

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 402**

51 Int. Cl.:

B26B 19/38 (2006.01)

B26B 19/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2022** **PCT/EP2022/071827**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2023** **WO23036524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2022** **E 22761474 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 4255699**

54 Título: **Unidad de afeitado y afeitadora eléctrica que comprende la misma**

30 Prioridad:

09.09.2021 EP 21195710

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

11.09.2024

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 52

5656 AG Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

ZJIROECHA, NIKOLAJ VASILJEVITSJ y

KROON, JACOB WILLEM

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 978 402 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

Unidad de afeitado y afeitadora eléctrica que comprende la misma

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una unidad de afeitado para una afeitadora eléctrica, y a una afeitadora eléctrica que comprende la unidad de afeitado.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La invención se sitúa en el campo de las afeitadoras, en particular de las afeitadoras eléctricas diseñadas para realizar acciones de afeitado y similares en las que los pelos se cortan en una posición próxima a la piel. En general, una afeitadora eléctrica comprende una unidad de afeitado en la que se encuentran una o más unidades de corte de pelo, en la que la unidad de afeitado comprende un elemento de base con el fin de apoyar la una o más unidades de corte de pelo. Un diseño particularmente común de la unidad de afeitado utiliza tres unidades de corte de pelo en una configuración triangular equilátera. Una afeitadora eléctrica consta de un cuerpo principal además de la unidad de afeitado. El cuerpo principal suele tener una forma adecuada para que el usuario de la afeitadora pueda agarrarlo y puede alojar diversos componentes de la afeitadora, como un motor eléctrico.

Cada unidad de corte de pelo de la unidad de afeitado comprende una combinación de un elemento de corte interno y un elemento de corte externo que está dispuesto para cubrir el elemento de corte interno, estando el elemento de corte externo provisto de una serie de aberturas de entrada de pelo para permitir que los pelos lleguen a través del elemento de corte externo y se encuentren con el elemento de corte interno durante una acción de afeitado. En un diseño práctico, el elemento de corte externo es generalmente en forma de copa y tiene una periferia sustancialmente circular, en el que las aberturas de entrada de pelo pueden ser en forma de ranuras alargadas que se extienden sustancialmente radialmente con respecto a un eje central del elemento de corte externo, en una o más áreas anulares que conforman una o más pistas de corte de pelo. Tal un elemento externo del corte es particularmente conveniente de ser utilizado en una afeitadora eléctrica del tipo rotatorio, es decir una afeitadora eléctrica que incluye por lo menos una unidad de corte de pelo en la cual el elemento interno del corte se arregla para girar durante la operación.

El uso adecuado de la afeitadora eléctrica implica poner la afeitadora en un estado activo, es decir, un estado en el que el elemento de corte interno de la al menos una unidad de corte de pelo gira, y mover la unidad de afeitado sobre una porción de piel para someterla a una acción de afeitado. El elemento de corte externo tiene una superficie de pista de corte de pelo para entrar en contacto con una porción de piel en la posición de una o más pistas de corte de pelo durante una acción de corte de pelo. En las posiciones donde se delimitan las aberturas de entrada del pelo, las superficies de corte del pelo están presentes en el elemento de corte externo. En un diseño común, el elemento de corte interno incluye cuchillas que tienen bordes de corte de pelo. Durante la acción de afeitado, el pelo que entra por las aberturas de entrada de pelo se rompe entre las superficies de corte y los bordes de corte de pelo y, como resultado, se corta en una posición cercana a la piel.

El documento CN 108714917 A divulga una afeitadora eléctrica que comprende una unidad de afeitado y un cuerpo principal. La afeitadora está equipada con un dispositivo de calentamiento por infrarrojos, una batería y un interruptor conectados eléctricamente entre sí. Una razón para equipar una afeitadora eléctrica con un dispositivo de calentamiento por infrarrojos (o infrarrojo cercano) como el conocido a partir del documento CN 108714917 A se encuentra en el hecho de que la exposición de los pelos a la luz infrarroja ayuda a ablandarlos. En general, la exposición de los pelos a la luz infrarroja durante una acción de afeitado mejora la comodidad experimentada por el usuario. Además, la luz infrarroja también puede estimular la circulación sanguínea y tener un efecto beneficioso sobre la piel, estimulándola e invocando un aspecto radiante de la misma.

No sólo la luz infrarroja, sino también otras emisiones ópticas pueden utilizarse para generar un estímulo de calentamiento, incluso en el espectro de luz visible.

Los elementos de iluminación tardan algún tiempo en calentar el cabezal de afeitado hasta alcanzar una temperatura óptima para la aplicación sobre la piel. Aumentar la energía de los elementos de iluminación puede incrementar la tasa de calentamiento. Sin embargo, esto conlleva problemas de seguridad y comodidad, ya que el aumento de energía puede provocar quemaduras.

Otro ejemplo lo ofrece la documentación de patente EP3782779 en la que se divulga una afeitadora eléctrica en la que la luz de un sistema de iluminación proporcionado en el dispositivo es más fácil y continuamente visible durante el uso, a la vez que se consigue un blindaje de bajo coste pero fiable de la fuente de luz del sistema de iluminación contra líquidos y polvo. Una mejora de los dispositivos existentes que sea capaz de abordar esta deficiencia sería valiosa.

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención se define por las reivindicaciones.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una afeitadora eléctrica que comprende una unidad de afeitado y un controlador. La unidad de afeitado comprende una o más unidades de corte de pelo. La unidad de afeitado comprende además un módulo de iluminación que incluye uno o más elementos de iluminación y una superficie de salida de luz orientada hacia la piel a través de la cual la luz generada por los elementos de iluminación se expone a la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado, estando dicha superficie de salida de luz fabricada con un material ópticamente transmisor y dispuesta para entrar en contacto con la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado. Los elementos de iluminación están dispuestos en contacto de conducción térmica con la superficie de salida de luz a través de una vía de conducción térmica en el módulo de iluminación.

La unidad de afeitado comprende además un elemento de soporte que sostiene la una o más unidades de corte de pelo y el módulo de iluminación.

El controlador de la unidad de afeitado está acoplado operativamente con el módulo de iluminación y adaptado para controlar los elementos de iluminación en un esquema de accionamiento que comprende:

una fase inicial de calentamiento, desencadenada tras la activación del módulo de iluminación, en la que los elementos de iluminación se accionan con un ajuste de energía inicial. y

una fase operativa tras la fase de calentamiento inicial. Un valor de energía máxima del ajuste de energía operativa es inferior a un valor de energía del ajuste de energía inicial. Opcionalmente, la fase de calentamiento inicial puede tener como objetivo una temperatura predeterminada, en la que los elementos de iluminación se accionan con el ajuste de energía inicial hasta que se alcanza una temperatura predeterminada de la superficie de salida de luz.

Preferentemente, en la fase operativa, los elementos de iluminación se accionan con un ajuste de energía operativa tal que la temperatura de la superficie de salida de luz se controla para que se mantenga a la temperatura predeterminada alcanzada en la fase de calentamiento inicial. En otras palabras, los elementos de iluminación se controlan para regular la temperatura, para mantenerla lo más cerca posible de la temperatura predeterminada.

El módulo de iluminación de la afeitadora eléctrica según la invención es capaz de proporcionar un efecto de calentamiento a la piel durante el proceso de afeitado. El efecto de calentamiento se consigue tanto óptica como conductivamente. El calentamiento óptico de la piel se consigue mediante la absorción óptica por el tejido cutáneo de la luz generada por los elementos de iluminación y aplicada a la piel a través de la superficie de salida de luz del módulo de iluminación. El calentamiento conductivo de la piel se consigue mediante el contacto térmico de la piel con la superficie de salida de luz del módulo de iluminación que está en contacto térmico conductivo con los elementos de iluminación. De este modo, el calentamiento conductivo de la piel se consigue especialmente por el calor que disipan los elementos de iluminación como resultado de su limitada eficiencia de conversión de energía eléctrica en óptica. Esta combinación de calentamiento óptico y conductivo de la piel es muy eficaz.

La invención proporciona una fase de calentamiento inicial que actúa como un modo de "refuerzo" temporal, para calentar más rápidamente la superficie de salida de luz del módulo de iluminación utilizando un ajuste de energía inicial que es superior al valor de energía máxima del ajuste de energía operativa durante la fase operativa que sigue a la fase inicial. Mientras que el valor máximo de energía de la fase operativa debe seleccionarse de forma que resulte cómodo y seguro durante un uso prolongado de la afeitadora durante el proceso de afeitado, la fase de calentamiento inicial permite utilizar un ajuste de energía superior a los límites de seguridad para un uso prolongado con el fin de calentar más rápidamente la superficie de salida de luz del módulo de iluminación. Una vez finalizado el modo de refuerzo, el nivel de energía disminuye. Esto puede indicarse al usuario, por ejemplo, mediante un cambio del patrón luminoso visible o un sonido audible, y la afeitadora puede utilizarse entonces normalmente, por ejemplo, con la superficie de salida de luz a una temperatura óptima. Esto evita que la energía más alta se mantenga durante todo el funcionamiento, con lo que se evitan problemas de seguridad y comodidad, por ejemplo, quemaduras en la piel.

La temperatura predeterminada a la que se dirige la fase de calentamiento inicial se encuentra preferentemente en un intervalo de 40 °C a 50 °C.

Dado que la superficie de salida de luz entra en contacto con la piel durante el uso, este rango de temperatura se dirige a una temperatura dentro de una tolerancia de comodidad esperada de un usuario. Por ejemplo, la temperatura facial normal es de unos 36 °C (aunque puede variar en función de las condiciones ambientales). La sensibilidad de percepción de una persona media se sitúa en torno a los 2 °C. Por lo tanto, una acción de calentamiento perceptible se dirige preferentemente a una temperatura por encima de este umbral de percepción y, para evitar un calor excesivo (y quemaduras), un rango óptimo puede estar entre 40 °C y 50 °C.

En algunas realizaciones, la temperatura predeterminada puede estar dentro de un intervalo de 41,8 °C a 42,2 °C, dentro de un intervalo de 44,8 °C a 45,2 °C, o dentro de un intervalo de 47,8 °C a 48,2 °C.

Puede ser ventajoso proveer a la afeitadora eléctrica de un elemento de la entrada configurado para permitir la selección de la temperatura predeterminada por un usuario de la afeitadora eléctrica.

En algunas realizaciones, el uno o más elementos de iluminación pueden comprender uno o más LED.

5 En un conjunto ventajoso de realizaciones, los uno o más elementos de iluminación pueden comprender un elemento de iluminación infrarrojo (IR) o infrarrojo cercano (NIR).

10 Puede ser necesario configurar una densidad de energía óptica de los elementos de iluminación en la superficie de salida de la luz para maximizar la eficiencia del calentamiento al tiempo que se mitiga el riesgo de incomodidad o daños en la piel. En vista de lo anterior, según una o más realizaciones, el módulo de iluminación puede configurarse de tal manera que un haz de luz de al menos uno de los elementos de iluminación IR o NIR 62 tenga, durante la fase de calentamiento inicial, una densidad de energía óptica media más alta en la superficie de salida de luz en comparación con los otros elementos de iluminación, y en la que el valor de energía del ajuste de energía inicial sea tal que dicha densidad de energía óptica media más alta esté comprendida entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm².

15 Esta realización se basa en la idea de que el haz de luz de al menos uno de los elementos de iluminación tendrá una densidad de energía óptica media más alta en la superficie de salida de luz del módulo de iluminación. En este contexto, la densidad de energía óptica media del haz luminoso se mide sobre la sección transversal del haz luminoso en la posición de la superficie de salida de la luz. Esta densidad de energía óptica media más elevada no debe superar un valor de 360 mW/cm² y debe situarse preferentemente entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm². Estos valores se seleccionan de forma que, en el peor de los casos, cuando un usuario mantiene la afeitadora eléctrica en una posición estacionaria sobre la piel durante un período de tiempo predefinido, la densidad de energía óptica total aplicada por el módulo de iluminación a la piel en la posición del haz de luz de al menos uno de los elementos de iluminación no supere los límites de seguridad cutánea definidos por la norma IEC/EN 62471 "Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems". En concreto, el periodo de tiempo predefinido es de 10 segundos. Esto se hace para maximizar el efecto de calentamiento (que depende de la densidad de energía óptica) durante la energía inicial, sin sobrepasar los límites de seguridad.

20 En algunas realizaciones, la activación del módulo de iluminación puede ser desencadenada por la activación de una o más unidades de corte de pelo, por ejemplo desencadenada por el controlador tras dicha activación, o desencadenada automáticamente debido a una disposición de cableado entre las unidades de corte y el módulo de iluminación.

25 En algunas realizaciones, la afeitadora eléctrica puede comprender un elemento de entrada adicional configurado para permitir que un usuario de la afeitadora eléctrica active el módulo de iluminación independientemente de la activación de una o más unidades de corte de pelo.

En algunas realizaciones, el tiempo de duración de la fase de calentamiento puede establecerse en no más de 20 segundos, y preferentemente no más de 10 segundos.

40 En una serie de realizaciones ventajosas, la afeitadora eléctrica puede comprender además un sensor de temperatura, y en el que el controlador está configurado, en la fase operativa, para controlar un ajuste de energía de la fase operativa en función de una salida del sensor de temperatura. En otras palabras, el controlador regula activamente el nivel de energía de los elementos de iluminación en un bucle de retroalimentación con el sensor de temperatura, con el fin de mantener una temperatura particular (aumentar la energía en respuesta a la caída de la temperatura, reducir la energía en respuesta al aumento de la temperatura). En otras palabras, la fase operativa se controla como una fase de estado estacionario con respecto a la temperatura, en la que se regula la energía de iluminación para el mantenimiento de un rango de temperatura constante. Esto contrasta con la fase de calentamiento, en la que la energía se ajusta para lograr un rápido aumento de la temperatura.

50 El sensor de temperatura se encuentra preferentemente en la unidad de afeitado.

En algunas realizaciones, el controlador puede estar configurado para controlar una duración de la fase de calentamiento inicial y, en la fase operativa, para controlar la temperatura de la superficie de salida de luz, en dependencia de una salida del sensor de temperatura.

55 En algunos ejemplos, el controlador comprende un bucle de control de realimentación que comprende el sensor de temperatura y un elemento de control proporcional-integral (PI).

60 En algunas realizaciones, el módulo de iluminación comprende una PCB, y en la que los elementos de iluminación están montados en una primera superficie principal de la PCB orientada hacia la superficie de salida de luz, de manera que los elementos de iluminación están en comunicación óptica con la superficie de salida de luz durante el funcionamiento del módulo de iluminación. El mencionado sensor de temperatura también puede montarse en dicha superficie principal de la PCB, y puede montarse en ella en una posición inmediatamente adyacente a uno de los elementos de iluminación. En otras palabras, el sensor de temperatura está situado junto a al menos uno de los elementos de iluminación para maximizar el acoplamiento térmico entre ambos.

La vía de conducción térmica mencionada anteriormente (desde los elementos de iluminación hasta la superficie de salida de la luz) puede comprender (es decir, estar facilitada por) un material de revestimiento ópticamente transmisivo que cubra la superficie principal de la PCB, revistiendo así los elementos de iluminación y el sensor de temperatura.

5 Por ejemplo, en algunas realizaciones, el módulo de iluminación tiene una cavidad que está cubierta por una pared superior ópticamente transmisiva del módulo de iluminación que comprende la superficie de salida de luz. La PCB puede estar dispuesta en dicha cavidad, y en ella el material de revestimiento se extiende entre la superficie principal de la PCB y la pared superior del módulo de iluminación.

10 La afeitadora eléctrica puede comprender un cuerpo principal de afeitadora acoplado a la unidad de afeitado y comprender un motor eléctrico para accionar una o más unidades de corte de pelo de la unidad de afeitado. Cada una de las unidades de corte de pelo de la unidad de afeitado comprende un elemento de corte externo con una pluralidad de aberturas de entrada de pelo y un elemento de corte interno con una pluralidad de elementos de corte cubiertos por el elemento de corte externo y móviles en relación con el elemento de corte externo. El controlador puede estar alojado en el cuerpo principal de la afeitadora. En algunas realizaciones, la unidad de afeitado es un accesorio desmontable del cuerpo principal de la afeitadora.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la realización(es) descrita a continuación.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar más claramente cómo puede llevarse a efecto, se hará referencia, a título de ejemplo únicamente, a los dibujos adjuntos, en los que:

25 La figura 1 muestra una vista en perspectiva del exterior de un ejemplo de afeitadora eléctrica según una o más realizaciones de la invención;
La figura 2 muestra una vista en perspectiva de una unidad de afeitado según un aspecto de la invención;
La figura 3 muestra una vista en sección transversal a través de un módulo de iluminación de una unidad de afeitado según una o más realizaciones de la invención;
30 La figura 4 muestra una vista en corte de una parte interior de la carcasa de un módulo de iluminación según una o más realizaciones de la invención;
La figura 5 muestra otra vista en sección transversal a través del módulo de iluminación según una o más realizaciones de la invención;
35 La figura 6 muestra las etapas de un ejemplo de método de fabricación de un módulo de iluminación según una o más realizaciones de la invención;
La figura 7 ilustra a modo de ejemplo la primera y segunda fases de funcionamiento de un módulo de iluminación de acuerdo con un aspecto de la invención;
La figura 8 ilustra perfiles de temperatura de la piel correspondientes a molestias y lesiones de un sujeto;
40 La figura 9 muestra un ejemplo de perfil óptico de salida proporcionado por una disposición espacial ejemplar de elementos de iluminación en un módulo de iluminación según al menos una realización de la invención;
La figura 10 muestra un ejemplo de circuito de accionamiento para controlar un módulo de iluminación utilizando la retroalimentación de un sensor de temperatura;
45 La figura 11 ilustra una salida de luz visible no deseada de un módulo de iluminación en una afeitadora eléctrica provista en ausencia de una disposición óptica para modificar un perfil de luz visible;
La figura 12 muestra un ejemplo de módulo de iluminación en una afeitadora eléctrica en ausencia de una disposición óptica para modificar un perfil de luz visible;
Las figuras 13-15 ilustran en sección transversal un ejemplo de módulo de iluminación en una unidad de afeitado según la invención que tiene una disposición óptica para proporcionar guiado de luz de una salida de luz visible;
50 La figura 16 muestra un perfil de luz visible modificado proporcionado en la superficie de salida de luz del módulo de iluminación de acuerdo con una o más realizaciones de la invención;
La figura 17 muestra una vista en perspectiva de una porción de una disposición óptica en un módulo de iluminación de acuerdo con una o más realizaciones de la invención;
La figura 18 muestra una vista en despiece de una unidad de afeitado de ejemplo que comprende una disposición óptica de acuerdo con la invención;
55 La figura 19 muestra otra realización de un módulo de iluminación que tiene una disposición óptica formada integralmente por una carcasa del módulo de iluminación;
La figura 20 muestra un ejemplo de salida de luz visible proporcionada por el módulo de iluminación de la figura 19;
60 La figura 21 muestra una porción de PCB de un ejemplo de módulo de iluminación según la invención;
La figura 22 muestra el posicionamiento de los elementos de iluminación del módulo de iluminación de la figura 21 en relación con la superficie de salida de luz del módulo de iluminación; y
La figura 23 muestra un ejemplo de elemento de guiado de luz del módulo de iluminación de la figura 21.

65

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La invención se describirá con referencia a las figuras.

Debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican realizaciones ejemplares de los aparatos, sistemas y métodos, se han concebido únicamente con fines ilustrativos y no pretenden limitar el ámbito de la invención. Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción, reivindicaciones anexas y dibujos adjuntos. Debe entenderse que las figuras son meramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. También debe entenderse que los mismos números de referencia se utilizan en todas las figuras para indicar partes iguales o similares.

Esta divulgación se refiere generalmente a una unidad de afeitado y/o afeitadora eléctrica que tiene un módulo de iluminación para proporcionar una función de calentamiento óptico en una superficie de contacto con la piel de la unidad de afeitado. Al menos un aspecto de la invención se refiere a un esquema de control de doble fase para el calentamiento acelerado de una superficie en contacto con la piel mediante el aumento de una densidad de energía óptica media durante un tiempo inicial.

La figura 1 muestra una primera vista en perspectiva del exterior visible de un ejemplo de unidad de afeitado 10 para una afeitadora eléctrica 100 según al menos una realización de la invención. En el ejemplo mostrado, la afeitadora eléctrica 100 es del tipo rotativo (aunque esto no es esencial) y comprende un cuerpo principal 110 que está destinado a ser agarrado por un usuario de la afeitadora 100, y una unidad de afeitado 10 que está destinada a entrar en contacto con una porción de piel que va a ser sometida a una acción de afeitado. El cuerpo principal 110 de la afeitadora 100 también suele denominarse mango, y la unidad de afeitado 10 de la afeitadora 100 también suele denominarse cabezal de afeitado. Por diversas razones, como la necesidad de mantenimiento y/o limpieza de la unidad de afeitado 10, la necesidad de sustituir la unidad de afeitado 10 por una unidad funcional de otro tipo, etc., resulta práctico que la unidad de afeitado 10 esté montada de forma desmontable o articulada en el cuerpo principal 110. La unidad de afeitado 10 incluye varias unidades de corte de pelo 12, siendo tres en el ejemplo mostrado. En el ejemplo mostrado, las unidades de corte de pelo 12 están dispuestas en una formación generalmente triangular. Cuando la afeitadora eléctrica 100 se aplica con el fin de someter una porción de piel a una acción de afeitado, el proceso real de cortar los pelos que sobresalen de la porción de piel tiene lugar en la posición de las unidades de corte de pelo 12. Con el fin de soportar las unidades de corte de pelo 12, la unidad de afeitado 10 comprende un elemento de soporte 22 que, en este ejemplo, actúa como un elemento de base para la unidad de afeitado 10.

Cada una de las unidades de corte de pelo 12 comprende una combinación de un elemento de corte externo 120 que tiene un diseño generalmente en forma de copa y un elemento de corte interno (no mostrado) que está equipado con al menos un elemento de corte de pelo y que está al menos parcialmente alojado en el interior del elemento de corte interno. El elemento de corte externo 120 tiene aberturas de entrada de pelo 122 en una superficie de pista de corte anular. Durante una acción de afeitado, los pelos que se extienden a través de las aberturas de entrada de pelo 122 y que sobresalen hacia el interior del elemento de corte externo 120 se cortan tan pronto como son encontrados por un elemento de corte de pelo del elemento de corte interno. Una acción de afeitado como se ha mencionado se puede realizar cuando el elemento de corte interno se activa para girar y una porción de piel es realmente contactada por el elemento de corte externo 120 en la posición de la superficie de la pista de corte. La activación del elemento de corte interno puede tener lugar de una manera conocida por medio de un mecanismo de accionamiento de la afeitadora 100 que comprende un motor eléctrico. El cuerpo principal 110 puede alojar el mecanismo de accionamiento, opcionalmente junto con una fuente de alimentación local (por ejemplo, una batería). Cuando la combinación del elemento de corte externo 120 y el elemento de corte interno se mueve sobre la porción de piel mientras que el elemento de corte interno es conducido para girar, se logra que los pelos que sobresalen de la porción de piel se atrapen en las aberturas de entrada de pelo 122 del elemento de corte externo 120 y se corten en esa posición.

Se observa que la invención también cubre afeitadoras eléctricas y unidades de afeitado que tienen una o más unidades de corte de pelo de un tipo diferente al descrito en el presente documento anteriormente. En particular, la invención también cubre afeitadoras eléctricas y unidades de afeitado que tienen unidades de corte de cabello con un elemento de corte interno dispuesto para oscilar linealmente con respecto a un elemento de corte externo.

La superficie superior de la unidad de afeitado 10 comprende una superficie de contacto con la piel 54, al menos una porción de la cual está formada por, o forma, una superficie de salida de luz 36 para un módulo de iluminación integrado en un interior de la unidad de afeitado 100, como se describirá más adelante.

Debe tenerse en cuenta que la información general anterior sobre la afeitadora eléctrica 100 según la primera realización de la invención (cuya descripción sigue a continuación) es compatible con (aunque no necesariamente esencial para) todas las realizaciones de la invención descritas posteriormente.

La figura 2 muestra una vista en despiece de un ejemplo de unidad de afeitado 10 según una o más realizaciones. En particular, la figura 2A muestra una vista interior parcial en primer plano de la unidad de afeitado 10, y la figura 2B muestra una vista amplia en despiece de la unidad de afeitado. La figura 3 muestra una sección transversal de la unidad de afeitado 10 a lo largo de la línea A mostrada en la figura 3. La figura 4 muestra una vista interior inferior de una porción de la unidad de afeitado 10. La figura 5 muestra una vista en sección transversal de la unidad de afeitado 10 a lo largo de la línea B mostrada en la figura 5.

La unidad de afeitado 10 comprende un módulo de iluminación 14 que incluye una carcasa de módulo de iluminación 18 que aloja uno o varios elementos de iluminación 20. En este ejemplo, la carcasa del módulo de iluminación 18 está dispuesta sobre el elemento de soporte 22 de la unidad de afeitado 10 y forma parte de la carcasa de la unidad de afeitado. En particular, la carcasa del módulo de iluminación 18 forma una porción superior de la carcasa de la unidad de afeitado, y el elemento de soporte 22 actúa para soportar la una o más unidades de corte de pelo 12 y el módulo de iluminación 14. La carcasa del módulo de iluminación 18 delimita una o más aberturas 56 dentro de las cuales se dispone una respectiva de las una o más unidades de corte de pelo 12 en la unidad de afeitado 10. Sin embargo, esta formación no es esencial. Por ejemplo, el módulo de iluminación podría ser una unidad estructural totalmente independiente integrada dentro de una carcasa separada de la unidad de afeitado; el diseño representado confiere una eficiencia estructural adicional, pero no es esencial para el concepto inventivo.

El módulo de iluminación 14 comprende además patillas de conexión eléctrica 23 que se extienden hacia abajo desde el módulo de iluminación 14 para contactar eléctricamente con contactos eléctricos complementarios en el cuerpo principal 110, para proporcionar conexión eléctrica entre el módulo de iluminación 14 y el cuerpo de la afeitadora 110 en la configuración ensamblada.

La carcasa del módulo de iluminación 18 define una cavidad interior 32, y los elementos de iluminación 20 están dispuestos en la cavidad 32. La cavidad 32 está cubierta en un lado que mira hacia la piel de la carcasa del módulo de iluminación 18 por una pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación. La pared superior incorpora una superficie de salida de luz 36 orientada hacia la piel, a través de la cual la luz generada por los elementos de iluminación 20 se expone a la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado. La pared superior 34 está hecha de un material ópticamente transmisivo, en el que dicho material ópticamente transmisivo proporciona la superficie de salida de luz. En otros ejemplos, la pared superior 34 puede incorporar la superficie de salida de luz como una subregión dentro de un área de pared más amplia, de manera que la superficie de salida de luz forme una ventana de salida de luz a través de la pared superior.

En el ejemplo ilustrado, la carcasa del módulo de iluminación 18 comprende además paredes laterales 50a, 50b que definen la cavidad 32 en combinación con la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18.

En el ejemplo ilustrado, la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18 define, al menos parcialmente, una superficie de contacto con la piel 54 para la unidad de afeitado 10, y la mencionada superficie de salida de luz 36 incorporada en la pared superior 34 está dispuesta para entrar en contacto con la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado.

En algunos ejemplos, la carcasa del módulo de iluminación 18 puede ser una estructura de una sola pieza. Puede ser un componente moldeado por inyección. Puede ser de plástico.

El módulo de iluminación 14 comprende un soporte tal como una placa de circuito impreso (PCB) 38 dispuesta en la cavidad 32, en la que los elementos de iluminación 20 están montados en una primera superficie principal 42 de la PCB (mejor vista en la figura 3) orientada hacia la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18 de tal manera que los elementos de iluminación 20 están en comunicación óptica con la superficie de salida de luz 36 durante el funcionamiento de la unidad de afeitado 10.

La cavidad 32 contiene un material de revestimiento 40 ópticamente transmisivo (mejor visto en la figura 3) que cubre la primera superficie principal 42 de la PCB, revistiendo así los elementos de iluminación 20. El material de revestimiento 40 se extiende entre la primera superficie principal de la PCB 38 y la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18. El material de revestimiento 40 también cubre una segunda superficie principal 44 de la PCB 38, opuesta a la primera superficie principal 42 (es decir, un reverso o cara inferior de la PCB 38). El material de revestimiento 40 envuelve la PCB por todas sus caras principales. El material de revestimiento proporciona una vía de conducción térmica en el módulo de iluminación 14 entre los elementos de iluminación 20 y la superficie de salida de luz 36, para colocar así los elementos de iluminación 20 en contacto de conducción térmica con la superficie de salida de luz 36. El material de revestimiento 40 también proporciona una función impermeabilizante, como se explica más adelante.

Los elementos de iluminación 20 están adaptados para proporcionar un efecto de calentamiento de la piel en la superficie de salida de luz 36 de la carcasa del módulo de iluminación 18 cuando está en contacto con la piel durante el funcionamiento. Es decir, cuando los elementos de iluminación 20 del módulo de iluminación 14 se activan durante una acción de afeitado, se consigue que la piel sea sometida a una estimulación térmica, lo que puede conllevar una mejora del estado o aspecto de la piel y/o una mejora del confort del afeitado. En el ejemplo ilustrado, esto se consigue mediante la inclusión entre los elementos de iluminación 20 de uno o más elementos de iluminación infrarrojos (IR) o casi infrarrojos (NIR) 62. Proporcionan una salida de luz con componentes de frecuencia dominantes en las bandas IR o NIR del espectro electromagnético (EM). Las bandas IR o NIR penetran especialmente bien en la piel. El material ópticamente transmisivo de la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18 y/o el material de revestimiento 40 puede tener un perfil de transmisividad óptica en el que al menos un pico del perfil de transmisividad óptica se encuentra dentro del intervalo de longitudes de onda ópticas de 800-1050 nm, para maximizar el

acoplamiento óptico desde los elementos de iluminación IR o NIR 20, 62 a la superficie de salida de luz 36.

Además del efecto de calentamiento de la piel inducido ópticamente por los elementos de iluminación IR o NIR 20, 62, que resulta de la absorción óptica por el tejido de la piel de la luz IR o NIR emitida por los elementos de iluminación 20, 62, los elementos de iluminación 20 también proporcionan un efecto de calentamiento de la piel inducido conductivamente como resultado de la vía térmicamente conductora entre los elementos de iluminación 20 y la superficie de salida de luz 36 proporcionada por el material de revestimiento 40. Como resultado de dicha vía de conducción térmica, la superficie de salida de luz 36 se calienta por la energía térmica que disipan los elementos de iluminación 20 como resultado de su limitada eficiencia de conversión eléctrica-óptica. Así, durante el proceso de afeitado, la piel también se calienta conductivamente como resultado de su contacto térmicamente guiado con la superficie de salida de luz 36. Los efectos combinados de calentamiento de la piel inducido ópticamente e inducido conductivamente proporcionan una alta eficacia de calentamiento de la piel del módulo de iluminación 14 en la unidad de afeitado 10.

No es esencial que los elementos de iluminación 20 incluyan elementos de iluminación IR o NIR, ya que el calentamiento inducido ópticamente es factible utilizando otras porciones del espectro EM, por ejemplo, con elementos de iluminación visibles. En algunos casos, podrían utilizarse componentes ópticos como lentes en combinación con elementos de iluminación visibles para enfocar o concentrar la salida de luz, con el fin de aumentar así la energía térmica de la luz en la superficie de salida de luz.

Además, aunque al menos una función del módulo de iluminación es proporcionar un efecto de calentamiento, las emisiones ópticas pueden proporcionar además otros efectos beneficiosos para el tejido cutáneo. Por ejemplo, se sabe que la luz azul visible es beneficiosa para el tratamiento del acné y que la luz roja visible es beneficiosa para estimular la cicatrización de heridas y tratar la inflamación de la piel.

Además de los elementos de iluminación IR o NIR 62, el conjunto de elementos de iluminación 20 incluye además uno o más elementos de iluminación visible 64 para proporcionar una indicación de luz visible de la activación de los elementos de iluminación IR o NIR. Están configurados para estar activos cuando los elementos de iluminación IR o NIR están activos, por ejemplo a través de un control activo por un controlador, o a través de una disposición de cableado en paralelo con los elementos de iluminación IR/NIR 62 en una disposición de circuito que los alimenta eléctricamente. Sin embargo, los elementos de iluminación visibles pueden omitirse en otros ejemplos.

Cuando se proporcionan elementos de iluminación visibles 64, el material ópticamente transmisor de la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18 y/o el material de revestimiento 40 pueden tener al menos un pico adicional en la transmisividad óptica que está dentro del rango de longitud de onda óptica de 450-700 nm, para maximizar el acoplamiento óptico desde los elementos de iluminación visibles 64 a la superficie de salida de luz 36.

Cada elemento de iluminación 20 de los uno o más elementos de iluminación puede comprender un LED en algunos ejemplos.

El módulo de iluminación 14 comprende uno o más elementos de conexión eléctrica 23 (clavijas de conexión) conectados eléctricamente a la PCB 38 y que se extienden desde la segunda superficie principal 44 de la PCB a través del material de revestimiento 40 y fuera de él.

En lo que respecta al material de revestimiento 40, éste tiene la doble función de inhibir la entrada de humedad u otros contaminantes en la cavidad 32 (como suciedad o polvo), y también de proporcionar una función de acoplamiento térmico de los elementos de iluminación 20 a la superficie de salida de luz 36 (y por lo tanto a la superficie de la piel durante el uso normal de la afeitadora eléctrica 100).

Preferentemente, el material de revestimiento 40 se extiende sin interrupción desde la primera superficie principal 42 de la PCB 38 hasta la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18. En otras palabras, define al menos una trayectoria continua de material sólido desde la primera superficie principal de la PCB hasta la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18. De este modo se garantiza una sólida vía de conducción térmica desde los elementos de iluminación 20 en la primera superficie principal 42 de la PCB 38 hasta la superficie de salida de luz 36 en la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18, optimizando la conducción del calor.

Preferentemente, la fabricación del módulo de iluminación 14 debe ser tal que las burbujas de aire en el material de revestimiento 40 se reduzcan al mínimo o incluso se eliminen, ya que las burbujas de aire disminuyen la conductividad térmica general de la vía de conducción térmica desde la primera superficie principal 42 de la PCB hasta la superficie de salida de luz 36. Las burbujas de aire también afectan negativamente a la homogeneidad de la distribución de la temperatura. Más adelante en esta divulgación se describirá un método de fabricación particularmente ventajoso.

Preferentemente, el material de revestimiento 40 se extiende como una estructura monolítica continua entre la PCB 38 y la superficie de salida de luz 36, es decir, sin interrupción. Como mínimo, debe incluir al menos una trayectoria sólida continua desde la PCB 38 hasta la superficie de salida de luz 36.

Durante el ensamblaje del módulo de iluminación 14, la PCB 38 debería preferentemente estar completamente humedecida por el material de revestimiento 40 en sus dos superficies principales 42, 44.

5 Para prevenir eficazmente la entrada de humedad, debe existir una unión o adherencia química entre el material de revestimiento 40 y la primera y segunda superficies principales 42, 44 de la PCB 38. También debe haber un límite químico entre el material de revestimiento 40 y las superficies interiores de la cavidad 32, es decir, las superficies interiores de la pared superior 34 y las paredes laterales 50a, 50b.

10 Para una impermeabilización efectiva, preferentemente debe haber también una unión o adherencia química entre el material de revestimiento 40 y la clavija de contacto eléctrico 23. Esto ayuda a evitar la entrada de agua a través de las superficies de las clavijas de contacto eléctrico 23.

15 Preferentemente, el material de revestimiento 40 cubre al menos parcialmente una superficie de borde 46 de la PCB 38 que se extiende entre la primera y segunda superficies principales 42, 44.

Los materiales adecuados para el material de revestimiento 40 pueden incluir, por ejemplo, una resina adhesiva, por ejemplo una resina de silicona o epoxi. Sin embargo, en general, puede utilizarse cualquier encapsulado o material de relleno. Preferentemente, el material es uno que, dentro del rango de temperatura funcional del módulo de iluminación 14, presenta las siguientes propiedades: (a) no cambia de fase; (b) no cambia (sustancialmente) sus propiedades mecánicas, térmicas u ópticas; (c) no presenta decoloración. El intervalo de temperatura funcional puede estar comprendido, por ejemplo, entre -10 °C y 100 °C, con una temperatura de funcionamiento real que suele rondar los 40-60 °C. El rango de temperatura más amplio permite variaciones en las condiciones ambientales, por ejemplo, si la afeitadora se deja al aire libre en un ambiente frío, o si se deja dentro de un coche caliente al sol.

25 Con respecto a la funcionalidad óptica del módulo de iluminación 14, Opcionalmente, y como se ilustra en las figuras 2-4, el módulo de iluminación comprende además una disposición óptica para crear una salida de luz visible proporcionada en la superficie de salida de luz 36 por los elementos de iluminación opcionales visible 64. En este ejemplo, esto comprende una disposición de guía de luz 412 configurada para guiar la luz visible generada por los elementos de iluminación visibles 64 hacia al menos un área de la superficie de salida de luz 36 del módulo de iluminación 14. La disposición de guiado de luz 412 puede comprender una lámina o película de guiado de luz dispuesta en o sobre la primera superficie principal 42 (superficie superior) de la PCB 38. Puede adherirse a la PCB 38 con una capa adhesiva. Puede ser una pegatina de guía de luz. Esto puede guiar la luz en una dirección con un componente direccional principal paralelo a la superficie de salida de luz 36 en algunos ejemplos. También proporcionan elementos opcionales de atenuación de luz para inhibir o atenuar una trayectoria óptica directa desde cada elemento de iluminación visible 64 hasta la superficie de salida de luz 36. Cada uno de los elementos de atenuación de luz puede estar facilitado por una capa atenuadora de la luz, que comprende, por ejemplo, una capa de máscara atenuadora de la luz depositada sobre una capa portadora ópticamente transparente dispuesta encima de la disposición de guía de la luz. Estas características se describirán con más detalle más adelante en esta divulgación.

40 Con respecto a la funcionalidad óptica del módulo de iluminación 14, en algunos ejemplos la carcasa del módulo de iluminación 18 puede estar fabricada en su totalidad con el material ópticamente transmisivo mencionado anteriormente (del que está formada la superficie de salida de luz 36). Puede ser ópticamente translúcido, por ejemplo, disperso, para impedir la visibilidad directa de un interior de la cavidad 32 del módulo de iluminación 14 desde la superficie visible de la unidad de afeitado 10. Esto permite que todo el cuerpo de la carcasa del módulo de iluminación 18 proporcione una función de acoplamiento de luz desde los elementos de iluminación 20 a la superficie de salida de luz 36 y a la superficie de contacto con la piel 54 de la unidad de afeitado 10. La carcasa del módulo de iluminación 18 puede ser opcionalmente una estructura de polímero moldeado por inyección de una sola pieza.

