

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 386**

51 Int. Cl.:

A61B 18/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2016** E 16173408 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019** EP 3254636

54 Título: **Dispositivo para el tratamiento de la piel**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2020

73 Titular/es:
BRAUN GMBH (100.0%)
Frankfurter Str. 145
61476 Kronberg, DE

72 Inventor/es:
BEERWERTH, FRANK;
NEYER, CHRISTIAN;
HEINEMANN, FELIX;
DADIC, DALIBOR y
BIELFELDT, UWE

74 Agente/Representante:
DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 748 386 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para el tratamiento de la piel

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo para el tratamiento de la piel que comprende al menos un primer LED.

Antecedentes de la invención

10 Se sabe que la luz puede ser utilizada para un tratamiento médico y cosmético, p. ej., que puede comprender desde la fototerapia de la ictericia a la coagulación inducida por luz de las raíces del cabello para la depilación cosmética. Los dispositivos de uso doméstico se encuentran en el mercado para el tratamiento con luz de la piel de un usuario, p. ej., para el tratamiento del acné o las arrugas, pero también para la depilación cosmética. En particular para la depilación cosmética, la intensidad lumínica aplicada a la piel en un período relativamente breve (p. ej., inferior a 500 ms) debe ser relativamente alta (p. ej., se han descrito previamente flujos radiantes en el rango de entre 2 J/cm² y 100 J/cm²). Con el fin de lograr estos flujos lumínicos, se describen ampliamente fuentes de luz, tales como láseres o lámparas de flash. Se ha descrito también el uso de LED como fuentes de luz, en particular para tratamientos de la piel tales como la reducción de arrugas o el tratamiento del acné, donde el flujo lumínico requerido permite el uso de LED estándar.

20 En particular para la depilación cosmética a base de luz, la piel se puede calentar considerablemente y puede calentarse incluso hasta un nivel inaceptable si el nivel de pigmentación de la piel es demasiado alto. Se sabe que algunos dispositivos de tratamiento dermatológico para la depilación miden primero el color de la piel y a continuación aplican automáticamente un flujo lumínico por pulso de luz que da lugar a una generación de calor aceptable en la piel.

25 En el documento US-2014/0236265 A1 se describe un dispositivo para el cuidado de la piel que emite luz azul. Se describe que el dispositivo tiene un LED accionado en modo pulsátil y se describe un sensor de corriente que está dispuesto en el mismo trayecto de corriente que el LED.

30 Es un objetivo de la presente descripción proporcionar un dispositivo para el tratamiento de la piel mejorado con respecto al dispositivo para el tratamiento de la piel conocido o que al menos proporcione una alternativa frente a los dispositivos conocidos.

Sumario de la invención

35 Según al menos un aspecto, se proporciona un dispositivo para el tratamiento de la piel como se define en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

40 El dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto se explica adicionalmente mediante una descripción detallada de realizaciones ilustrativas y haciendo referencia a las figuras. En las figuras

45 La Fig. 1A es una representación esquemática de un circuito ilustrativo para utilizar en un dispositivo para el tratamiento de la piel para accionar de forma controlable un primer LED y para leer una corriente fotoeléctrica generada por el primer LED, donde la Fig. 1A muestra un primer estado del circuito en el que el primer LED está accionado y emite luz;

50 la Fig. 1B es una representación esquemática de un segundo estado del circuito mostrado en la Fig. 1A, donde una corriente fotoeléctrica generada por el primer LED debido a la exposición a la luz es detectada por el sensor de corriente;

la Fig. 2A es una representación esquemática de otro circuito ilustrativo para utilizar en un dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto para accionar de forma controlable un primer LED y un primer LED paralelo, donde la Fig. 2A muestra un primer estado en el que el primer LED y el primer LED paralelo están accionados y emiten luz;

55 la Fig. 2B es una representación esquemática del circuito mostrado en la Fig. 2A, donde solo el primer LED paralelo es accionado y el primer LED forma un trayecto de corriente con un primer sensor de corriente para leer una corriente fotoeléctrica generada por el primer LED;

60 la Fig. 3 es una representación en sección transversal esquemática de una sección de cabezal ilustrativa de un dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto que comprende dos LED y una estructura de guía de luz, donde se muestran tres trayectos de luz ilustrativos para ilustrar la función de la sección de cabezal;

