajo que 1,56, opcionalmente igual a o más bajo que 1,55, opcionalmente igual a o más bajo que 1,54.
- 25 4. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el índice de refracción de la guía de onda óptica en la cara de corte se encuentra en el intervalo 1,48-1,56, opcionalmente en el intervalo 1,51-1,55, opcionalmente en el intervalo 1,53-1,54.
5. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en donde la guía de onda óptica está compuesta de o comprende sílice, vidrio de flúor, vidrio de fosfato, vidrio de calcogenuro y/o vidrio crown.
- 30 6. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la guía de onda óptica comprende un núcleo, y en donde la cara de corte es una porción de la pared lateral del núcleo.
- 35 7. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que rodea el núcleo, en donde la cara de corte es una porción de la pared lateral del revestimiento.
- 40 8. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el índice de refracción del núcleo es más bajo que o igual al índice de refracción del pelo y más alto que el índice de refracción de la piel, y en donde el índice de refracción del revestimiento es más bajo que el índice de refracción del núcleo.
9. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde la cara de corte comprende una porción del revestimiento que es más delgada que el revestimiento sobre otras porciones de la guía de onda óptica.
- 45 10. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 7, 8 o 9, en donde la guía de onda óptica es una guía de onda óptica con forma de D o una guía de onda óptica pulida.
- 50 11. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que cubre parcialmente el núcleo, en donde la cara de corte comprende la porción del núcleo que no está cubierta por el revestimiento.
- 55 12. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el índice de refracción de la guía de onda óptica disminuye con el aumento de la distancia con respecto a un eje óptico de la guía de onda óptica, en donde la cara de corte se encuentra a una distancia menor con respecto al eje óptico que otras porciones de la guía de onda óptica.
- 60 13. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde una segunda porción de la pared lateral de la guía de onda óptica forma una superficie de contacto con piel para entrar en contacto la piel del sujeto mientras la superficie de contacto de corte está en contacto con pelo, y en donde el índice de refracción de la guía de onda óptica en la superficie de contacto con piel es más alto que el índice de refracción de la piel.
- 65 14. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la guía de onda óptica comprende un núcleo y un revestimiento que rodea parcialmente el núcleo, en donde la cara de corte se forma en una pared lateral del núcleo y en donde la segunda porción de la pared lateral se forma en una pared lateral del revestimiento.

15. Un dispositivo de corte de pelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en donde la guía de onda óptica es una fibra óptica.