50 Como se ha mencionado anteriormente, la carcasa del módulo de iluminación 18 en este ejemplo comprende una superficie de contacto con la piel 54 dispuesta para estar en contacto con la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado 10. La superficie de salida de luz 36 forma al menos una parte de esta superficie de contacto con la piel 54. La superficie de contacto con la piel 54 delimita una o más aberturas 56 dentro de las cuales se dispone una respectiva de las una o más unidades de corte de pelo 12 de la unidad de afeitado 10 (cuando está montada). En el ejemplo ilustrado, cada una de las unidades de corte de pelo 12 está completamente rodeada por la superficie de contacto con la piel 54, aunque esto no es esencial (por ejemplo, en una configuración de lámina de afeitado, la superficie de contacto con la piel puede extenderse alrededor de sólo un subconjunto de los lados de cada unidad de corte de pelo alargada).

60 Como puede verse en la figura 2, la superficie de salida de luz 36 del módulo de iluminación 14 se extiende al menos en un área de la superficie de contacto con la piel 54 entre cada una de la pluralidad de unidades de corte de pelo 12.

En el ejemplo de las figuras 2-5, todos los elementos de iluminación 20 están montados en una primera superficie principal 42 de la PCB, que está orientada hacia la superficie de salida de luz 36. Sin embargo, esto no es esencial. En algunas realizaciones, uno o más de los elementos de iluminación 20, en particular uno o más elementos de iluminación visibles, pueden montarse en la segunda superficie principal 44 de la PCB (es decir, una superficie inferior).

La figura 4 muestra una vista inferior de la PCB 38 de un módulo de iluminación de acuerdo con dicho ejemplo. La figura 4 muestra una vista en corte parcial que ilustra los componentes de la segunda superficie principal 44 (es decir, la superficie inferior) de la PCB 38. En este ejemplo, se proporciona una pluralidad de elementos de iluminación visibles 64 en la segunda superficie principal de la PCB. Estos pueden proporcionarse además de elementos de iluminación visibles en la mencionada primera superficie principal 42 de la PCB 38, o en lugar de elementos de iluminación visibles en la primera superficie principal 42 de la PCB.

En algunas realizaciones, puede haber además al menos un sensor de temperatura 350, como un termistor, en la PCB 38 (ver la figura 5). Preferentemente, se sitúa junto a al menos uno de los elementos de iluminación IR o NIR 62. El sensor de temperatura 350 puede ser utilizado por un controlador para regular un nivel de energía de los elementos de iluminación IR o NIR 62, para regular una temperatura en la superficie de salida de luz 36. Sin embargo, el sensor de temperatura 350 es opcional y puede omitirse.

El módulo de iluminación puede comprender uno o más componentes eléctricos adicionales montados en la PCB 38, por ejemplo una o más resistencias 66, como se ilustra en la figura 5.

Etapas que forman al menos parte de un método de fabricación adecuado para el módulo de iluminación 14 de la unidad de afeitado 10 mostrada en las figuras 2-5 se ilustran esquemáticamente en las figuras 6A-6D. Las etapas mostradas en las figuras 6A-6D son para el montaje de al menos una sección del módulo de iluminación 14.

El método comprende (figura 6A) proporcionar 210 una carcasa de módulo de iluminación 18 que comprende una pared superior 34, que comprende una superficie de salida de luz 36, y paredes laterales 50a, 50b que definen, en combinación con la pared superior 34, una cavidad 32 de la carcasa de módulo de iluminación 18. La pared superior 34 tiene una superficie interna 72 orientada hacia el interior de la cavidad 32.

El método comprende además (etapa no mostrada explícitamente en las figuras 6A-6D) proporcionar una unidad de iluminación que comprenda una PCB 38 y uno o más elementos de iluminación 20 montados en una primera superficie principal 42 de la PCB. Los elementos de iluminación 20 incluyen elementos de iluminación IR o NIR 62 y elementos de iluminación / visible 64. La unidad de iluminación comprende además una disposición óptica que incluye, por ejemplo, una disposición de guiado de luz 412 dispuesta en la primera superficie principal 42 de la PCB 38.

El método comprende además (figura 6B) disponer 230 sobre la superficie interna 72 de la pared superior 34 una capa 41a del material de revestimiento ópticamente transmisivo 40. Preferentemente, la superficie interna 72 está totalmente humedecida por la capa de material de revestimiento.

El método comprende además colocar 240 la unidad de iluminación antes mencionada, que comprende la PCB 38 y los elementos de iluminación 62, 64, sobre la capa 41a del material de revestimiento 40 en la cavidad 32, con la primera superficie principal 42 de la PCB 38 orientada hacia la pared superior 34, de modo que la primera superficie principal 42 de la PCB esté humedecida por el material de revestimiento 40 y los elementos de iluminación 62, 64 estén revestidos cada uno por el material de revestimiento.

El método comprende además proporcionar 250 una capa adicional 41b del material de revestimiento 40 sobre la unidad de iluminación para cubrir la segunda superficie principal 44 de la PCB 38 opuesta a la primera superficie principal 42, con lo que la unidad de iluminación queda completamente revestida por el material de revestimiento en la primera y segunda superficies principales 42, 44 de la PCB 38. El material de revestimiento también cubre preferentemente los bordes laterales 46a, 46b de la PCB 38.

El método comprende además el fraguado del material de revestimiento.

El resultado de este método es una PCB 38 con elementos de iluminación 62, 64 integrados en la carcasa del módulo de iluminación 18 que está sellada por todos sus lados y humedecida por el material de revestimiento 40. El material de revestimiento se adhiere químicamente a todas las piezas con las que está en contacto.

El método comprende además la etapa de incluir el módulo de iluminación 14 como parte de la unidad de afeitado 10 de forma que, durante el funcionamiento de la unidad de afeitado, la superficie de salida de luz 36 entre en contacto con la piel de un usuario cuando aplique la unidad de afeitado a la piel para afeitarse. Esta etapa puede lograrse mediante el ensamblaje del módulo de iluminación 14 en el elemento de soporte 22 de la unidad de afeitado 10 durante un proceso de fabricación posterior de la unidad de afeitado 10.

La etapa de fraguado podría realizarse como una única etapa después de depositar ambas capas 41a, 41b del material de revestimiento, o podría realizarse una primera etapa de fraguado después de depositar la primera capa 41a y posicionar la unidad de iluminación, y luego una segunda etapa de fraguado después de depositar la segunda capa 41b sobre la unidad de iluminación.

El método anterior proporciona un encapsulado particularmente eficaz, y también minimiza la formación de burbujas

en las capas de material de revestimiento, para una conductividad térmica y homogeneidad de temperatura óptimas del material de revestimiento.

5 En lugar de depositar el material de revestimiento 40 en un proceso de deposición de dos capas, podría depositarse una única capa más profunda de material de revestimiento en la cavidad 32 y, a continuación, sumergir la unidad de iluminación en el material de revestimiento. Sin embargo, esto puede ser menos práctico, especialmente cuando se realiza en la fabricación a granel.

10 Preferentemente, el material de revestimiento 40 es un material que proporciona una transmisividad óptica de la luz procedente de los elementos de iluminación IR o NIR 62 hacia el exterior del módulo de iluminación 14 (a través de la superficie de salida de luz 36) de al menos el 90 %.

15 Opcionalmente, la carcasa del módulo de iluminación 18 puede estar formada por un material ópticamente transmisor, en el que preferentemente este material proporciona una transmisividad óptica de la luz de los elementos de iluminación IR o NIR 62 hacia el exterior del módulo de iluminación 14 de al menos el 70 %.

Preferentemente, el material de revestimiento 40 y la carcasa del módulo de iluminación 18 tienen una conductividad térmica de al menos 0,2 W/mK.

20 Preferentemente, la capacidad calorífica específica del material de revestimiento 40 es de al menos 800 J/KgK.

Preferentemente, la capacidad calorífica específica de la carcasa del módulo de iluminación 18 es de al menos 1250 J/KgK.

25 Opcionalmente, un rango de temperatura de funcionamiento de los LED IR o NIR puede estar entre -10 °C y 100 °C.

Opcionalmente, un intervalo de temperatura de funcionamiento del material de revestimiento 40 puede estar comprendido entre -10 °C y 100 °C.

30 Opcionalmente, un rango de temperatura de funcionamiento de la carcasa del módulo de iluminación 18 puede estar comprendido entre -10 °C y 80 °C.

Preferentemente, el material de revestimiento 40 debe ser químicamente resistivo, y debe ser robusto en términos de sus propiedades materiales a frecuentes ciclos de temperatura.

35 La afeitadora eléctrica 100 incluir además un controlador (no mostrado) para controlar los elementos de iluminación 20. El controlador puede estar alojado en el cuerpo principal de la afeitadora 110. El controlador puede incluir al menos un procesador. El controlador puede estar preparado para recibir una señal o recibir datos de uno o más sensores incluidos en la PCB, por ejemplo, un sensor de temperatura.

40 Un aspecto de la invención es la provisión de un esquema de control novedoso para los elementos de iluminación 20 con el fin de optimizar la regulación de la temperatura de la superficie de salida de luz 36. La unidad de afeitado 10 en los ejemplos que se describen a continuación puede ser la misma o similar a la descrita anteriormente. En particular, todas las características de la afeitadora eléctrica 100 y la unidad de afeitado 10 descritas anteriormente son compatibles con el conjunto de realizaciones de la invención descritas a continuación, pero algunas pueden omitirse. Por ejemplo, el material de revestimiento descrito anteriormente no es esencial.

45 De acuerdo con una o más realizaciones, se proporciona una afeitadora eléctrica 100 que comprende una unidad de afeitado 10 (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente), y que comprende un controlador acoplado operativamente con el módulo de iluminación 14 y adaptado para controlar los elementos de iluminación 20 en un esquema de accionamiento que comprende al menos una primera y una segunda fase. El controlador puede estar alojado en el cuerpo principal de la afeitadora 110. El esquema de accionamiento comprende una fase inicial de calentamiento, desencadenada tras la activación del módulo de iluminación, en la que los elementos de iluminación 20 se accionan con un ajuste de energía inicial. El esquema de accionamiento comprende además una fase operativa posterior a la fase de calentamiento inicial, en la que los elementos de iluminación 20 se accionan con un ajuste de energía operativa. Un valor de energía máxima del ajuste de energía operativa es inferior a un valor de energía del ajuste de energía inicial. La fase de calentamiento inicial puede tener como objetivo una temperatura objetivo puede estar predeterminada para la superficie de salida de luz 36. Esto puede hacerse implícitamente (a ciegas) mediante la ejecución de un perfil de energía predeterminado con una duración definida que se sabe o se prevé que dará lugar a la temperatura objetivo. Alternativamente, se puede hacer de forma activa, mediante el uso de una entrada de un sensor de temperatura como retroalimentación para guiar uno o ambos de la configuración de energía y la duración del tiempo de la fase inicial de calentamiento.

50 En algunos ejemplos, en la fase operacional, la temperatura de la superficie de salida de luz puede ser controlada para ser mantenida a la temperatura predeterminada a través del control activo del ajuste de energía operacional. Para ello se puede utilizar, por ejemplo, un sensor de temperatura que proporcione información activa.

La fase de calentamiento inicial tiene un ajuste de energía más alto (inicial) para calentar rápidamente la superficie de salida de luz 36 a la temperatura objetivo que se desea para la operación. Esto mejora la comodidad del usuario, que tiene que esperar menos tiempo antes de utilizar la afeitadora. Sin embargo, este ajuste de energía inicial puede proporcionar en la superficie de salida de luz 36 una salida óptica que exceda la que podría ser cómoda o segura para un usuario si se mantuviera durante toda una sesión de afeitado. Por lo tanto, la segunda fase (operativa) reduce el ajuste de energía (promedio de tiempo) para que se pueda mantener la temperatura, pero la salida óptica sea cómoda y segura para el usuario.

A modo de ilustración adicional, y sin pretender limitar el ámbito de la invención, en el gráfico de la figura 7 se ilustra esquemáticamente un ejemplo de la primera y segunda fases. Muestra la fase inicial de calentamiento (1) y la posterior fase operativa (3), y una breve fase intermedia de transición (2) las separa en el tiempo, durante la cual el ajuste de energía se está reduciendo desde el ajuste de energía inicial hasta el ajuste de energía operativa inferior. La figura 7 muestra la densidad de energía óptica en la superficie de salida de luz (línea A; unidades: mW/cm^2) durante cada modo de funcionamiento, así como la temperatura (línea B; unidades: $^{\circ}\text{C}$) en la superficie de salida de luz 36 durante cada modo, ambos en función del tiempo (unidades: segundos).

Con respecto a las temperaturas a las que se debe apuntar en la fase inicial de calentamiento 310 y en la fase operativa 320, estas pueden variar según se desee, y se basan típicamente en los umbrales de comodidad y seguridad esperados para los usuarios. La figura 8 ofrece un resumen ejemplar de diferentes perfiles de temperatura cutánea aplicada (es decir, la temperatura máxima permitida de la piel en función del tiempo de contacto con la fuente de calor) que causan molestias y quemaduras. La línea C corresponde a una quemadura de espesor cutáneo completo. La línea D corresponde a una quemadura parcial del espesor de la piel. La línea E corresponde al malestar.

En al menos un conjunto preferido de realizaciones, la temperatura predeterminada a la que se dirige la fase de calentamiento inicial y la fase operativa puede estar dentro de un intervalo de 40°C a 50°C . Más particularmente, la temperatura predeterminada puede estar dentro de un intervalo de $41,8^{\circ}\text{C}$ a $42,2^{\circ}\text{C}$, dentro de un intervalo de $44,8^{\circ}\text{C}$ a $45,2^{\circ}\text{C}$, o dentro de un intervalo de $47,8^{\circ}\text{C}$ a $48,2^{\circ}\text{C}$. Estos intervalos de temperatura se basan en las siguientes consideraciones.

Dado que la superficie de salida de luz 36 entra en contacto con la piel durante el uso, este rango de temperatura se dirige a una temperatura dentro de una tolerancia de comodidad esperada de un usuario. Por ejemplo, la temperatura facial normal es de unos 36°C (aunque puede variar en función de las condiciones ambientales). La sensibilidad de percepción de la persona media es de unos 2°C . Si se suman estos 2°C , se obtienen 38°C para que un efecto de calefacción sea sensible. Además, teniendo en cuenta que, para obtener el mayor beneficio sensorial para el usuario, la temperatura debe ser la máxima posible dentro de los límites de seguridad y comodidad, un intervalo límite inferior adecuado puede situarse entre $42-43^{\circ}\text{C}$. Se ha comprobado que esta temperatura está a un nivel que sigue siendo cómodo para el usuario y que es eficaz para proporcionar beneficios cutáneos.

La temperatura límite superior puede seleccionarse basándose tanto en la percepción y las preferencias como en el cumplimiento de las normas de seguridad. Éstas indican que el valor máximo de la piel no debe ser superior a 48°C . Por ejemplo, con referencia a la figura 8, puede verse en la línea E que para un tiempo de contacto prolongado de 10 segundos o más, una temperatura de 48°C está justo por debajo de la temperatura más baja que causará molestias a un usuario. Suponiendo que el sistema tenga una precisión de temperatura de $0,05^{\circ}\text{C}$, el límite superior de temperatura podría fijarse en $47,95^{\circ}\text{C}$.

Puesto que las preferencias de un usuario pueden diferenciar con respecto a la temperatura a conseguir, la afeitadora eléctrica en algunas realizaciones puede comprender un elemento de la entrada configurado para permitir la selección de la temperatura predeterminada por un usuario de la afeitadora eléctrica. Puede establecerse un límite superior a la temperatura que puede seleccionarse, por ejemplo 48°C en algunos ejemplos, para que un usuario no pueda sobrepasar los límites de seguridad. El elemento de entrada puede estar acoplado operativamente con el controlador anteriormente mencionado. Puede haber una pluralidad de ajustes de temperatura predefinidos entre los que el usuario puede elegir. Alternativamente, el controlador y el elemento de entrada pueden permitir a un usuario elegir libremente cualquier temperatura objetivo dentro de ciertos límites de temperatura.

A modo de ejemplo ilustrativo, un conjunto de ajustes de temperatura predefinidos de ejemplo para la temperatura objetivo (predeterminada) que se pueden seleccionar mediante el elemento de entrada podría ser el siguiente:

Tabla 1

Ajuste de intensidad	Potencia óptica (W)	Potencia térmica (W)	Potencia total hacia la piel (W)	Temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$)
Baja	0,37	0,97	1,34	43
Alta	0,58	1,40	1,985	48

Ajuste de intensidad	Potencia óptica (W)	Potencia térmica (W)	Potencia total hacia la piel (W)	Temperatura superficial (°C)
Óptimo	0,58	1,4	1,985	45

La fase inicial de calentamiento 310 puede activarse automáticamente al encender el dispositivo. Durante la fase inicial de calentamiento, la energía óptica se mantiene fija en un valor relativamente alto, y la temperatura de la superficie de salida de luz 36 aumenta rápidamente. Cuando se alcanza la temperatura objetivo predeterminada, el controlador pasa a la fase operativa 320. La retroalimentación de la temperatura puede utilizarse para variar la salida óptica en la fase operativa 320 con el fin de mantener constante la temperatura objetivo predeterminada (fase de estado estable).

Para acelerar el calentamiento de la superficie de salida de luz 36, el ajuste de energía inicial durante la fase de calentamiento inicial 310 se establece para que sea mayor que el valor de energía máxima utilizado durante la fase operativa posterior 320. Al aumentar la energía, se eleva la densidad de energía óptica en la superficie de salida de luz 36, lo que incrementa la tasa de transferencia de calor a la superficie de salida de luz 36. La aceleración del calentamiento debe equilibrarse con la comodidad y la seguridad, como se ha indicado anteriormente. Además de gestionar la temperatura máxima que se pretende alcanzar, es preferible gestionar la densidad de energía óptica máxima que proporcionan los elementos de iluminación 20 en la superficie de salida de luz 36.

El objetivo a este respecto puede ser tratar de limitar una densidad de energía óptica total (en J/cm²) que se suministra a cualquier punto de la piel de un usuario, durante un periodo de tiempo continuo, durante el uso del dispositivo para no superar un umbral de seguridad predefinido. La aplicación continua de energía óptica en cualquier punto de la piel implica una exposición térmica acumulada en ese punto, lo que puede provocar molestias o quemaduras si la densidad total de energía óptica suministrada durante el periodo de exposición continua es demasiado elevada. La densidad de energía óptica total suministrada a un área de tejido del usuario durante cualquier ventana de tiempo continua es una función de la densidad de energía óptica media en el tiempo (en W/cm²) suministrada sobre dicha área (por una superficie de salida de luz en contacto con el área) y la duración de la ventana de tiempo. Dado que no se puede controlar directamente el tiempo que un usuario aplica la superficie de salida de luz a un único punto tisular, resulta ventajoso controlar la densidad de energía óptica máxima proporcionada en la superficie de salida de luz durante la fase inicial de calentamiento en función de un supuesto escenario de usuario en el peor de los casos relativo al periodo de tiempo que el usuario aplica la superficie de salida de luz a una única zona tisular.