65 la Fig. 4A es una representación esquemática de otro circuito ilustrativo para utilizar en un dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto para accionar de forma controlable una primera línea conectada en serie de LED que se muestra en un primer estado en el que los LED conectados en serie están accionados para emitir luz y donde cada uno de los LED conectados en serie comprende un interruptor de cortocircuito en paralelo;

la Fig. 4B es una representación esquemática del circuito mostrado en la Fig. 4A en una primera alternativa de un segundo estado en que uno de los LED está en cortocircuito mientras la corriente fotoeléctrica generada por otro LED es leída por un sensor de corriente;

la Fig. 5 es una representación esquemática de otro circuito ilustrativo adicional para utilizar en un dispositivo para el tratamiento de la piel que comprende dos líneas de LED conectados en serie;

la Fig. 6 es una representación esquemática de una matriz de LED de M por N (aquí 4 x 4) que tiene M líneas paralelas de LED conectados en serie, donde cada línea comprende N LED;

las Figs. 7A-7B son representaciones de unidades concentradoras de luz ilustrativas;

la Fig. 8 es una representación esquemática de un dispositivo para el tratamiento de la piel ilustrativo.

Descripción detallada de la invención

Generalmente se sabe que diversos tipos de tratamiento para la piel pueden verse afectados por la aplicación de luz (en particular en forma de al menos un pulso de luz para tratamiento, frecuentemente aplicando una serie de pulsos de luz a un área de la piel o sucesivamente a áreas de la piel adyacentes) a la piel. Estos tratamientos de la piel abarcan el rejuvenecimiento de la piel, reducción de arrugas, tratamiento del acné y depilación (temporal y permanente) (también denominada reducción del crecimiento del vello o control del crecimiento del vello, ya que el vello no es necesariamente eliminado inmediatamente por la aplicación de luz intensa). En particular, el tratamiento de la piel para lograr la eliminación temporal y/o permanente del vello (reducción del crecimiento del vello - en adelante solo se utiliza el término "depilación", pero este término abarcará todas las aplicaciones de depilación basadas en luz) requiere un flujo radiante emitido por la fuente de luz por unidad de área que es mucho mayor que el flujo radiante requerido para rejuvenecer la piel o un tratamiento similar (aun cuando el flujo lumínico aplicado a un área de la piel pueda ser similar, pero entonces el pulso de luz se aplica durante un período de tiempo más largo). Para la aplicación de un pulso (o pulsos) de luz de tratamiento sobre la piel, se han descrito diversas fuentes de luz, tales como fuentes de luz láser, lámparas de flash (p. ej., lámparas de arco de xenón) y fuentes de luz semiconductoras, tales como LED. Aunque las fuentes de luz láser y las lámparas de flash se han descrito ampliamente con respecto a la retirada de vello, la aplicación de LED como fuentes de luz se ha descrito con mucho más detalle, especialmente dado que el flujo radiante que se debe aplicar a la piel dentro de un pulso de longitud corta (p. ej., por debajo de 10 ms) es fácilmente suministrado por láseres o lámparas de flash. En cambio, la presente descripción se refiere a fuentes de luz semiconductoras emisoras de superficie (cuando en adelante se utiliza el término LED, este incluye otras fuentes de luz en estado sólido tales como VCSEL, VECSEL, u OLED, pero no los láseres semiconductores de emisión de borde clásicos). En determinadas disposiciones de matrices de LED (es decir, matrices de semiconductores a diferencia de LED envasados), y su uso se considera para la depilación temporal o permanente basada en luz. Aunque en adelante se utiliza el término LED, este término puede referirse a una matriz de LED (p. ej., montada sobre un sustrato) en lugar de un LED envasado individualmente, ya que una matriz de LED envasados individualmente puede no ser capaz de proporcionar el flujo radiante necesario para un tratamiento de la piel específico, tal como la depilación (pero puede proporcionar un flujo radiante suficiente para otros tratamientos de la piel).

Se hace referencia a las solicitudes de patente europea 16153812.9 y 16153813.7. En estas dos aplicaciones, se describe el uso de disposiciones de matrices de LED para el tratamiento de la piel y en particular para la depilación.

Existen LED que pueden emitir luz esencialmente en cualquier longitud de onda desde la luz ultravioleta (UV) hasta la luz infrarroja (IR), es decir, de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 1300 nm dependiendo, p. ej., del material semiconductor utilizado. Los LED adecuados para la depilación en particular pueden emitir en un rango de entre 490 nm a 1000 nm y, más en particular, pueden emitir en el rango de rojo lejano e infrarrojo cercano de entre 700 nm y 900 nm. Un LED emite luz con una banda espectral relativamente estrecha, de forma típica de $\Delta\lambda \cong \pm\lambda/20$. Cuando en la presente descripción se utiliza el término "longitud de onda" con respecto a una salida de luz de LED, esta longitud de onda significa la longitud de onda de emisión máxima, es decir, la longitud de onda en el máximo de la curva de emisión de luz del LED.