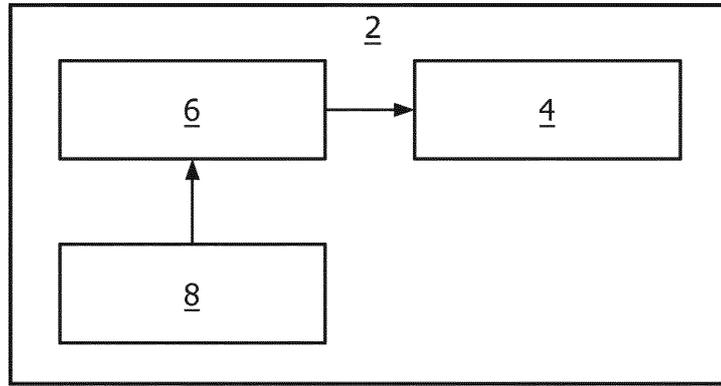


FIG. 1

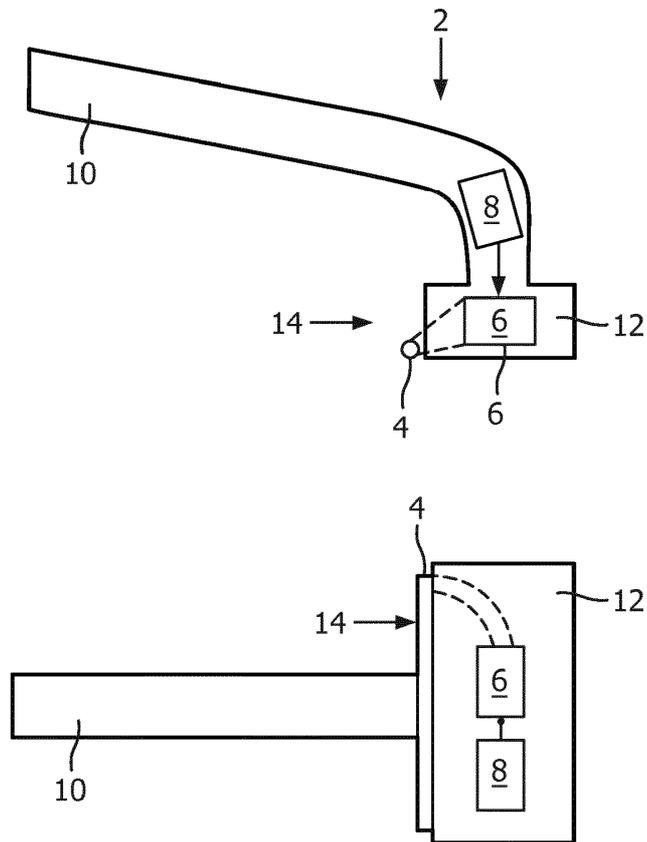


FIG. 2

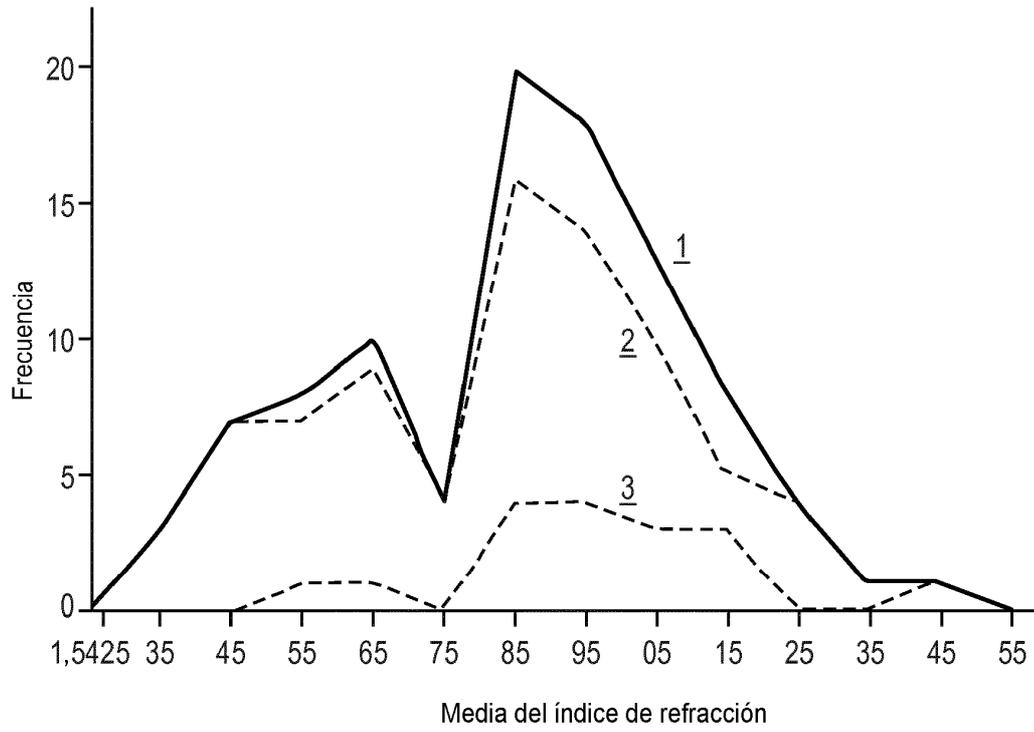


FIG. 3

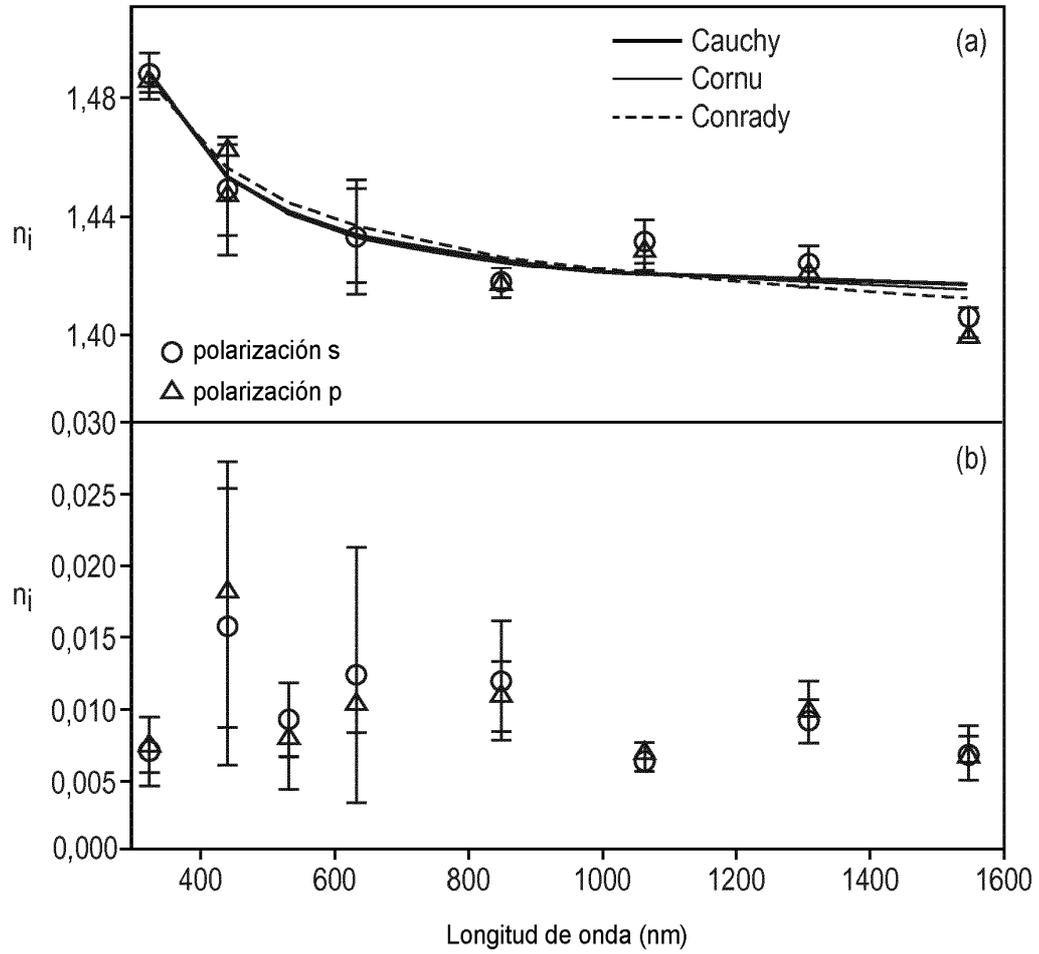