La densidad de energía óptica a través de la superficie de salida de luz puede variar en general como una función de la posición en la superficie de salida de luz. De acuerdo con una o más realizaciones, la fase de calentamiento puede configurarse de tal manera que, en un punto o área de la superficie de salida de luz donde la densidad de energía óptica tiene un valor máximo durante la fase de calentamiento inicial, dicho valor máximo de la densidad de energía óptica esté comprendido entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm².

Esta es una restricción de seguridad que se basa en una suposición del peor escenario de usuario, en el que un usuario aplica la superficie de salida de luz a un único punto fijo en su tejido durante 10 segundos. Las investigaciones han demostrado que, en el uso normal de cualquier afeitadora, 10 segundos es el límite máximo típico que un usuario mantendrá la afeitadora inmóvil en un punto antes de seguir adelante. Por lo tanto, es razonable suponer un tiempo máximo de exposición de 10 segundos. Además, este límite de tiempo podría aplicarse haciendo que la duración de la fase de calentamiento inicial sea de 10 segundos (tras la cual se activa la fase operativa, reduciendo la energía óptica en la superficie de salida de luz), de modo que no sea posible que el usuario supere un tiempo de exposición de 10 segundos con el ajuste de energía inicial. Si la densidad de energía óptica máxima en cualquier punto/área espacial a través de la superficie de salida de luz se encuentra en el extremo superior del rango anterior, en 360 mW/cm², y el usuario aplica la superficie de salida de luz a un mismo punto estático durante el máximo de 10 segundos, esto correspondería a una exposición total de densidad de energía óptica suministrada al tejido en dicho punto estático de 3,6 J/cm². Esto garantiza el cumplimiento de las normas de seguridad IEC/EN 62471 sobre "Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de lámparas", que exigen una exposición máxima a la energía óptica de 3,6 J/cm².

Por supuesto, debe tenerse en cuenta que el rango indicado anteriormente para la densidad de energía óptica máxima es sólo un ejemplo de implementación y no pretende limitar el concepto inventivo. Por ejemplo, si se hacen diferentes suposiciones en cuanto a los tiempos de aplicación del usuario, y/o si las restricciones reglamentarias difieren, el rango podría alterarse. Por ejemplo, se pueden dar instrucciones al usuario sobre el tiempo máximo que debe aplicar la afeitadora en un punto concreto (por ejemplo, 5 segundos o 2,5 segundos) y suponer que el usuario sigue estas instrucciones. Se puede generar automáticamente un aviso (por ejemplo, auditivo o táctil) después de mantener el dispositivo estático en un punto durante un periodo de tiempo predeterminado.

Si se hace esta suposición, la densidad de energía óptica máxima en la superficie de salida de luz podría incrementarse más allá de los 360 mW/cm² anteriormente indicados. Por ejemplo, si el tiempo de aplicación continua al tejido no es superior a 5 segundos, la densidad de energía óptica media máxima en el tiempo en la superficie de salida de luz durante la fase inicial de cicatrización puede fijarse en hasta 600 mW/cm². Si el tiempo máximo de exposición supuesto es aún menor, de 2,5 segundos, la densidad de energía óptica máxima podría aumentar aún más, hasta 1 W/cm². El periodo de calentamiento inicial podría ajustarse para que tuviera una duración igual a estos periodos de tiempo

máximos, aunque estos podrían no ser lo suficientemente largos para alcanzar las temperaturas de superficie deseadas.

Es una elección de diseño hasta qué punto se confía en que un usuario no exceda el tiempo máximo de exposición previsto en un punto. Para equilibrar el lado de la seguridad, se puede preferir el tiempo de exposición supuesto de 10 segundos (que está de acuerdo con los patrones de comportamiento natural de los usuarios). De este modo, la temperatura de la piel puede controlarse para que permanezca por debajo de la temperatura máxima predefinida (por ejemplo, 48 °C), y la exposición a la energía óptica puede mantenerse por debajo de los 3,6 J/cm², de acuerdo con las normas de seguridad estándar IEC/EN 62471.

El módulo de iluminación típicamente puede comprender una disposición espacial de elementos de iluminación IR o NIR 62, en la que una irradiancia (energía óptica por unidad de área) proporcionada en la superficie de salida de luz difiere para diferentes de los elementos de iluminación 62. La irradiancia puede diferir en este sentido debido a una longitud de camino óptico diferente entre los distintos elementos de iluminación IR o NIR 62 respectivos y la superficie de salida de luz.

En vista de lo anterior, según una o más realizaciones, el módulo de iluminación puede configurarse de tal manera que un haz de luz de al menos uno de los elementos de iluminación IR o NIR 62 tenga, durante la fase de calentamiento inicial, una densidad de energía óptica media más alta en la superficie de salida de luz en comparación con los otros elementos de iluminación IR o NIR, en la que el valor de energía del ajuste de energía inicial sea tal que dicha densidad de energía óptica media más alta esté comprendida entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm². Por densidad de energía óptica media proporcionada por el haz luminoso de un determinado elemento de iluminación en la superficie de salida de luz se entiende el valor medio de la densidad de energía óptica medida en una sección transversal del haz luminoso en la superficie de salida de luz durante la fase inicial de calentamiento. Aquí se supone que los haces luminosos de los distintos elementos de iluminación IR o NIR no se solapan en la superficie de salida de luz. Así, en función de su posición en el módulo de iluminación 14, uno o varios de los elementos de iluminación IR o NIR proporcionarán una densidad de energía óptica media más elevada en la superficie de salida de luz. El ajuste de energía inicial debe ser tal que esta densidad de energía óptica media más alta esté entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm². En las realizaciones en las que los elementos de iluminación proporcionan haces de luz superpuestos en la superficie de salida de luz, el ajuste de energía inicial durante la fase de calentamiento inicial debe ser, por ejemplo, tal que la densidad de energía óptica más alta en cualquier posición de la ventana de salida de luz se encuentre dentro de la gama de densidades de energía óptica antes mencionada.

La densidad de energía óptica proporcionada por un determinado elemento de iluminación 62 dependerá de la energía de la fuente que alimenta el elemento de iluminación, y también de la longitud del camino óptico desde el elemento de iluminación hasta la superficie de salida de luz.

Por ejemplo, se hace referencia a la figura 9, que muestra (izquierda) un ejemplo de posicionamiento de los elementos de iluminación IR/NIR 62 para un ejemplo de unidad de afeitado 10 en relación con la superficie de salida de luz 36. Los elementos de iluminación 62 están dispuestos en una pluralidad (en este caso cuatro) de grupos espaciales o agrupaciones. Cada grupo puede contener al menos un elemento de iluminación IR/NIR 62, pero puede contener más de un elemento de iluminación IR/NIR. Los grupos de elementos de iluminación incluyen un grupo central 510 y un primer grupo periférico 520a, un segundo grupo 520b y un tercer grupo 520c. En la figura 9 (derecha) se muestra el diagrama de radiación de un elemento de iluminación IR/NIR LED 62 típico. Esto demuestra que la extensión angular máxima de radiación típica es de 60 grados a cada lado del eje óptico normal del LED.

A la vista de esto, puede determinarse que el grupo central 510 de uno o más elementos de iluminación IR/NIR 62 tiene un área de irradiancia mayor en la superficie de salida de luz, tiene el mejor contacto con la piel, pero tiene un nivel de irradiancia media inferior < 300 mW/cm² debido a una mayor distancia entre los elementos de iluminación IR/NIR en comparación con los grupos periféricos de elementos de iluminación IR/NIR. La mayor distancia entre el grupo central 510 y la superficie de salida de luz se debe a una ligera curvatura convexa de la carcasa del módulo de iluminación 18, coincidiendo el vértice de la curvatura convexa con la ubicación del grupo central de elementos de iluminación.

En este ejemplo, en el área entre los cuatro grupos de elementos de iluminación IR/NIR 62 (el área entre los círculos azules), la superficie de contacto con la piel está sustancialmente libre de irradiación de los elementos de iluminación IR/NIR, y por lo tanto esta área será expuesta solamente a calentamiento conductivo.

Las opciones de control de los elementos de iluminación 20 para implementar la fase de calentamiento inicial 310 y la fase operativa 320 se discutirán ahora con más detalle.

Con respecto al control del módulo de iluminación 14, la activación del módulo de iluminación 14 puede ser activada por la activación de una o más unidades de corte de pelo 12. Por ejemplo, la activación de la fase inicial de calentamiento puede ser provocada por la activación de una o más unidades de corte de pelo (es decir, el encendido de la afeitadora eléctrica). Esta activación simultánea puede lograrse mediante el control simultáneo por parte del controlador de la afeitadora eléctrica 100 anteriormente mencionado, o puede activarse automáticamente debido a

una disposición de cableado paralelo entre las unidades de corte 12 y el módulo de iluminación 14.

Además de, o en lugar de, esta configuración de control, la afeitadora eléctrica 100 puede comprender un elemento de entrada adicional (por ejemplo, un interruptor u otro dispositivo de entrada) configurado para permitir a un usuario de la afeitadora eléctrica activar y/o desactivar el módulo de iluminación 14 independientemente de la activación de la una o más unidades de corte de pelo 12. Esto permite al usuario elegir entre utilizar la función de corte de pelo de la afeitadora con o sin la función de calentamiento. El controlador de la afeitadora eléctrica puede tener una configuración predeterminada en la que el módulo de iluminación se activa con la activación de las unidades de corte de pelo, pero en la que un usuario puede desactivar el módulo de iluminación utilizando el elemento de entrada adicional.

En lo que respecta a la fijación de la temperatura predeterminada anteriormente mencionada, en una o ambas fases de calentamiento inicial y de funcionamiento, puede utilizarse un sensor de temperatura 350 para proporcionar información de temperatura al controlador. El sensor de temperatura puede estar situado en la misma PCB 38 en la que se encuentran los elementos de iluminación 20. Por ejemplo, el sensor de temperatura 350 puede montarse en la primera superficie principal 42 de la PCB en una posición inmediatamente adyacente a uno de los elementos de iluminación, por ejemplo, uno de los elementos de iluminación IR o NIR. El sensor de temperatura 350 puede verse, por ejemplo, en la vista transversal de la figura 5. La colocación del sensor de temperatura directamente junto a los elementos de iluminación proporciona un acoplamiento térmico óptimo entre ambos.

Una vía de conducción térmica entre la primera superficie principal 42 de la PCB orientada hacia la superficie de salida de luz 36 y la superficie de salida de luz 36 puede ser proporcionada opcionalmente por el material de revestimiento 40 ópticamente transmissivo opcional descrito anteriormente, proporcionado para cubrir la primera superficie principal 42 de la PCB 38, revistiendo así los elementos de iluminación 20 y el sensor de temperatura 350. El material de revestimiento también proporciona un acoplamiento térmico del mencionado sensor de temperatura 350 y la superficie de salida de luz 34, aumentando así la precisión del sensor de temperatura en la medición de la temperatura de la superficie.

En la figura 10 se muestra esquemáticamente una porción de un circuito de control de ejemplo. Este circuito incluye componentes de circuito en el módulo de iluminación 14 (en la unidad de afeitado 10) y también en el cuerpo principal 110 de la afeitadora. En este ejemplo, el módulo de iluminación comprende los elementos de iluminación 20 y además comprende un sensor de temperatura 350 (por ejemplo, un termistor), el cuerpo principal 110 comprende un controlador 86. El controlador 86 está configurado para controlar una duración de la fase de calentamiento inicial. El controlador está además adaptado para controlar, en la fase operativa, un nivel de energía de los elementos de iluminación 20 en función de una salida de detección del sensor de temperatura 350. Por ejemplo, el controlador está configurado de este modo para regular una temperatura de la superficie de salida de luz 36 en función de una salida del sensor de temperatura, mediante el control de los elementos de iluminación 20.

El circuito del cuerpo principal en el ejemplo ilustrado comprende además una batería ("BAT") para alimentar el módulo de iluminación 14, una conexión eléctrica al módulo de iluminación para alimentar el módulo de iluminación y una conexión de señal al módulo de iluminación para recibir señales de detección del sensor de temperatura 350.

El control de un nivel de energía de los elementos de iluminación puede comprender el cambio de una frecuencia de ciclo de trabajo de un esquema de accionamiento de modulación de onda de impulsos (PWM).

Para controlar el módulo de iluminación para mantener una temperatura de consigna deseada, el módulo de iluminación comprende un sensor de temperatura 350, por ejemplo un termistor, por ejemplo un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC).

El controlador 86 es capaz de muestrear la señal del sensor de temperatura 350 y esta puede ser procesada por el controlador 86 para convertir la señal del sensor en una temperatura. Dado que los cambios de temperatura suelen ser lentos, la frecuencia de muestreo del sensor de temperatura no es crítica.

El valor de temperatura obtenido puede utilizarse en un sistema de bucle cerrado para regular la temperatura de consigna deseada.

Pueden incorporarse salvaguardias para evitar el sobrecalentamiento. Por ejemplo, si la señal medida está fuera de un determinado ancho de banda de funcionamiento (lo que indica sobrecalentamiento), el módulo de iluminación podría desactivarse automáticamente.

Son posibles varias opciones de módulos de control de temperatura. Según un ejemplo particular, el controlador 86 puede comprender un bucle de control de retroalimentación que comprende el sensor de temperatura 350 y un elemento de control proporcional-integral (PI).

La regulación de la temperatura de la unidad de afeitado puede lograrse basándose directamente en las lecturas de temperatura del sensor de temperatura 350. Alternativamente, el controlador puede estar adaptado para determinar una temperatura corregida de la superficie de salida de luz utilizando la salida del sensor de temperatura y una función

de corrección de la temperatura que se aplica a la salida del sensor de temperatura, y para controlar un nivel de energía de los elementos de iluminación en función de la temperatura corregida de la superficie de salida de luz. Aquí, la temperatura corregida puede ser, por ejemplo, una temperatura estimada en la superficie de contacto con la piel que puede ser diferente de la temperatura directa medida por el sensor de temperatura. Por ejemplo, la temperatura corregida podría calcularse utilizando una función de cálculo de temperatura que se aplica a la salida de temperatura del sensor de temperatura.

De acuerdo con una serie de realizaciones adicionales, puede proporcionarse una disposición óptica novedosa en la unidad de afeitado 10 para modular un perfil de luz visible proporcionado en la superficie de salida de luz 36 por medio de uno o más elementos de iluminación visible 64. La unidad de afeitado 10 en este ejemplo puede ser la misma o similar a la descrita anteriormente en relación con realizaciones anteriores. En particular, todas las características de la afeitadora eléctrica 100 y la unidad de afeitado 10 descritas anteriormente son compatibles con este conjunto de realizaciones de la invención, pero algunas pueden omitirse. Por ejemplo, el material de revestimiento descrito anteriormente no es esencial.

A modo de introducción a este aspecto de realizaciones adicionales, se observa que es ventajoso incluir elementos de iluminación visibles 64 entre la pluralidad de elementos de iluminación 20 cuya función principal es proporcionar una fuente de luz visible para proporcionar a un usuario un indicador visible de activación de la función de calentamiento del módulo de iluminación 14. Los elementos de iluminación para la calefacción generan una salida de luz en el espectro no visible, lo que significa que no se proporciona ninguna información visual al usuario. Mediante la integración de retroalimentación óptica en el dominio visible en la ubicación de la superficie de salida de luz 36, un usuario es capaz de identificar un estado de funcionamiento.

Un objetivo de al menos un conjunto de realizaciones de esta invención es la integración de elementos de procesamiento de luz en la unidad de afeitado 10 para modificar lo que de otro modo aparecería en la superficie de salida de luz 36 como puntos de luz puntuales aislados. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 11, que muestra a modo de ejemplo perfiles de luz visible 65 generados por elementos de iluminación visibles en la superficie de salida de luz 36 si no se ha previsto ninguna disposición óptica en el módulo de iluminación. La figura 12 muestra una sección transversal de un módulo de iluminación 14 de este tipo en el que no hay ninguna disposición óptica para guiar la luz visible. Se muestra un elemento de iluminación visible dirigido hacia delante 64 montado en la primera superficie principal (superior) 42 de una PCB 38. Puede entenderse que la superficie de salida de luz 36 comprende un área próxima 420, correspondiente a un área de una proyección imaginaria 422 del elemento de iluminación visible 64 sobre la superficie de salida de luz, como se ilustra en la figura 12. Para cada elemento de iluminación individual, esta área próxima 420 es relativamente pequeña, lo que significa que la luz visible generada por cada elemento de iluminación visible 64 aparece a un observador 419 como una fuente puntual en la superficie de salida de luz 36. Sin embargo, esto no representa el hecho de que el tratamiento térmico real se extienda por una superficie más amplia de la superficie de salida de luz 36.

Así, según una o más realizaciones, el módulo de iluminación 14 está provisto además de una disposición óptica para crear una salida de luz visible proporcionada por los elementos de iluminación visible 64 en la superficie de salida de luz 36.

Un ejemplo se ilustra esquemáticamente en las figuras 13 a 15, que se describen a continuación.

Se proporciona una unidad de afeitado 10 que comprende un módulo de iluminación 14 que tiene uno o más elementos de iluminación infrarrojos (IR) o casi infrarrojos (NIR) 62 y uno o más elementos de iluminación visibles 64 para generar luz visible. En las figuras 13-15, pero pueden proporcionarse múltiples elementos de este tipo en otros ejemplos. Tanto los elementos de iluminación IR o NIR 62 como los elementos de iluminación visible 64 están dispuestos en comunicación óptica con la superficie de salida de luz 36. Los elementos de iluminación visibles 64 están configurados y dispuestos para activarse junto con la activación de los elementos de iluminación IR o NIR 62 para proporcionar una indicación visible de la activación de los elementos de iluminación IR o NIR 62. La activación de los elementos de iluminación IR o NIR 62 y de los elementos de iluminación visible 64 puede ser controlada, por ejemplo, por un controlador.

Como se ha mencionado anteriormente, puede entenderse que la superficie de salida de luz 36 comprende una o más áreas próximas 420, cada una de las cuales comprende un área de una proyección imaginaria 422 de uno respectivo de los elementos de iluminación visibles 64 sobre la superficie de salida de luz 36. La disposición óptica comprende una disposición de guía de luz 412 configurada para guiar la luz visible generada por los elementos de iluminación visibles 64 al menos a un área principal 424 de la superficie de salida de luz, donde el área principal excluye la una o más áreas próximas 420 de la superficie de salida de luz 36.

La disposición óptica comprende además uno o más elementos atenuadores de luz 416, cada uno de los cuales está dispuesto entre uno respectivo de los elementos de iluminación visible 64 y el área próxima 420 de la superficie de salida de luz 36 asociada con dicho elemento de iluminación visible 64, y cada uno de los cuales tiene una transmisividad para la luz visible menor que una transmisividad para la luz visible de la disposición de guiado de luz 412. En el ejemplo ilustrado de la figura 13 a la figura 15, los uno o más elementos de atenuación de luz 416

comprenden cada uno una capa de un material de atenuación de luz 450, que puede ser parcialmente de atenuación de luz (es decir, translúcido) o totalmente de atenuación de luz, es decir, opaco. En el ejemplo ilustrado, la capa de material atenuante de luz 450 se deposita sobre una porción de una lámina portadora 472 que de otro modo sería transmisora de luz (por ejemplo, ópticamente transparente) y que se extiende por encima del elemento de guiado de luz 440 y de los elementos de iluminación visibles 64. En otros ejemplos, cada uno de los elementos de atenuación de luz 416 puede estar formado por una porción integral de la lámina portadora 472, por ejemplo como una sección atenuadora de luz (por ejemplo, tintada) de una lámina ópticamente transparente.