Como se ha mencionado anteriormente, el flujo radiante usado para la depilación es relativamente alto y conlleva el riesgo de que el uso doméstico y/o el uso por personal no entrenado puede producir el sobrecalentamiento de la piel y, por lo tanto, quemaduras de la piel. Se sabe que el nivel de pigmentación de la piel desempeña un papel principal en el proceso de generación de calor en la piel como la melanina en la piel, lo que hace que el color de la piel absorba luz intensamente, especialmente en un rango de longitud de onda de entre 650 nm a 1000 nm, donde el coeficiente de absorción de luz de la hemoglobina (es decir, sangre) o agua (de H₂O) es mucho menor. Generalmente se sabe que el nivel de pigmentación de la piel influye en la intensidad lumínica aplicable para evitar quemaduras de la piel permitiendo al mismo tiempo todavía la coagulación de la raíz del vello. Anteriormente se había planteado medir el color de la piel o el nivel de pigmentación de la piel y controlar la emisión de luz a partir del resultado de la medición con el fin de proporcionar una prevención automatizada del sobrecalentamiento de la piel.

En la presente descripción, se propone hacer uso de LED (que pueden ser LED envasados individualmente, pero especialmente conjuntos de matrices de LED para conseguir un flujo radiante elevado por unidad de área) como

emisores de luz y en particular utilizar al menos un LED para un doble propósito, es decir, utilizar el LED como emisor de luz y como detector de luz. En consecuencia, no es necesario ningún sensor de color de la piel específico adicional ya que la medición del color de la piel puede ser posible mediante uno (o más) de los LED que también se utilizan para proporcionar el pulso para el tratamiento de la piel. En aras de la claridad, se indica que el dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto puede comprender solo un LED, pero también se contempla que el dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto comprenda una pluralidad de LED y entonces se usa al menos un LED para el doble propósito mencionado (alternativamente, una pluralidad o todos los LED pueden usarse para el doble propósito). En consecuencia, la medición del color de la piel se produce prácticamente en la posición en la cual se aplicará el pulso de tratamiento (asumiendo que el dispositivo no se mueve considerablemente entre la medición y la emisión de pulsos de tratamiento). Además, como se explicará en mayor detalle a continuación, también se posibilita una medición del color de la piel con resolución espacial si se utiliza una pluralidad de LED. Esto permite un ajuste automatizado de un flujo radiante total y/o flujo radiante proporcionado por el pulso de tratamiento y en particular un control con resolución espacial de la aplicación de luz. Se pueden utilizar unidades concentradoras de luz para suministrar la luz de cada uno de los LED sobre una zona asociada de la piel del usuario, y viceversa, a saber, concentrar la luz emitida por una determinada zona de la piel del usuario sobre un LED asociado de forma esencialmente única. De esta manera, se puede garantizar que se pueden tratar los picos locales (naturales o artificiales) del nivel de pigmentación de la piel (p. ej., manchas de la piel o tatuajes) con valores de flujo radiante más bajos o incluso pueden excluirse de la iluminación.

Una matriz de LED que es una pieza de material semiconductor es por sí misma no solamente adecuada para emitir luz (cuando la corriente adecuada fluye a través de la matriz de LED) sino que también es inherentemente sensible a la luz que incide sobre el material semiconductor. Si bien se ofrecen fotodiodos dedicados para la detección de luz, cualquier matriz de LED también proporciona un efecto sensible a la luz. Una matriz de LED, cuando no se acciona en la dirección hacia adelante, puede utilizarse como fotosensor: la luz (de la longitud de onda adecuada) incidente sobre la matriz semiconductor generará pares huecos-electrones y, por lo tanto, genera una corriente pequeña que fluye en dirección contraria a través del LED tan pronto como se proporcione un trayecto de corriente, corriente que es esencialmente lineal con respecto a la intensidad lumínica.

Por lo tanto, un dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto en la presente descripción tiene al menos un primer LED que puede ser utilizado por una unidad de control para desempeñar el doble propósito mencionado. Como se indicará en mayor detalle más adelante, el primer LED (un "LED de doble propósito") se proporciona en un circuito que puede conmutarse entre el accionamiento del primer LED en la dirección hacia adelante (el primer LED actúa entonces como emisor de luz) y la lectura de una corriente fotoeléctrica a través de otro respectivo trayecto de corriente (el primer LED actúa entonces como detector de luz). Los respectivos elementos de circuitos como una primera fuente de corriente controlable y un primer sensor de corriente son parte de un circuito de este tipo.