FIG. 4

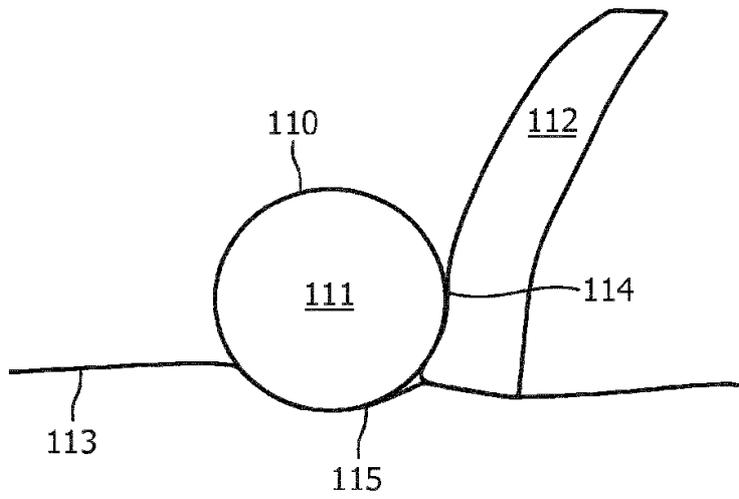


FIG. 5

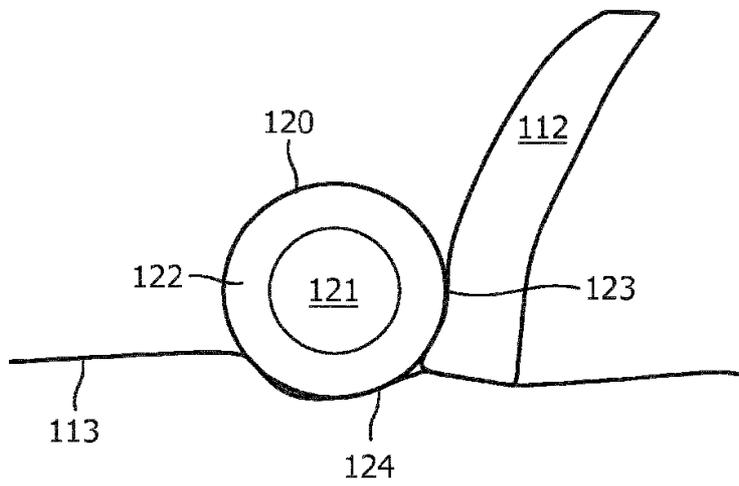


FIG. 6

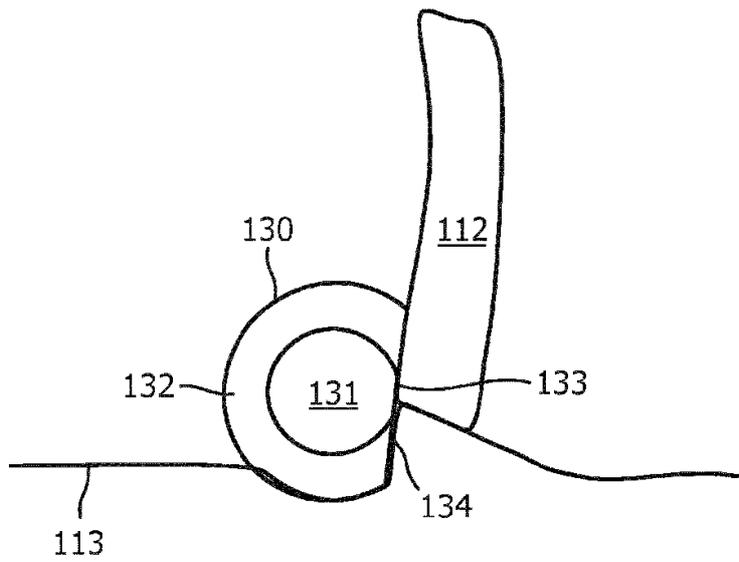


FIG. 7