La lámina portadora 472 puede ser ópticamente transparente. Sin embargo, en otros ejemplos, la lámina portadora puede ser ópticamente transmisiva y, al mismo tiempo, ópticamente difusora o dispersora con el fin de facilitar una distribución más homogénea de la luz a través del área principal 424 de la superficie de salida de luz.

La figura 14 ilustra esquemáticamente el perfil de luz visible modificado proporcionado a la superficie de salida de luz como consecuencia de la disposición de guiado de luz 412. Los elementos de atenuación de luz 416 inhiben un camino óptico directo desde cada elemento de iluminación visible 64 a la superficie de salida de luz 36, es decir, a la zona proximal 420 de la superficie de salida de luz 36 asociada con el elemento de iluminación visible 64.

En el ejemplo de la figura 13 a la figura 15, la disposición de guiado de luz 412 comprende un elemento de guiado de luz 440 dispuesto para guiar la luz visible generada por los elementos de iluminación visible 64 en una dirección de guiado que tiene un componente direccional principal paralelo a la superficie de salida de luz 36. Cada uno de los uno o más elementos de iluminación visible 64 puede comprender, por ejemplo, un LED de visión lateral dispuesto para introducir la luz visible en el elemento de guiado de luz 440 a través de una superficie de borde 442 del elemento de guiado de luz 440.

El elemento guía de luz 440 puede comprender elementos de desacoplamiento de luz configurados para acoplar la luz visible fuera del elemento guía de luz 440 en una dirección hacia la superficie de salida de luz 36. Por ejemplo, el elemento de guiado puede comprender un conjunto de facetas inclinadas de guía de luz para reflejar o dispersar la luz hacia el exterior del elemento de guiado de luz (no se muestra en la figura 13-16, pero es visible, por ejemplo, en la figura 17).

La figura 15 muestra una vista transversal más cercana de la disposición de la PCB 38 de la realización de la figura 14.

La figura 16 muestra una vista de la superficie de contacto con la piel 54 de la unidad de afeitado 10, que en este caso está formada por una pared superior 34 de la carcasa 18 del módulo de iluminación 14. La figura 16 muestra la superficie de salida de luz 36 que puede formar al menos una parte de la superficie de contacto con la piel 54. La figura 16 muestra la salida de luz visible espacialmente extendida que se consigue en virtud de la disposición óptica comentada anteriormente e ilustrada en las figuras 13-15. Como se ha indicado, esto corresponde a la zona principal 424 de la superficie de salida de luz mostrada en la figura 14, a la que la luz visible de los elementos de iluminación visibles 64 es guiada por la disposición de guía de luz 412 del módulo de iluminación 14.

La ubicación espacial del elemento de iluminación visible 64 particular ilustrado en las figura 13 a figura 15 se indica en la figura 16.

La figura 17 muestra una vista en perspectiva de la PCB 38, los elementos de iluminación y la disposición óptica del módulo de iluminación de las figuras 13-15. Los elementos de iluminación visibles 64 están montados en la primera superficie principal 42 de la PCB, cuya primera superficie principal está dispuesta frente a la superficie de salida de luz 36 (no mostrada en la figura 17) una vez montado. Los elementos de iluminación visibles 64 no son directamente visibles en la figura 17 ya que están montados debajo de las respectivas capas de material opaco 450, ocultándolos de la vista.

En el ejemplo ilustrado, cada elemento de iluminación visible 64 es un elemento de iluminación visible de emisión lateral. La disposición de guiado de luz 412 se muestra en la figura 17. La disposición de guiado de luz comprende un elemento de guiado de luz en forma de lámina de guiado de luz 460, estando la lámina de guiado de luz 460 dispuesta en la primera superficie principal 42 de la PCB. Las capas de material atenuante de luz 450, que forman cada una un elemento atenuante de luz, se proporcionan disponiendo una lámina portadora ópticamente transparente 472 sobre la lámina de guiado de luz 460, en la que cada elemento atenuante de luz se proporciona como una capa de tinta de enmascaramiento opaca 470 en una zona respectiva de la lámina portadora ópticamente transparente 472 que se encuentra en un camino óptico directo entre uno respectivo de los elementos de iluminación visibles 64 y la superficie de salida de luz, por ejemplo en una región directamente por encima de cada elemento de iluminación visible 64 respectivo.

Aunque en este ejemplo, las capas de material atenuante de luz 450 se proporcionan en forma de capas de tinta opaca, son posibles otras opciones. En lugar de capas de tinta opacas, pueden proporcionarse capas de enmascaramiento parcialmente atenuantes de la luz. Éstas pueden facilitarse con una tinta parcialmente atenuadora de la luz o con un material diferente. Pueden facilitarse mediante capas adhesivas (por ejemplo, pegatinas) adheridas

sobre las secciones pertinentes de la lámina portadora 472. En algunos ejemplos, pueden estar provistas de un tinte de color, por ejemplo rojo.

Además, como se ha mencionado anteriormente, aunque en el ejemplo descrito, la lámina portadora 472 es ópticamente transparente, la lámina portadora en otros ejemplos puede ser una lámina difusora de luz ópticamente transmisiva, para mejorar la homogeneidad del perfil de luz visible proporcionado en la superficie de salida de luz.

En el ejemplo de las figuras 13-17, el elemento de guiado de luz es una lámina de guiado de luz 460 que está configurada ópticamente para proporcionar un efecto de dispersión o difusión de la luz con el fin de distribuir la salida de luz visible del elemento o elementos de iluminación visible 64 a través de un área visible más amplia de la superficie de salida de luz 36 del módulo de iluminación 14. Los elementos de iluminación visibles 64 pueden ser elementos de iluminación visibles dirigidos lateralmente, en los que la lámina de guiado de luz 460 recibe y guía la luz visible generada por los elementos de iluminación visibles 64 en una dirección de guiado que tiene una componente direccional principal paralela a la superficie de salida de luz 36 del módulo de iluminación 14. El elemento de iluminación visible 64 puede, por ejemplo, ser recibido dentro de una cavidad o abertura o muesca formada en una pared lateral 444 del elemento de guiado de luz, y en la que la luz del elemento de iluminación visible 64 se introduce en el elemento de guiado de luz 440 a través de una superficie de borde 442 dentro de esta cavidad dentro del elemento de guiado de luz 440.

La lámina de guiado de luz 460 comprende elementos de desacoplamiento de luz 462 configurados para acoplar la luz visible fuera del elemento guía de luz en una dirección hacia la superficie de salida de luz. En el ejemplo de la figura 17, la lámina de guiado de luz 460 está estructurada para incluir en particular un conjunto lineal de facetas planas inclinadas 462 que actúan para dispersar la luz y desacoplarla de la lámina de guiado de luz 460 en la dirección de la superficie de salida de luz 36 por encima de la PCB 38.

Los elementos de iluminación visibles 64 se proporcionan en la misma PCB 38 que los elementos de iluminación IR o NIR 62.

La figura 18 muestra una vista en despiece del módulo de iluminación de ejemplo 14 de las figuras 13-17. La superficie de salida de luz 36 de la carcasa del módulo de iluminación 18 forma una superficie de contacto con la piel para la unidad de afeitado. Dentro de la carcasa del módulo de iluminación 18 se recibe una pila de capas que comprende: la PCB 38 que lleva los elementos de iluminación IR/NIR 62 y los elementos de iluminación visible 64 montados en la primera superficie principal 42 de la misma, una lámina de guiado de luz 460 montada en la primera superficie principal 42 de la PCB 38 (por ejemplo, mediante un adhesivo), y una lámina portadora ópticamente transparente 472 sobre la que se depositan capas de tinta opaca 470 que forman cada una un elemento de atenuación de luz 416. Esta pila de capas se reviste dentro de la carcasa del módulo de iluminación 18 mediante un material de revestimiento 40, como se ha descrito anteriormente. La figura 18 también muestra las patillas de conexión eléctrica 23 que se proporcionan en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38 para la conexión de los elementos de iluminación 62, 64 a una fuente de alimentación en el cuerpo principal de la afeitadora. La figura 18 no muestra la capa del material de revestimiento provista en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38.

En el ejemplo de la figura 17, tanto los elementos de iluminación visibles 64 como los elementos de iluminación IR o NIR 62 están montados en la primera superficie principal 42 de la PCB 38 orientada hacia la superficie de salida de luz 36. Sin embargo, en un conjunto alternativo de realizaciones, los elementos de iluminación IR o NIR 62 pueden estar montados en la primera superficie principal 42, y los elementos de iluminación visibles 64 pueden estar montados en la segunda superficie principal 44 de la PCB opuesta a la primera superficie principal 42 o ambas en la primera y segunda superficies principales 42, 44 de la PCB 38. En este ejemplo, porciones de la propia PCB 38 actúan como elementos de atenuación de luz 416 para los elementos de iluminación visibles 64 que están montados en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38, inhibiendo un camino óptico directo entre los elementos de iluminación visibles 64 de la segunda superficie principal 44 y la superficie de salida de luz 36.

Un ejemplo se ilustra esquemáticamente en la figura 19. Los elementos de iluminación visibles 64 están montados en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38. Puede entenderse que cada uno de los elementos de atenuación de luz mencionados anteriormente está formado por una porción respectiva de la PCB 38 sobre la que está dispuesto el elemento de iluminación visible 64 correspondiente.

La disposición de guiado de luz 412 en este caso comprende porciones de guiado de luz y/o reflectantes de luz 480 de una carcasa 18 del módulo de iluminación 14. Así pues, en este caso, la propia carcasa del módulo de iluminación 18 forma al menos parte de la disposición de guía de luz. Como se muestra en la figura 19, una superficie interna 480 de la carcasa del módulo de iluminación 18 puede estar dispuesta para guiar y/o reflejar la luz visible generada por los elementos de iluminación visible 64 en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38 hacia la superficie de salida de luz 36. Además, la carcasa 18 del módulo de iluminación 14 puede estar hecha integralmente del mismo material ópticamente transmisivo que forma la superficie de salida de luz 36, y una pared superior 34 de la carcasa 18 y las paredes laterales 50 de la carcasa 18 pueden comprender las porciones de guiado y/o reflectoras de luz de la carcasa 18 del módulo de iluminación 14. En otras palabras, el cuerpo de la carcasa del módulo de iluminación 18 puede estar adaptado para recibir la luz visible emitida por los elementos de iluminación visible 64 en la segunda superficie principal

44 de la PCB 38 y para acoplar la luz visible a la superficie de salida de luz 36. En algunos ejemplos, el cuerpo de la carcasa del módulo de iluminación 18 está adaptado para aplicar un efecto de dispersión a la luz visible, para difundir así la luz visible a través del cuerpo de la carcasa del módulo de iluminación 18. Esto se conoce como dispersión de volumen y tiene el efecto de proporcionar una iluminación de luz visible difusa de toda la pared superior 34 de la carcasa del módulo de iluminación 18, por ejemplo como se ilustra en la figura 20.

En algunos ejemplos, las porciones 480 de guiado y/o reflexión de la luz de la carcasa 18 del módulo de iluminación 14 están dispuestas para cooperar con otras porciones de guiado y/o reflexión de la luz de las unidades de corte de pelo 12 y/o el elemento de soporte 22 (véanse las figuras 1-3) para guiar y/o reflejar la luz visible generada por los elementos de iluminación visible 64 en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38 hacia la superficie de salida de luz 36.

Por ejemplo, pueden formarse elementos reflectantes de luz visible o superficies/interfaces reflectantes en el cuerpo de la carcasa del módulo de iluminación 18 y/o en el cuerpo del elemento de soporte 22. Las superficies reflectantes pueden estar configuradas para proporcionar un efecto de Reflexión Interna Total (TIR). En el interior o alrededor de una o más unidades de corte de pelo 12 pueden disponerse elementos reflectantes y/o de dispersión, dispuestos para recibir al menos una porción de la salida de luz visible de los elementos de iluminación visible 64.

Aunque en el ejemplo de la figura 19, el elemento de iluminación visible 64 está montado en la segunda superficie principal 44 de la PCB 38, el uso de una carcasa de módulo de iluminación 18 formada de un material transmisor de luz para la dispersión de volumen de luz visible es compatible también con elementos de iluminación visible montados en la primera superficie principal 42 de la PCB.

La figura 21 muestra otra vista en perspectiva de la primera superficie principal 42 (cara superior) y la segunda superficie principal 44 (cara inferior) de la PCB 38 del ejemplo ilustrado en las figuras 13-18.

La PCB 38 comprende una región central 502 hacia fuera de la cual se extienden una pluralidad (en este caso tres) de brazos alargados 504a, 504b, 504c, teniendo cada brazo de la PCB 38 una sección de vástago de menor anchura conectada a la región central y una sección de extremo de mayor anchura. Cada sección extrema de mayor anchura lleva uno o más elementos de iluminación IR o NIR y al menos un elemento de iluminación visible. Estos pueden denominarse primer grupo periférico de elementos de iluminación 520a, segundo grupo periférico de elementos de iluminación 520b y tercer grupo periférico de elementos de iluminación 520c. La región central también lleva uno o más elementos de iluminación IR o NIR y al menos un elemento de iluminación visible, y estos colectivamente pueden ser referidos como un grupo central 510 de elementos de iluminación. En la PCB puede haber al menos un sensor de temperatura. Las secciones del vástago de los brazos de la PCB pueden estar libres de componentes eléctricos. Cuando se ensamblan, pueden llevar el elemento de guiado de luz 440, por ejemplo la lámina de guía de luz 460.

Cuando está ensamblado, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 22, el grupo central 510 de elementos de iluminación puede estar dispuesto en un área central de la unidad de afeitado 10 entre una primera 12a, una segunda 12b y una tercera unidad de corte de pelo 12c y puede comprender un elemento central de iluminación IR o NIR 512 y al menos tres elementos centrales de iluminación visible 516.

El módulo de iluminación comprende además un primer grupo periférico 520a, un segundo grupo periférico 520b y un tercer grupo periférico 520c de elementos de iluminación dispuestos en, respectivamente, una primera, una segunda y una tercera zona periférica de la unidad de afeitado 10 entre, respectivamente, la primera 12a y la segunda unidad de corte de pelo 12b, la primera 12a y la tercera unidad de corte de pelo 12c, y la segunda 12b y la tercera unidad de corte de pelo 12c, y comprendiendo cada una de ellas un elemento de iluminación IR o NIR periférico 522 y al menos un elemento de iluminación visible periférico 524.

La figura 23 muestra una vista del elemento de guiado de luz 440 en forma de lámina de guiado de luz 460 previamente mostrada en las figuras 13-18, para su montaje en la PCB 38 de la figura 21. El elemento de guiado de luz 440 tiene una geometría multibrazo correspondiente a la geometría de la PCB 38. En particular, comprende una primera porción 530, una segunda porción 532 y una tercera porción 534. La primera porción, cuando está ensamblada, se extiende entre uno de los elementos de iluminación visibles centrales 516 y el al menos un elemento de iluminación visible periférico 524 del primer grupo periférico 520a de elementos de iluminación. La segunda porción 532 se extiende entre un segundo de los elementos de iluminación visibles centrales 516 y el al menos un elemento de iluminación visible periférico 524 del segundo grupo periférico 520b de elementos de iluminación. La tercera porción 534 se extiende entre un tercero de los elementos de iluminación visibles centrales 516 y el al menos un elemento de iluminación visible periférico 524 del tercer grupo periférico 520c de elementos de iluminación. El módulo de iluminación comprende además elementos de atenuación de luz para los elementos de iluminación visibles centrales 516 y para los elementos de iluminación visibles periféricos 524 (no mostrados en las figuras 21-23) proporcionados de forma similar a la explicada anteriormente en relación con las realizaciones de las figuras 12-18.

Como se ha comentado anteriormente, la invención hace uso de un controlador. El controlador puede implementarse de numerosas formas, con software y/o hardware, para realizar las distintas funciones necesarias. Un procesador es un ejemplo de controlador que emplea uno o más microprocesadores que pueden programarse mediante software

(por ejemplo, microcódigo) para realizar las funciones requeridas. Sin embargo, un controlador puede implementarse con o sin emplear un procesador, y también puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados y circuitos asociados) para realizar otras funciones.

5 Ejemplos de componentes controladores que pueden ser empleados en varias realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores convencionales, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), y matrices de puertas programables en campo (FPGA).

10 En varias implementaciones, un procesador o controlador puede estar asociado con uno o más medios de almacenamiento tales como memorias de ordenador volátiles y no volátiles tales como RAM, PROM, EPROM y EEPROM. Los medios de almacenamiento pueden estar codificados con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más procesadores y/o controladores, realizan las funciones requeridas. Varios medios de almacenamiento pueden ser fijos dentro de un procesador o controlador o pueden ser transportables, de tal manera que el uno o más programas almacenados en ellos se pueden cargar en un procesador o controlador.

En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad.

20 Un único procesador u otra unidad pueden satisfacer las funciones de varios elementos indicados en las reivindicaciones.

25 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.

Si en las reivindicaciones o en la descripción se utiliza el término "adaptado a", se señala que el término "adaptado a" pretende ser equivalente al término "configurado para".

30 Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberían interpretarse como que limitan el ámbito.

Números de referencia

35 unidad de afeitado (10)
afeitadora eléctrica (100)
unidades de corte de pelo (12)
módulo de iluminación (14)
carcasa del módulo de iluminación (18)
40 elementos de iluminación (20)
elemento de apoyo (22)
perno de contacto (23)
cavidad (32)
módulo de iluminación pared superior (34)
45 superficie de salida de luz (36)
PCB (38)
material de revestimiento (40)
capa de material de revestimiento (41a)
capa adicional de material de revestimiento (41b)
50 primera superficie principal de la PCB (42)
segunda superficie principal de la PCB (44)
superficie del borde de la PCB (46)
paredes laterales de la carcasa (50)
superficie de contacto con la piel (54)
55 aperturas (56)
elemento de iluminación IR o NIR (62)
elemento de iluminación visible (64)
superficie interna de la pared superior (72)
cuerpo principal de la afeitadora (110)
60 elemento de corte exterior (120)
aberturas de entrada de pelo (122)
controlador (86)
fase inicial de calentamiento (310)
fase operativa (320)
65 elemento de control PI (334).
sensor de temperatura (350)

- dispositivo de guiado de luz (412)
- elementos de atenuación de luz (416)
- área próxima a la superficie de salida (420)
- proyección imaginaria (422)
- 5 área principal de la superficie de salida (424)
- elemento de guiado de luz (440)
- capa de un material atenuante de la luz (450)
- lámina de guiado de luz (460)
- capa de tinta opaca (470)
- 10 lámina portadora ópticamente transparente (472)
- porciones de guiado/reflectoras de luz (480)
- grupo central de elementos de iluminación (510)
- elemento central de iluminación IR o NIR (512)
- elementos centrales de iluminación visible (516);
- 15 primer grupo periférico (520a)
- segundo grupo periférico (520b)
- tercer grupo periférico (520c)
- elemento periférico de iluminación IR/NIR (522)
- elemento de iluminación visible periférico (524)
- 20 primera porción del elemento de guiado de luz (530)
- segunda porción del elemento de guiado de luz (532)
- tercera porción del elemento de guiado de luz (534)

REIVINDICACIONES

1. Una afeitadora eléctrica (100) que comprende una unidad de afeitado (10) y un controlador (86), en la que la unidad de afeitado comprende:

una o varias unidades de corte de pelo (12);

un módulo de iluminación (14) que comprende uno o más elementos de iluminación (20) y una superficie de salida de luz (36) orientada hacia la piel a través de la cual la luz generada por los elementos de iluminación se expone a la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado; dicha superficie de salida de luz está hecha de un material ópticamente transmisivo y está dispuesta para entrar en contacto con la piel durante el funcionamiento de la unidad de afeitado, y dichos elementos de iluminación están dispuestos en contacto térmicamente conductor con la superficie de salida de luz a través de una vía térmicamente conductora en el módulo de iluminación; y un elemento de soporte (22) que sostiene una o varias unidades de corte de pelo (12) y el módulo de iluminación (14);

y en el que el controlador (86) está acoplado operativamente con el módulo de iluminación (14) y adaptado para controlar los elementos de iluminación (20) en un esquema de accionamiento que comprende:

una fase inicial de calentamiento (310), desencadenada tras la activación del módulo de iluminación, en la que los elementos de iluminación se accionan con un ajuste de energía inicial hasta que se alcanza una temperatura predeterminada de la superficie de salida de luz (36); y

una fase operativa (320) que sigue a la fase de calentamiento inicial, en la que los elementos de iluminación se accionan con un ajuste de energía operativa tal que la temperatura de la superficie de salida de la luz se controla para que se mantenga a la temperatura predeterminada;

en el que un valor de energía máxima del ajuste de energía operativa es inferior a un valor de energía del ajuste de energía inicial.

2. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que la temperatura predeterminada está comprendida entre 40 °C y 50 °C.

3. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 2, en la que la temperatura predeterminada se encuentra dentro de un intervalo de 41,8 °C a 42,2 °C, dentro de un intervalo de 44,8 °C a 45,2 °C, o dentro de un intervalo de 47,8 °C a 48,2 °C.

4. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la afeitadora eléctrica comprende un elemento de entrada configurado para permitir la selección de la temperatura predeterminada por un usuario de la afeitadora eléctrica.

5. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que uno o más elementos de iluminación (20) comprenden uno o más LED.

6. La unidad de afeitado (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que uno o más elementos de iluminación (20) comprenden un elemento de iluminación infrarrojo (IR) o infrarrojo cercano (NIR) (62).

7. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que un haz de luz de al menos uno de los elementos de iluminación (62) tiene, durante la fase de calentamiento inicial (310), una densidad de energía óptica media más alta en la superficie de salida de luz (36) en comparación con los demás elementos de iluminación, y en la que el valor de energía del ajuste de energía inicial es tal que dicha densidad de energía óptica media más alta está comprendida entre 325 mW/cm² y 360 mW/cm².

8. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la activación del módulo de iluminación (14) se activa por la activación de una o más unidades de corte de pelo (12).

9. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que la afeitadora eléctrica comprende un elemento de entrada adicional configurado para permitir a un usuario de la afeitadora eléctrica activar y/o desactivar el módulo de iluminación (14) independientemente de la activación de la una o más unidades de corte de pelo (12).

10. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la afeitadora eléctrica comprende además un sensor de temperatura (350), y en la que el controlador (86) está configurado para controlar una duración de la fase de calentamiento inicial (310) y, en la fase operativa (320), la temperatura de la superficie de salida de luz (36) en función de una salida del sensor de temperatura.

11. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 10, en la que el controlador (86) comprende

un bucle de control de realimentación que comprende el sensor de temperatura (350) y un elemento de control proporcional-integral (PI) (334).

5 12. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 10 u 11, en la que el módulo de iluminación (14) comprende una PCB (38), en la que los elementos de iluminación (20) están montados en una primera superficie principal (42) de la PCB orientada hacia la superficie de salida de luz (36), de modo que los elementos de iluminación están en comunicación óptica con la superficie de salida de luz durante el funcionamiento del módulo de iluminación, y en la que el sensor de temperatura (350) está montado en dicha superficie principal (42) de la PCB en una posición inmediatamente adyacente a uno de los elementos de iluminación.

10 13. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 12, en la que la vía de conducción térmica comprende un material de revestimiento (40) ópticamente transmisor que cubre la superficie principal (110) de la PCB (38) revistiendo así los elementos de iluminación (20) y el sensor de temperatura (350).

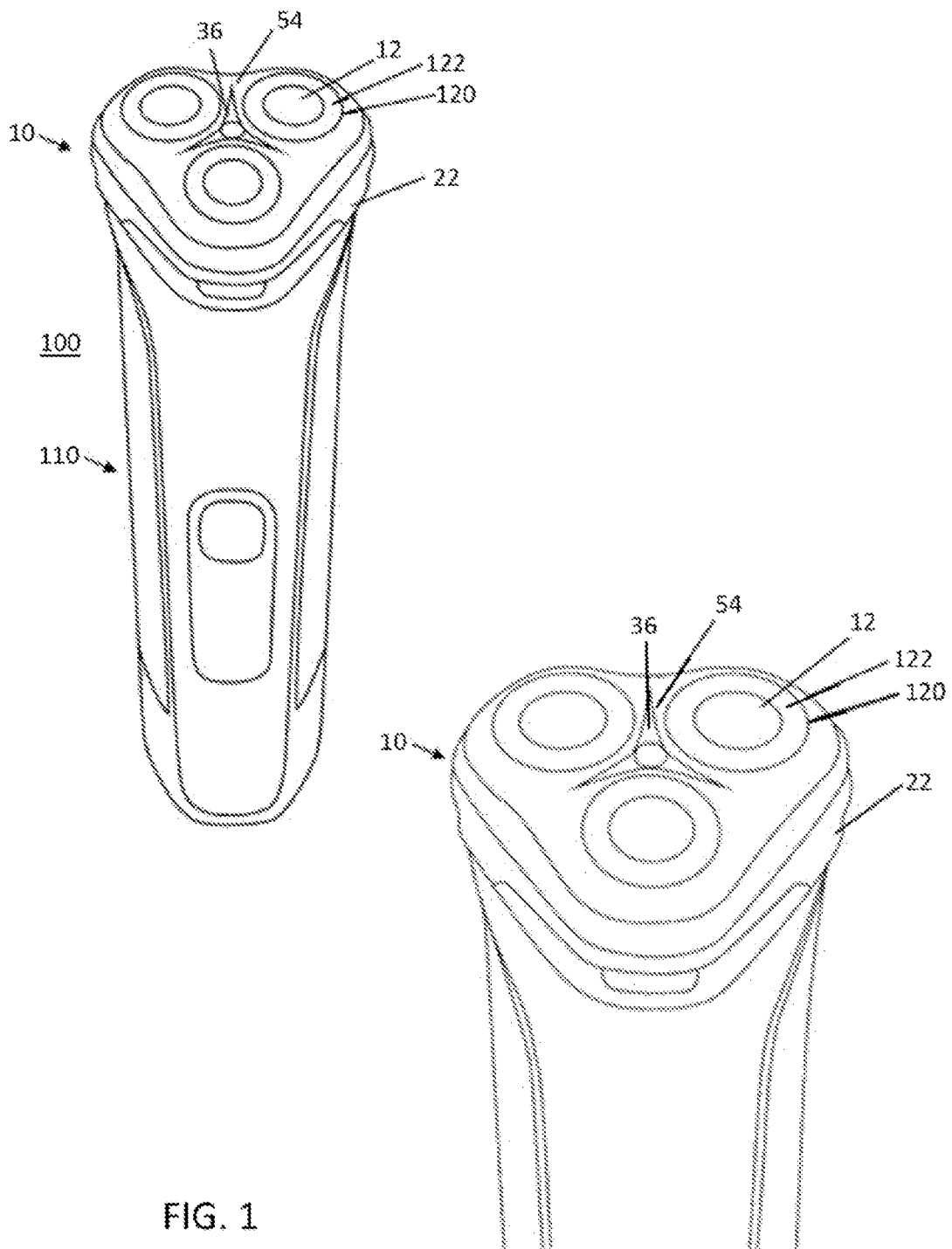
15 14. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en la reivindicación 13, en la que el módulo de iluminación (14) comprende una cavidad (32) que está cubierta por una pared superior (34) ópticamente transmisiva del módulo de iluminación que comprende la superficie de salida de luz (36), en la que la PCB está dispuesta en dicha cavidad, y en la que el material de revestimiento (40) se extiende entre la primera superficie principal (42) de la PCB (38) y la pared superior (34) del módulo de iluminación (14).

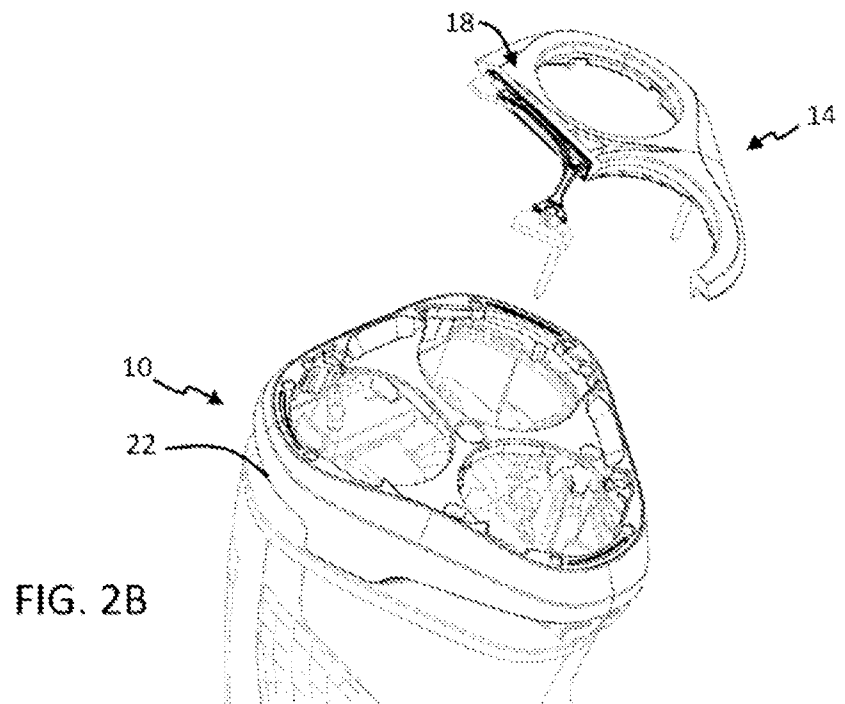
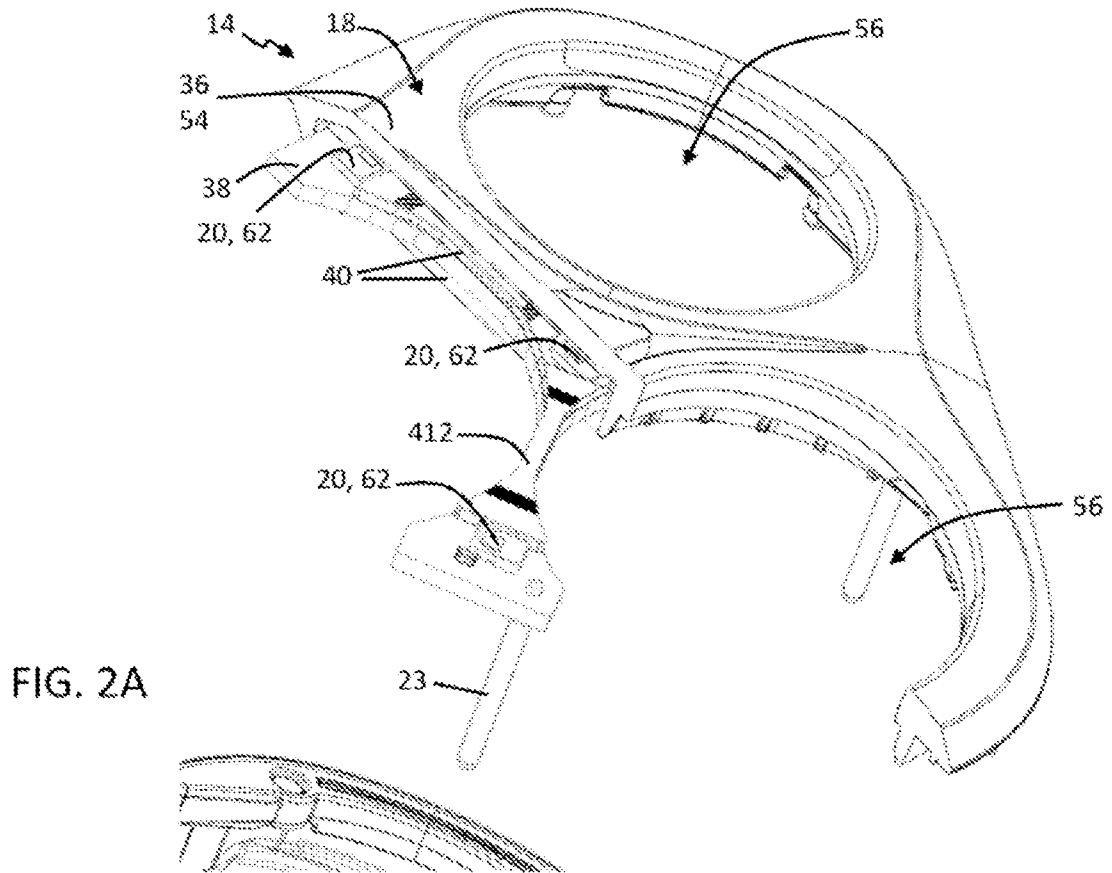
20 15. La afeitadora eléctrica (100) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

25 en la que la afeitadora eléctrica comprende un cuerpo principal de afeitadora (110) acoplado a la unidad de afeitado y que comprende un motor eléctrico para accionar una o más unidades de corte de pelo (12) de la unidad de afeitado;

en la que una o más unidades de corte de pelo (12) de la unidad de afeitado comprenden cada una un elemento de corte externo (120) con una pluralidad de aberturas de entrada de pelo (122) y un elemento de corte interno con una pluralidad de elementos de corte cubiertos por el elemento de corte externo y móviles en relación con el elemento de corte externo, y

30 en la que el controlador (86) se aloja en el cuerpo principal (110) de la afeitadora.