En algunas realizaciones, un dispositivo para el tratamiento de la piel propuesto comprende al menos un primer LED, al menos una primera fuente de corriente controlable, una unidad de control y al menos un primer sensor de corriente. El primer LED puede ser adecuado en particular para emitir pulsos lumínicos a un flujo lumínico alto adecuado para el tratamiento de la piel, en particular para la retirada de vello. Dicho primer LED puede tener en particular un flujo radiante de al menos 0,1 vatios (p. ej., al menos 0,2 W o al menos 0,4 W). En algunas realizaciones, donde se utiliza una pluralidad de LED, el primer LED puede no ser adecuado para emitir un pulso de luz de tratamiento a un flujo radiante elevado, pero el primer LED puede entonces ser adecuado para emitir luz de flujo radiante bajo, p. ej., para fines de indicación (el primer LED puede entonces ser accionado a un flujo radiante inferior a 0,1 vatios (p. ej., 0,05 W o 0,02 W). Dicho indicador LED se puede utilizar para indicar visualmente el tamaño del área de tratamiento activo de una matriz de LED de tratamiento.

La unidad de control se acopla con la primera fuente de corriente controlable de manera que la primera fuente de corriente controlable se puede conmutar entre un primer estado en el que la primera fuente de corriente controlable suministra una corriente (en particular predeterminada o controlable) para accionar el al menos primer LED y un segundo estado en el que la primera fuente de corriente controlable no suministra ninguna corriente al primer LED. La primera fuente de corriente controlable puede comprender, en particular, un interruptor en la parte de corriente (p. ej., realizado como un transistor, un FET o un MOSFET) para controlar el nivel de la corriente suministrada. En algunas realizaciones, otro interruptor de separación puede estar dispuesto entre la primera fuente de corriente controlable y el primer LED, p. ej., en realizaciones donde se dispone otro LED paralelo en una rama de circuito paralela al primer LED, LED paralelo que también es accionado por la primera fuente de corriente controlable (más adelante se describen detalles adicionales).

El primer sensor de corriente se conecta o es conectable al primer LED para formar un trayecto de corriente (cerrado) al menos en el segundo estado de la primera fuente de corriente controlable. En el segundo estado de la primera fuente de corriente controlable cuando el primer LED no está accionado, la exposición a la luz del primer LED produce la generación de una pequeña corriente fotoeléctrica en dirección inversa, corriente inversa que fluye a través del trayecto de corriente (cerrado) y, por lo tanto, a través del primer sensor de corriente. El primer sensor de corriente puede disponerse entonces para proporcionar una primera señal que es indicativa de la magnitud de la corriente fotoeléctrica inversa generada por el primer LED bajo la exposición lumínica y así proporcionar una primera señal que permite detectar diferentes niveles de exposición a la luz. El primer sensor de corriente puede estar conectado al primer LED y puede tener una alta resistencia óhmica, de manera que prácticamente no fluye corriente a través del primer sensor de corriente cuando el primer LED está accionado. De forma alternativa, el primer sensor de corriente está dispuesto de modo que es conectable al primer LED, p. ej., proporcionando un conmutador de conexión que está acoplado con la unidad de control entre el primer LED y el primer

sensor de corriente para cerrar un trayecto de corriente al menos en el segundo estado de la primera fuente de corriente controlable y para abrirlo en el primer estado de la primera fuente de corriente controlable. Mediante el diseño propuesto, un primer trayecto de corriente está presente para accionar el primer LED en dirección hacia adelante y una segunda trayecto de corriente está presente, cuando el primer trayecto de corriente está deshabilitado, para leer una corriente fotoeléctrica que fluye en dirección inversa a través del primer LED.

La primera señal proporcionada por el primer sensor de corriente puede suministrarse en particular a la unidad de control y la unidad de control puede establecer el flujo radiante y/o el flujo radiante que debe ser suministrado por el primer LED en un próximo pulso de tratamiento a partir de la primera señal. En funcionamiento, la primera señal es sensible a la cantidad de luz "vista" por el primer LED. Si una fuente de luz está presente (ya sea otro LED o una fuente de luz general) que ilumina la piel (pero no el primer LED), la cantidad de luz que llega al primer LED es una medida del nivel de pigmentación de la piel ya que la luz tiene que viajar a través de la piel ópticamente asignada al primer LED. Como se explicará en mayor detalle más adelante, el dispositivo para el tratamiento de la piel puede comprender una pluralidad de LED (en algunas realizaciones, estos pueden disponerse en una matriz regular M por N) de manera que puede determinarse un nivel de pigmentación de la piel con resolución espacial y pueden excluirse de la iluminación mediante el siguiente pulso de tratamiento picos locales de pigmentación de la piel, tales como tatuajes o manchas de la piel, p. ej., si los LED respectivos se apagan durante el siguiente pulso de tratamiento.

En algunas realizaciones, hay presente al menos un primer LED paralelo además del primer LED, primer LED paralelo que se dispone en una rama de circuito paralela a la rama de circuito del primer LED. La primera fuente de corriente controlable puede utilizarse para accionar ambos LED, pero en una alternativa se proporciona una segunda fuente de corriente controlable en la rama paralela para accionar independientemente el primer LED paralelo. Además, o alternativamente, un segundo sensor de corriente puede conectarse o ser conectable con el primer LED paralelo de manera que puede formarse un trayecto de corriente (cerrado) entre el primer LED paralelo y el segundo sensor de corriente, tal como ya se ha descrito en el caso del primer LED y el primer sensor de corriente.

La unidad de control puede tener dos modos para controlar las fuentes de corriente controlables primera y segunda. En un primer modo, el primer LED es accionado para emitir luz y el primer LED paralelo es accionado asimismo para emitir luz (de manera que los LED proporcionan un pulso de luz de tratamiento). En un segundo modo, el primer LED paralelo se acciona para emitir luz, de forma típica a un flujo radiante inferior que el utilizado en el pulso de tratamiento, y el primer LED está conectado con el primer sensor de corriente y una corriente fotoeléctrica es leída por el primer sensor de corriente, de modo que una primera señal indicativa del nivel de exposición a la luz del primer LED puede ser enviada por el primer sensor de corriente a la unidad de control, unidad de control que puede a continuación establecer al menos el flujo radiante del primer LED que debe ser aplicado en el próximo pulso de tratamiento. Aquí, la unidad de control también puede establecer el flujo radiante (el período de pulso se puede fijar) que debe ser aplicado por el primer LED paralelo en el siguiente pulso de tratamiento, ya que el camino óptico entre los dos LED comprende la pigmentación de la piel de la piel ópticamente asignada a ambos LED.

En algunas realizaciones, el dispositivo para el tratamiento de la piel comprende al menos una primera línea conectada en serie de LED, línea que comprende el primer LED y al menos un segundo LED. Además, se puede disponer al menos un primer LED paralelo en una rama de circuito paralela a la rama de circuito que comprende la primera línea de LED conectados en serie o al menos una segunda línea de LED conectados en serie, que comprende el primer LED paralelo, puede estar dispuesta en dicha rama de circuito paralela. Generalmente, puede disponerse una pluralidad de más de dos ramas de circuito paralelas, comprendiendo cada una al menos un LED, donde en cada una de las ramas puede haber presente una número diferente de LED, pero, alternativamente, cada rama de circuito paralela puede comprender el mismo número de LED, de modo que cada circuito puede estar caracterizado como una disposición de matriz M por N de LED, donde M es el número de ramas de circuito paralelas y N es el número de LED conectados en serie en cada una de dichas ramas de circuito paralelas.

En realizaciones con al menos una primera línea conectada en serie de LED, cada uno de los LED de la primera línea conectada en serie de LED puede tener un interruptor de cortocircuito dispuesto en paralelo al LED respectivo, de manera que en un modo de lectura, la corriente fotoeléctrica de LED seleccionados puede ser cortocircuitada, especialmente de modo que sucesivamente solo un LED de los LED de la primera línea de LED conectados en serie no sea cortocircuitada y su corriente fotoeléctrica pueda ser entonces medida por un primer sensor de corriente respectivo dispuesto en un trayecto de corriente cerrado con la primera línea de LED conectados en serie de LED (lo que se denomina multiplexación de los LED conectados en serie). Los interruptores de cortocircuito son, en particular, controlables por la unidad de control.

Generalmente, el primer LED (o una pluralidad o todos los LED) del dispositivo para el tratamiento de la piel utilizado en la emisión del al menos un pulso de luz de tratamiento y/o medición de corrientes fotoeléctricas y/o utilizado para fines de indicación puede estar realizado como una matriz de LED que puede especialmente estar montada sobre un soporte, tal como una PCB, especialmente el soporte puede ser un soporte cerámico y, especialmente, el soporte puede ser un soporte conductor del calor (p. ej., un soporte de metal con recubrimiento cerámico).

En algunas realizaciones, el dispositivo para el tratamiento de la piel comprende una unidad concentradora de luz que está dispuesta de manera que la luz emitida por el primer LED es esencialmente concentrada a través de un área de entrada en la unidad concentradora de luz hacia un área de salida de la unidad concentradora de luz. De

forma adicional o alternativa, la unidad concentradora de luz está dispuesta para concentrar luz que entra a través del área de salida (p. ej., la luz que sale de la piel) a través del área de entrada sobre el primer LED. Sin pretender imponer ninguna teoría, dicha unidad concentradora de luz puede concentrar hasta aproximadamente 80 % de la luz emitida por el primer LED hacia el área de salida.