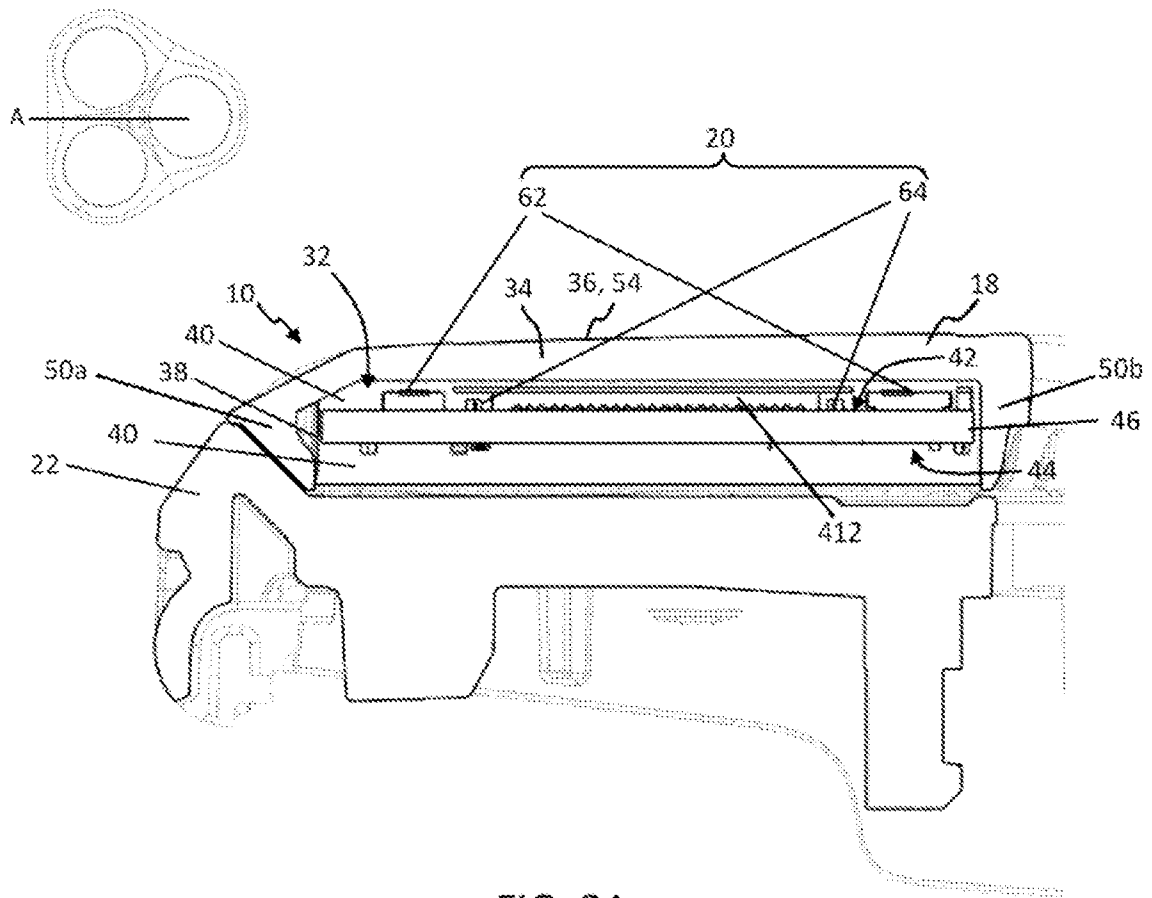


FIG. 3A

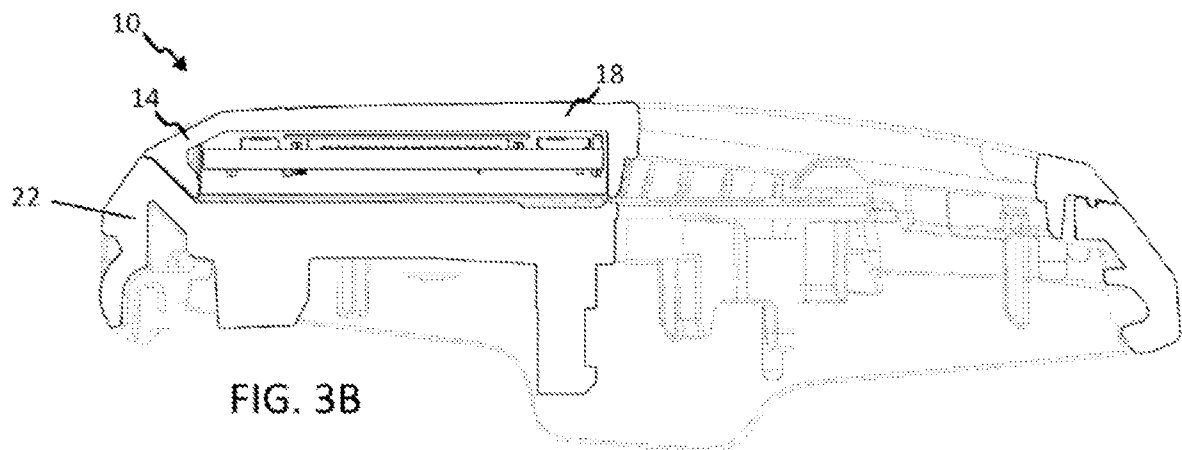


FIG. 3B

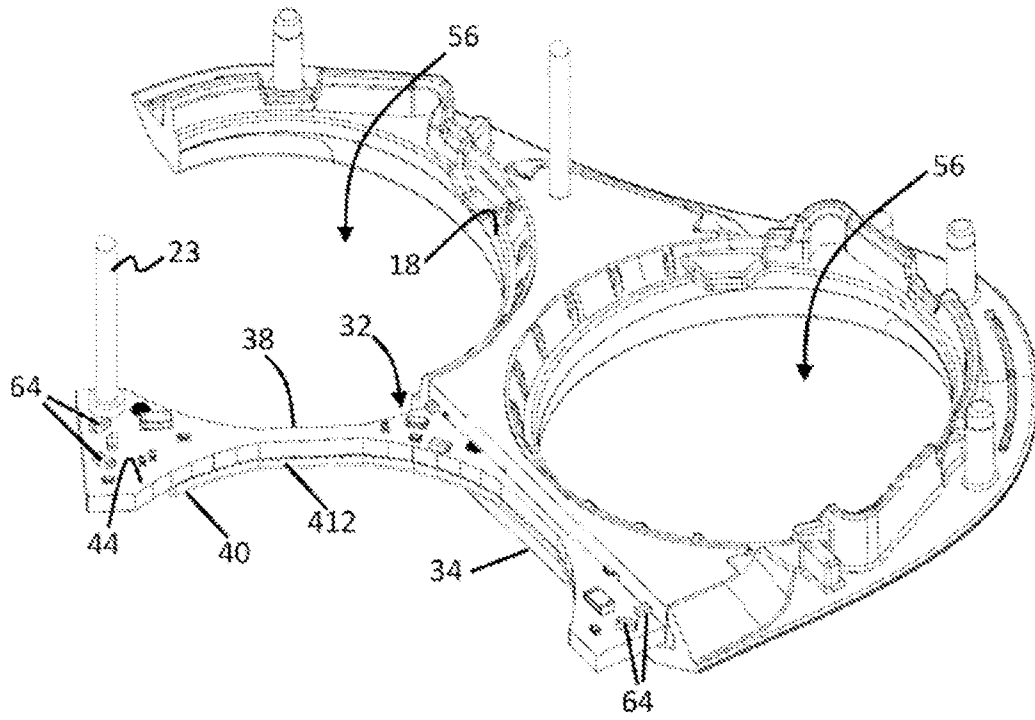


FIG. 4

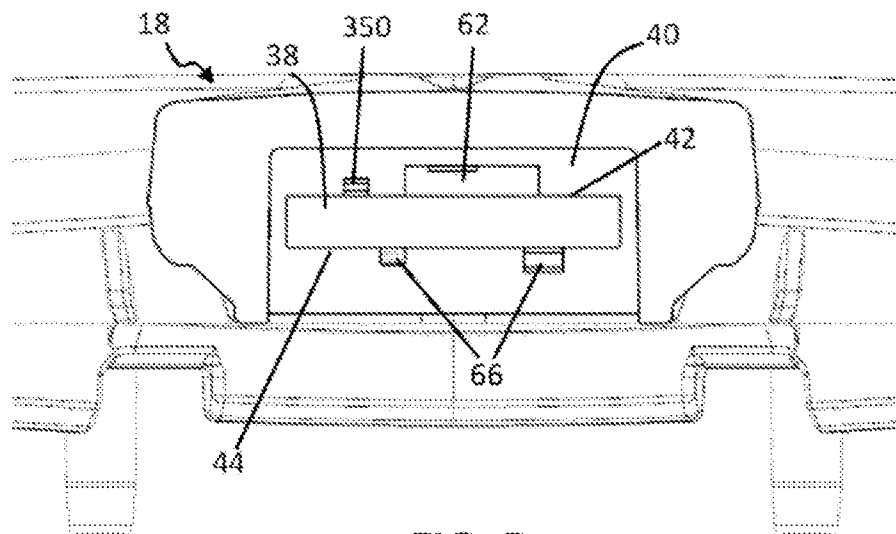
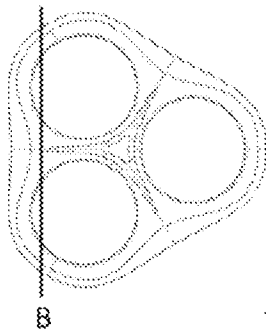


FIG. 5

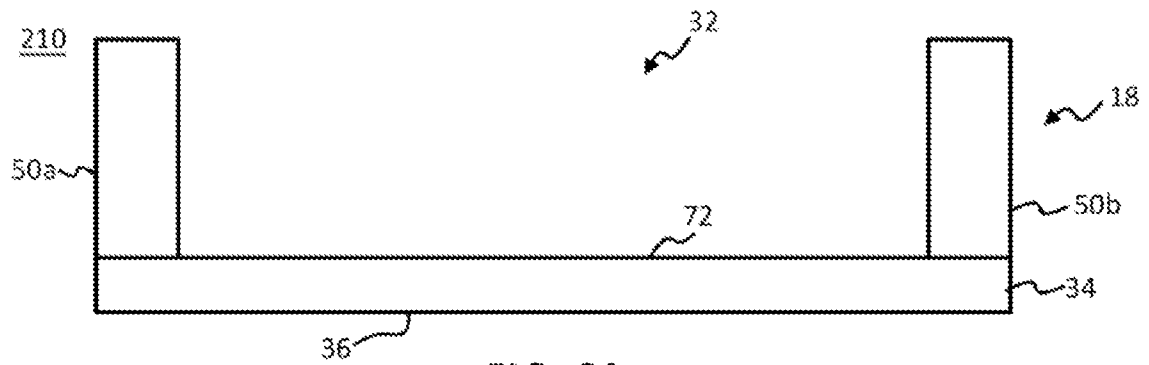


FIG. 6A

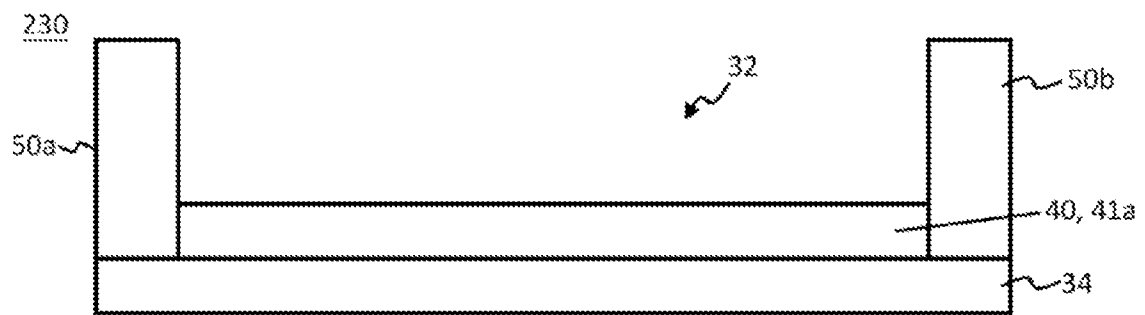


FIG. 6B

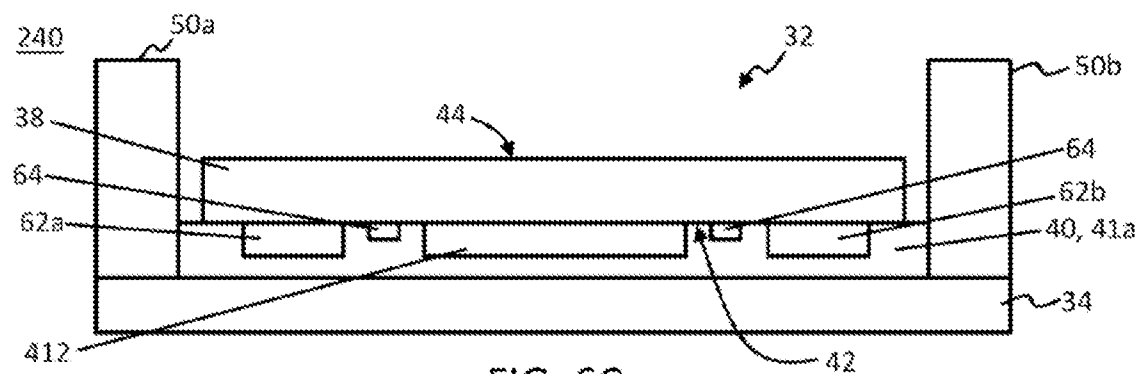


FIG. 6C

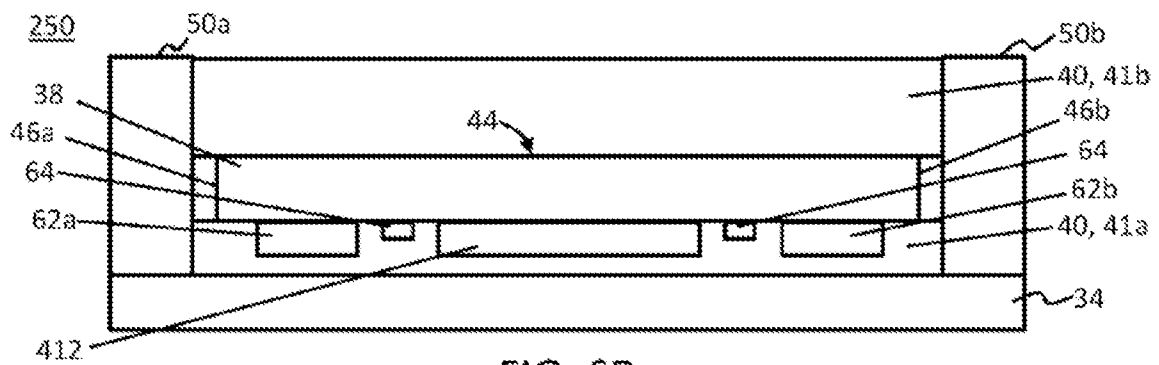
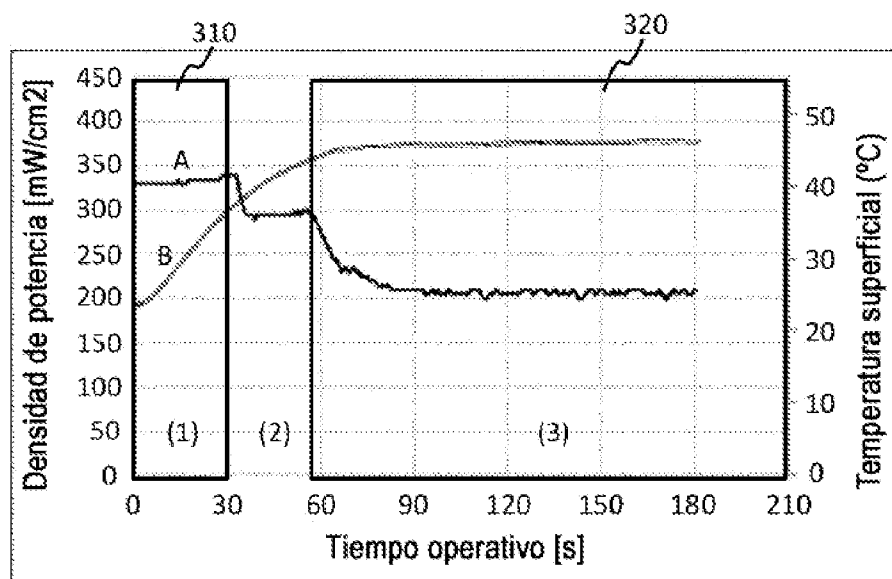


FIG. 6D



A - Salida óptica predicha
 B - Temperatura superficial (°C)
 (1) - Fase de calentamiento inicial
 (2) - Fase de transición
 (3) - Fase operativa