En algunas realizaciones, un dispositivo para el tratamiento de la piel comprende una ventana de paso de luz y una lente montada en o cerca de la ventana de paso de luz de manera que la luz que entra por la ventana de paso de luz en la ubicación de la lente es esencialmente concentrada sobre el primer LED. En el caso de una pluralidad de LED, puede usarse una matriz de lentes, donde cada lente de la matriz de lentes es asignada únicamente a uno de los LED.

A continuación, se describen varias realizaciones ilustrativas según la presente descripción.

Ejemplo 1: LED único usado para emisión de luz y detección de luz

En un primer ejemplo mostrado en las Figs. 1A y 1B, se muestra esquemáticamente un circuito electrónico 40 de un dispositivo para el tratamiento de la piel como el propuesto que comprende un primer LED 50, una unidad 51 de control, una primera fuente 53 de corriente controlable y un primer sensor 54 de corriente. También hay presente un primer interruptor de conexión 55 acoplado con la unidad 51 de control, pero este primer interruptor 55 de conexión para formar un trayecto de corriente cerrado entre el primer LED 50 y el primer sensor 54 de corriente es opcional y puede ser desechado si el primer sensor de corriente tiene, p. ej., una elevada resistencia óhmica. La Fig. 1A muestra un estado del circuito electrónico 40 en el que el primer LED 50 se utiliza como emisor de luz y la Fig. 1B muestra un estado del circuito electrónico 40 en el que el primer LED 50 se utiliza como detector de luz. En la Fig. 1A, la primera fuente 53 de corriente controlable es llevada por la unidad 51 de control a un primer estado en el que proporciona una corriente directa I_f que fluye a través del primer LED 50. La primera fuente 53 de corriente controlable puede comprender un interruptor 52 (p. ej., realizado por un transistor, un FET o un MOSFET) que es controlado de manera que se proporciona la corriente de accionamiento I_f en la Fig. 1A esto se indica mediante un interruptor “cerrado”, lo que significa que un transistor respectivo de la fuente de corriente estaría “conectado”. La primera fuente 53 de corriente puede realizarse como una primera fuente de corriente constante controlable. La corriente I_f es suficiente para el material semiconductor del primer LED 50 de modo que los pares electrón-hueco se pueden recombinar bajo la emisión de luz. El primer sensor 54 de corriente está desconectado en la Fig. 1A de la primera fuente 53 de corriente controlable mediante un interruptor 55 de conexión abierto o, alternativamente, o de forma adicional, el primer sensor 54 de corriente puede estar construido de modo que no origine un cortocircuito de la corriente de la primera fuente 53 de corriente controlable. El primer sensor 54 de corriente está acoplado aquí con la unidad 51 de control.

En el estado mostrado en la Fig. 1B, la unidad 51 de control ha llevado la primera fuente 53 de corriente controlable a su segundo estado en el que no crea ninguna corriente para el primer LED 50. El interruptor 52 se muestra como “abierto”, lo que significa que un respectivo transistor que realiza la conmutación 52 estaría “desconectado”, es decir, no permitiría el flujo de corriente. El primer interruptor 55 de conexión interruptor está cerrado. El primer LED 50 y el primer sensor 54 de corriente forman entonces un trayecto de corriente cerrado. Una vez que la luz de la longitud de onda adecuada para generar pares electrón-hueco incide sobre el material semiconductor del primer LED 50, se genera una corriente inversa I_r que fluye a través del primer sensor 54 de corriente. El primer sensor 54 de corriente se dispone para proporcionar una señal del primer sensor S que es indicativa del nivel de la corriente inversa I_r y, por tanto, representa una medida de la intensidad lumínica expuesta sobre el primer LED 50.

El primer sensor 54 de corriente se puede realizar de cualquier modo adecuado y puede proporcionar como señal del primer sensor S una señal de corriente, una señal de voltaje o una señal digital. El primer sensor 54 de corriente, puede, entre otros, comprender un sensor de efecto Hall, un transformador, o un resistor o la entrada de un amplificador. El primer sensor 54 de corriente puede en particular estar dispuesto como una unidad de conversión de corriente a voltaje (p. ej., como un amplificador de transimpedancia). La señal del primer sensor S es proporcionada aquí por el primer sensor 54 de corriente a la unidad 51 de control, que puede controlar la primera fuente 53 de corriente en dependencia de la señal del primer sensor S de modo que se controle el flujo luminoso proporcionado por el primer LED 50 en un siguiente modo de emisión de luz (en particular para la siguiente emisión de pulso de tratamiento).