FIG. 7

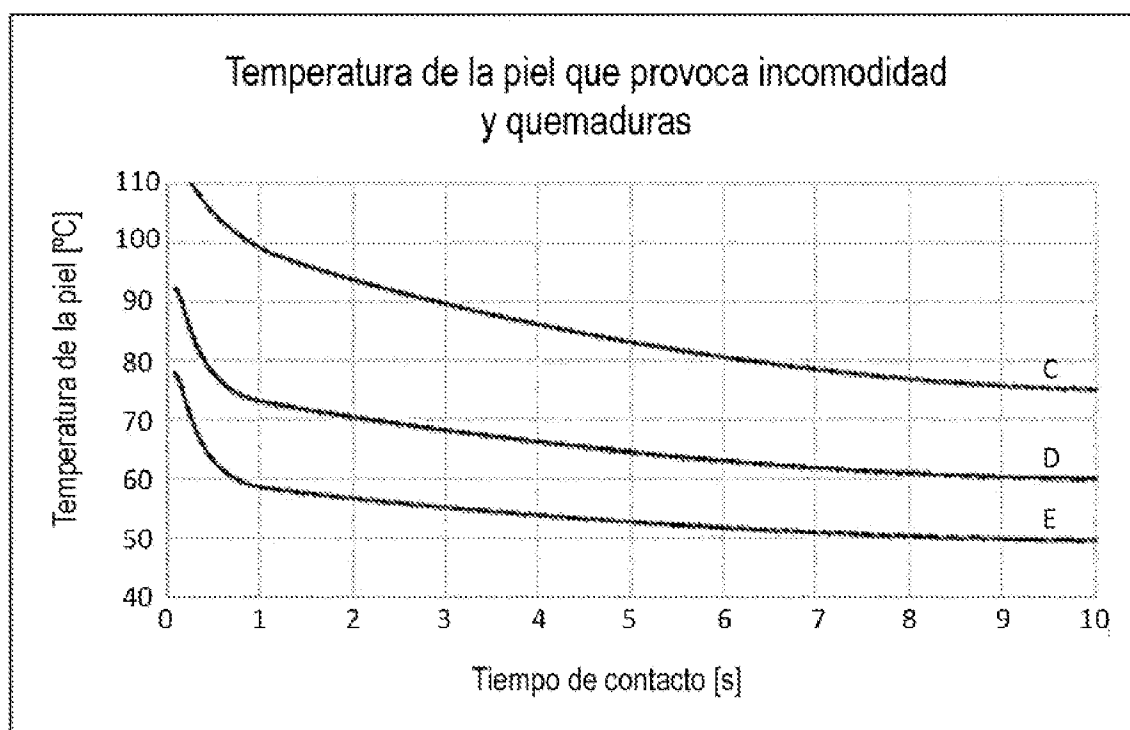


FIG. 8

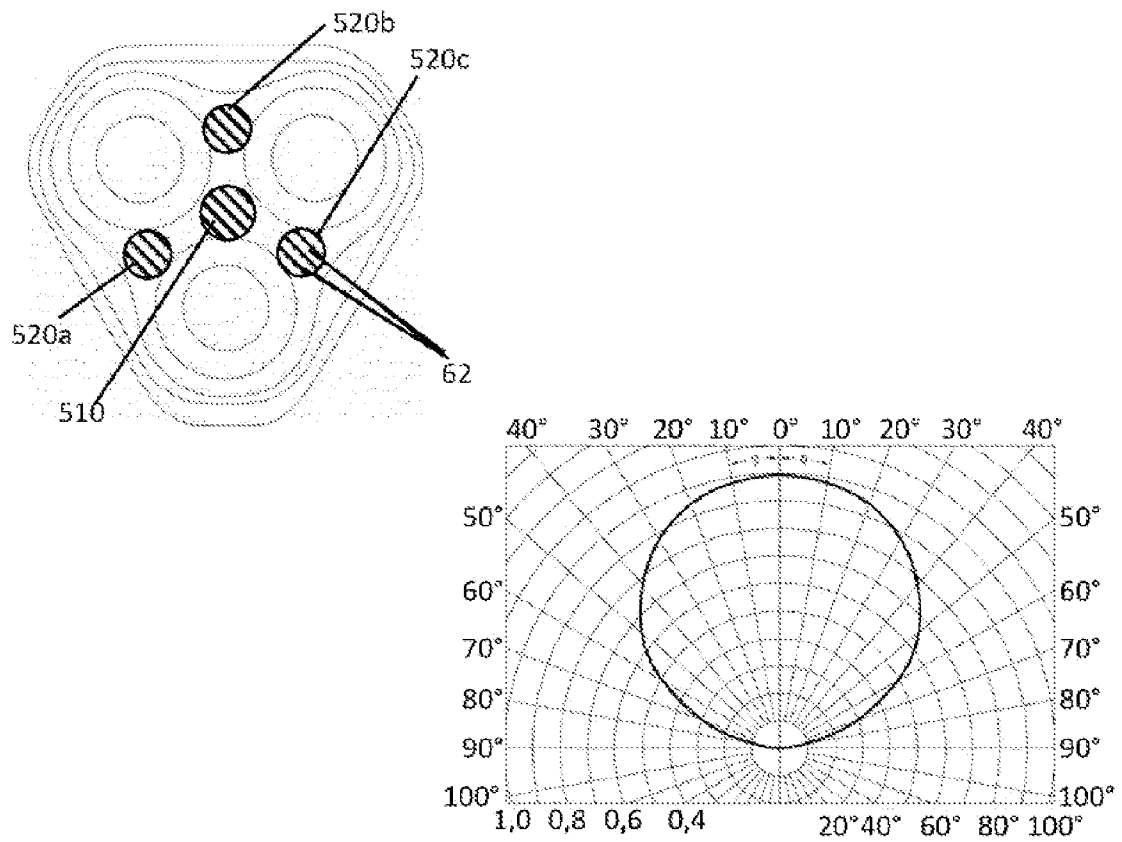


FIG. 9

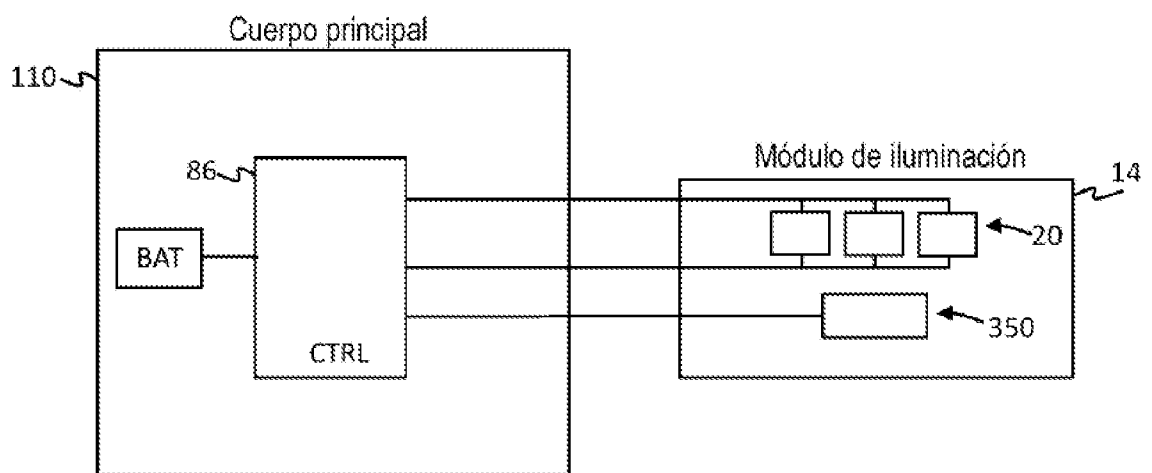


FIG. 10

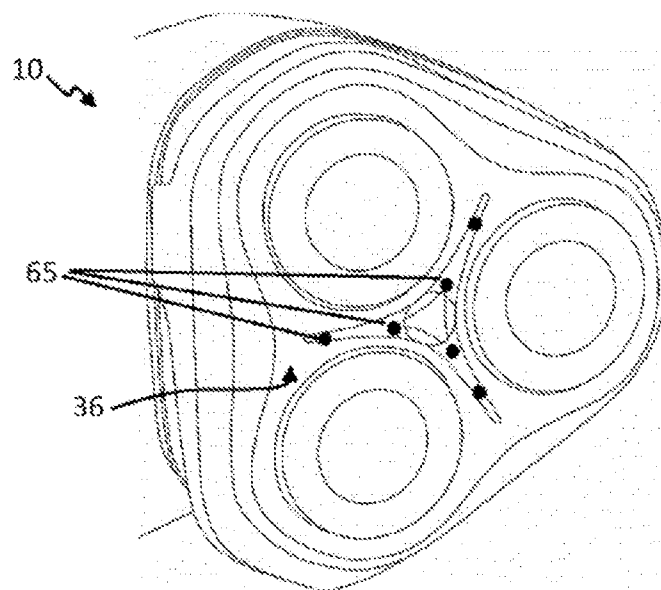


FIG. 11

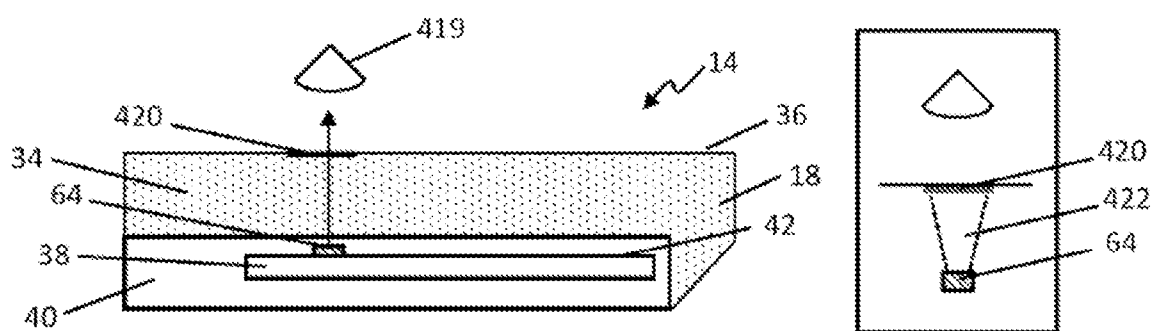


FIG. 12

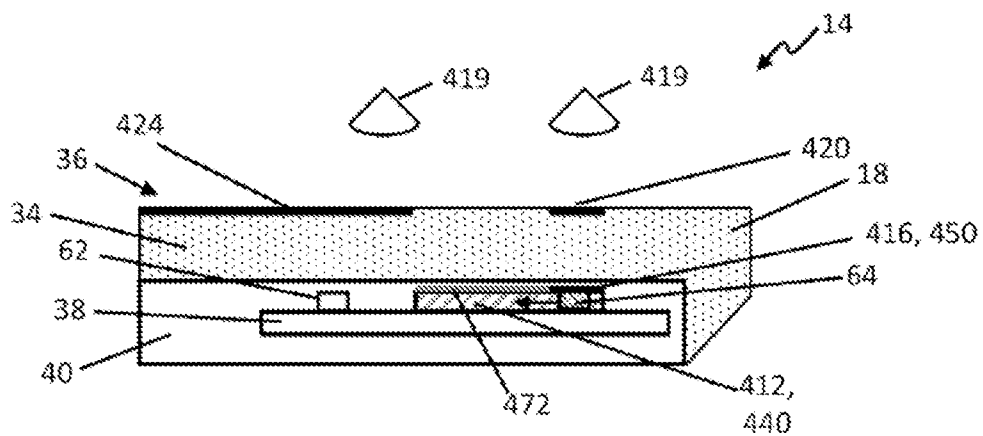
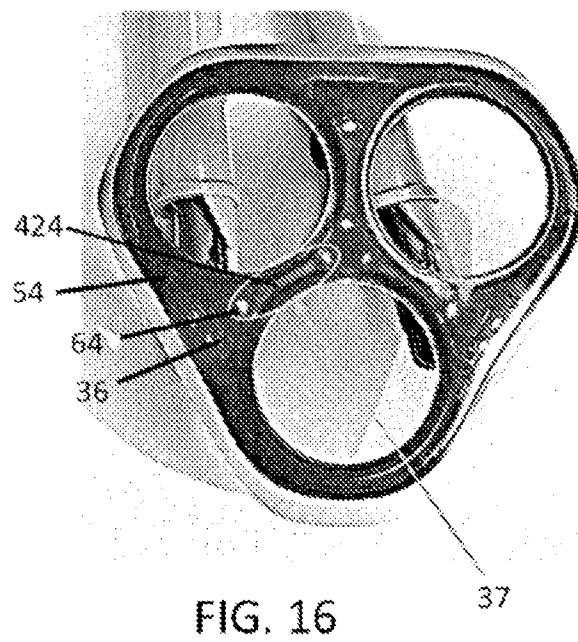
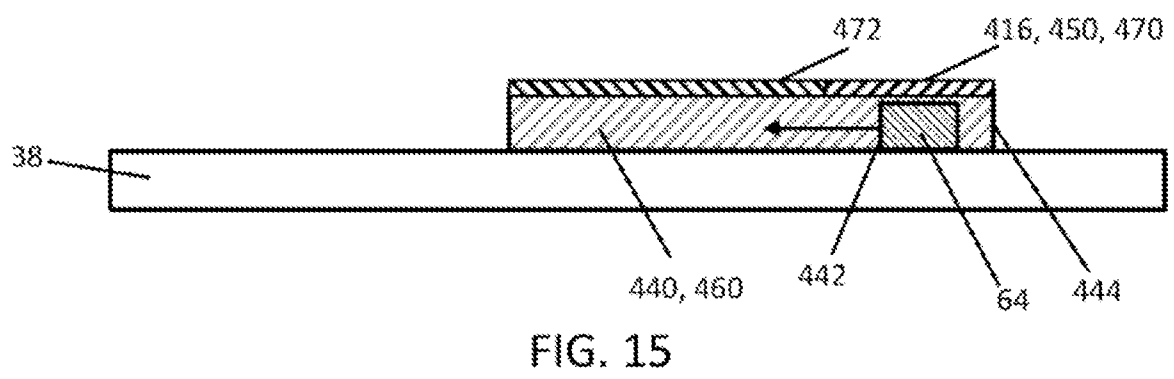
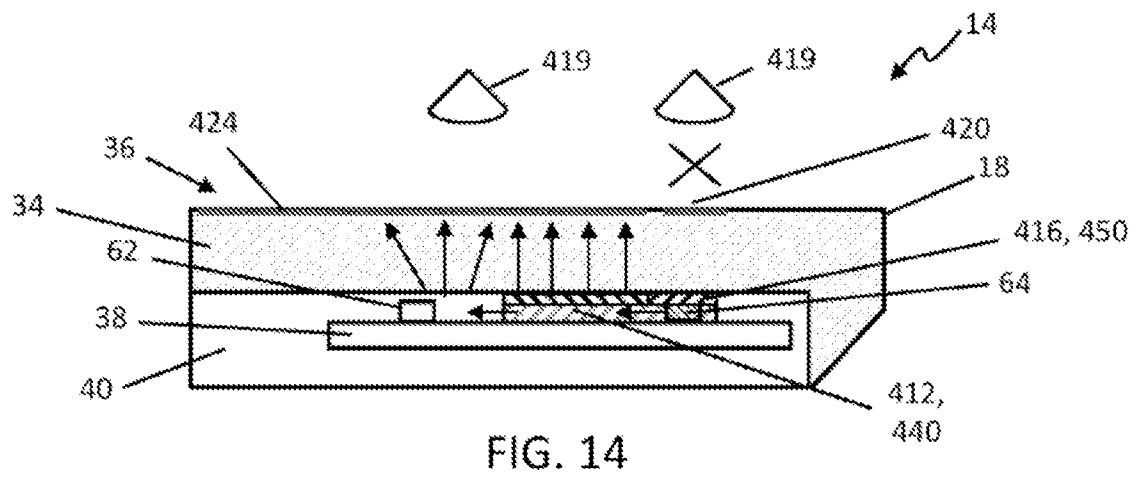
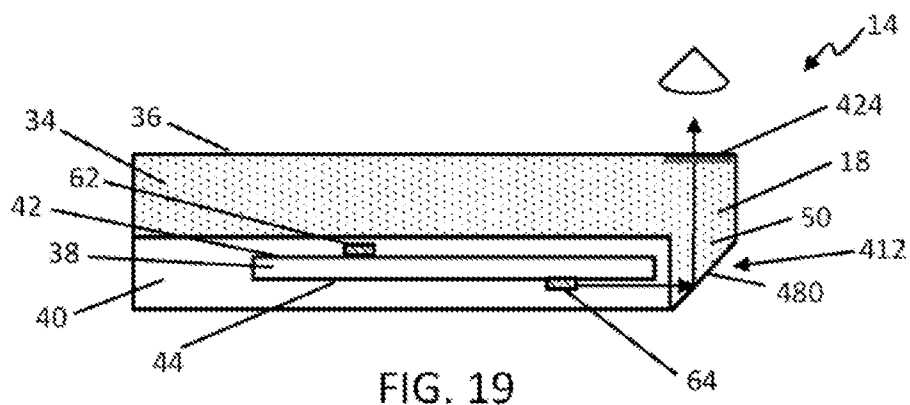
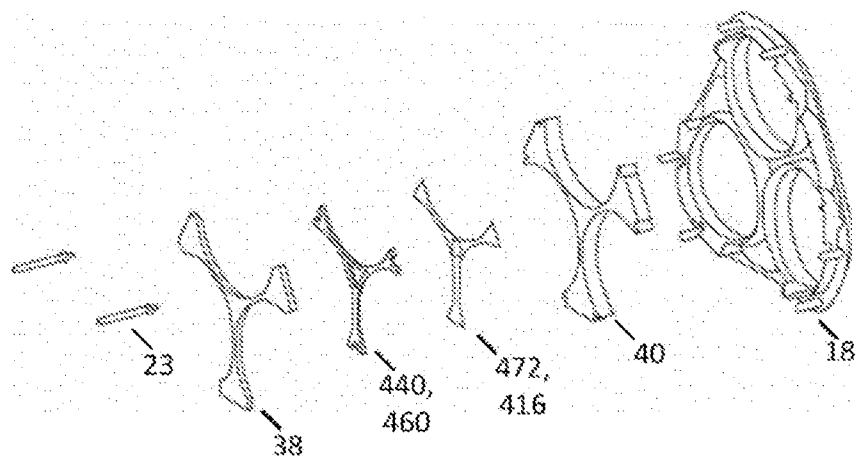
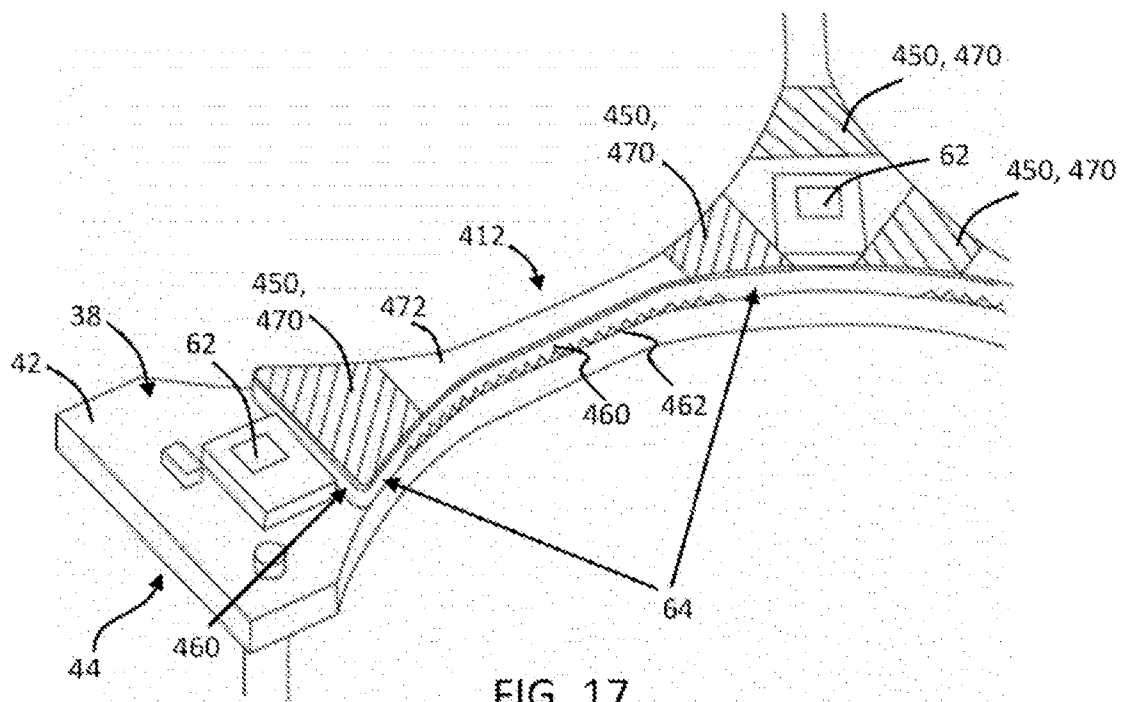


FIG. 13





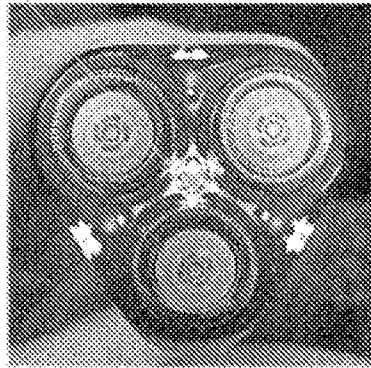


FIG. 20

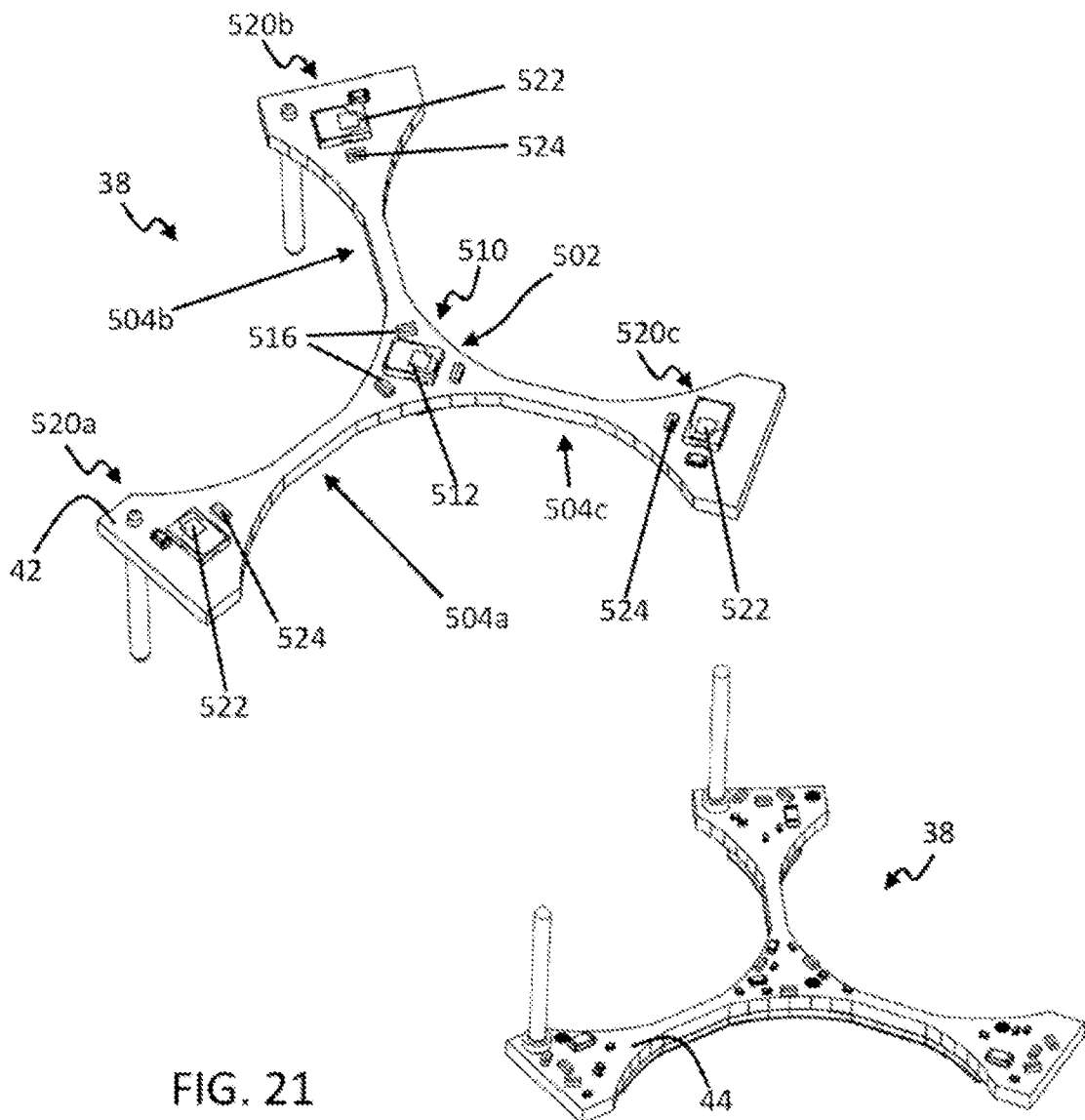


FIG. 21

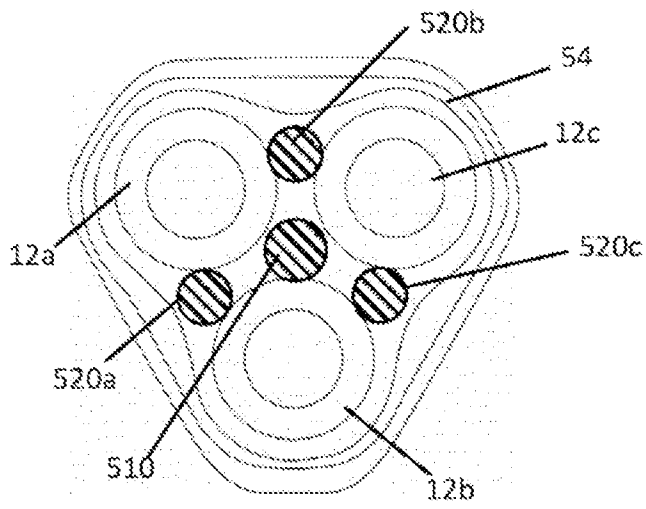


FIG. 22

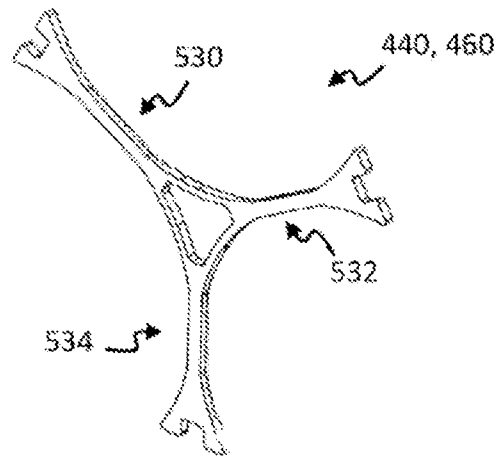


FIG. 23