Ejemplo 2: Dos LED dispuestos paralelos entre sí

En una segunda realización ilustrativa como se muestra en las Figs. 2A y 2B, se muestra un circuito electrónico 41 que comprende una pluralidad de LED 100 que abarcan un primer LED 101 y un primer LED paralelo 102 ambos accionados por una primera fuente 300 de corriente controlable (por razones de sencillez, no se muestra ningún interruptor adicional para visualizar el estado de la primera fuente de corriente controlable). El primer LED 101 puede conectarse a y se puede separar de la primera fuente 300 de corriente controlable a través de un primer interruptor 401 controlable de separación y el primer LED paralelo 102 puede conectarse a y se puede separar de la primera fuente 300 de corriente mediante un segundo interruptor 402 controlable de separación. Los interruptores 401, 402 controlables de separación primero y segundo están conectados con una unidad 61 de control para una abertura y cierre controlados de los interruptores 401, 402 controlables de separación primero y segundo. Cada uno de los LED 101, 102 tiene un resistor 701, 702 de protección, respectivamente, para proteger frente a un exceso de corriente atraída por un LED. El uso de resistores de protección puede no ser necesario en caso de que se utilicen fuentes de corriente controlables separadas. En la Fig. 2A,

los interruptores 401 y 402 controlables de separación primero y segundo están cerrados y una corriente I_1 fluye a través del primer LED 101 y una corriente I_2 fluye a través del primer LED paralelo 102. El rango de voltaje aplicado de las fuentes de corriente se selecciona de modo que sea lo suficientemente alto para que el voltaje sobre los LED 101, 102 haga que los LED emitan luz, donde la intensidad lumínica emitida depende de la altura de la corriente que fluye a través del LED respectivo. El primer LED 101 y el primer LED paralelo 102 se usan en la Fig. 2A como emisores de luz. Los LED 101 y 102 pueden estar dispuestos para emitir en el rango de longitud de onda del infrarrojo (IR), p. ej., a 850 nm (el voltaje de polarización mínima para generar emisión de luz es entonces aproximadamente de 1,5 V). La radiación emitida puede utilizarse para tratar la piel de un usuario, p. ej., para el tratamiento del acné, reducción de arrugas o retirada de vello. Un primer sensor 500 de corriente que puede realizarse como una unidad de conversión de corriente a voltaje puede conectarse con el primer LED 101 para formar un trayecto de corriente cerrado cuando el primer LED se utiliza como fotodetector (Fig. 2B), comparable a la Fig. 1B. De nuevo, el primer interruptor 505 de conexión opcional se muestra en un estado abierto. Como se muestra en la Fig. 2A, la unidad 61 de control controla el circuito electrónico 41 de manera que cada uno de los LED 101 y 102 se utiliza como emisor de luz.

La Fig. 2B muestra un estado del circuito electrónico 41 en el que la unidad 61 de control ha abierto el primer interruptor 401 de separación controlable de manera que una corriente proporcionada desde la fuente 300 de corriente no puede fluir a través del primer LED 101. El primer LED 101 queda así deshabilitado como emisor de luz. Como ya se ha explicado, el primer LED 101 - como dispositivo semiconductor - es generalmente sensible a la luz ambiente, puesto que la luz ambiente puede generar pares electrón-hueco en el semiconductor (si la luz tiene la energía o la longitud de onda adecuada). Una pequeña corriente I_3 fluye a continuación en dirección inversa a través del primer LED 101 cuando la luz ambiente incide sobre el primer LED 101 (es decir, sobre la matriz semiconductor del LED). La corriente I_3 es esencialmente linealmente dependiente de la intensidad lumínica. El primer LED 101 puede utilizarse entonces como detector de luz en el estado mostrado en la Fig. 2B. El primer sensor 500 de corriente se puede utilizar para generar una señal del primer sensor S1 que es indicativa de la altura de la corriente I_3 , y la señal del primer sensor S1 puede utilizarse entonces para su análisis posterior, p. ej., la señal del primer sensor S1 se puede transmitir a la unidad 61 de control. La señal del primer sensor S1 se puede transmitir en particular a un analog-to-digital converter convertidor analógico-digital - ADC) de manera que el valor digital puede utilizarse en el posterior procesamiento de la señal del primer sensor S1. Como la corriente inversa I_3 que fluye en el modo de detección de luz es relativamente pequeña, en particular se puede utilizar un amplificador de transimpedancia como primer sensor 500 de corriente. El primer LED paralelo 102 en este modo se utiliza todavía como emisor de luz (el flujo radiante del primer LED paralelo se puede fijar a un valor bajo adecuado solamente para fines de iluminación, pero no para fines de tratamiento de la piel).

Con respecto al primer LED, se entiende que la primera fuente 300 de corriente controlable (ver en combinación con el primer interruptor 401 de separación controlable) está en un primer estado en la Fig. 2A, donde se proporciona una corriente de accionamiento en el primer LED, y en un segundo estado en la Fig. 2B, donde no se suministra corriente al primer LED.

La Fig. 3 es una representación esquemática de una sección 11 de cabezal ilustrativa de un dispositivo para el tratamiento de la piel. La sección 11 de cabezal comprende un primer LED 101A y un primer LED paralelo 102A, p. ej., los LED 101 y 102 descritos con referencia a las Figs. 2A y 2B. La sección 11 de cabezal comprende además una unidad 800 concentradora de luz (puede llamarse también guía de luz) para guiar la luz emitida por los LED 101A, 102A a una superficie 1000 de la piel (aquí, la sección 11 de cabezal se muestra en contacto directo con la piel 1000, que es el estado de funcionamiento natural del dispositivo para el tratamiento de la piel, aunque el dispositivo para el tratamiento de la piel también puede funcionar a una distancia predeterminada; el dispositivo para el tratamiento de la piel puede inhibir al menos la emisión de luz de tratamiento si la sección 11 de cabezal no está en contacto con la piel). La unidad 800 concentradora de luz también es adecuada para guiar la luz emitida desde la superficie de la piel a los LED 101A y 102A. La unidad 800 concentradora de luz comprende dos secciones 801 y 802 de lente, que están cada una asociadas con uno de los LED 101A y 102A, respectivamente. La sección 11 de cabeza además comprende un armazón 920 y una ventana 910 de paso de luz, p. ej., realizada mediante una ventana de vidrio de zafiro (sintético) transparente. Aquí se indica que un sensor 931 de contacto con la piel se puede disponer en el armazón 920 (el sensor 931 de contacto con la piel puede comprender un único elemento sensor o puede comprender una pluralidad de elementos sensores). Como se ha indicado anteriormente, el dispositivo para el tratamiento de la piel puede inhibir la emisión de luz si no se detecta contacto con la piel o si la distancia a la piel no es inferior a una determinada distancia umbral predeterminada. El sensor 931 de contacto con la piel puede estar realizado como un sensor capacitivo, como sensor de reflejo óptico, o como conmutador mecánico que es activado cuando el sensor 931 de contacto con la piel se presiona sobre la piel.

Cada una de las secciones 801 y 802 de lente tiene superficies 801A, 801B y 802A, 802B de entrada de luz superior e inferior respectivas. Las superficies 801A y 802B de entrada de luz superiores están dispuestas cerca de los dos LED 101 y 102, respectivamente, de modo que la luz emitida por los dos LED 101A y 102A se recoge por estas superficies 801A, 802A de entrada de luz. La luz emitida por el segundo LED 102 es recogida por la superficie 802A de entrada de luz y se suministra (es decir, se concentra) a través de la superficie 802B de entrada de luz (que va a parar a continuación a una superficie de salida de luz) sobre un área de la piel A2 como se indica en la Fig. 3. En la Fig. 3 se muestran tres posibles trayectos P1, P2 y P3 de luz. El camino óptico P1 es un haz de luz (p. ej., un único fotón) ilustrativo emitido por el segundo LED 102A que se dispersa dentro de la piel de manera que la luz se desplaza hacia

una área contigua de la piel, donde se dispersa de nuevo, de modo que la luz se emite en la superficie de la piel relacionada con un área de la piel A1, donde la luz emitida en el área de la piel A1 se concentra por medio del elemento 801 de lente sobre el primer LED 101A. El camino óptico P2 es un ejemplo de luz emitida por el LED 102A que es guiada por el elemento 802 de lente de la unidad 800 concentradora de luz sobre un área A2 de piel, donde la luz se dispersa en la piel y se desplaza fuera de las áreas A1 y A2 de la piel. Finalmente, el camino óptico P3 muestra la luz emitida por el LED 102A que penetra en la piel, donde es absorbida. Obviamente, existen trayectos de luz arbitrarios y los trayectos P1, P2, P3 de luz mostrados se muestran simplemente para aclarar el concepto general. Es evidente que la luz que alcanzaría el primer LED 101A tiene una alta probabilidad de ser absorbida (como se muestra mediante el camino óptico P3) en la piel si el nivel de pigmentación de la piel es alto. La cantidad de luz que alcanza el primer LED 101A es por lo tanto una medida del nivel de pigmentación de la piel en las áreas A1 y A2 de la piel.

Un nivel de pigmentación de la piel local intenso (p. ej., debido a un tatuaje) que cubre el área A1 o A2 de la piel ocasiona entonces una corriente inversa baja a través del primer LED 101A, pero también podría medirse una corriente baja a través del primer LED paralelo 102A cuando el primer LED paralelo 102A se utilice como detector de luz y el primer LED 101A como emisor de luz. Como consecuencia, la unidad de control apagaría el LED 101A y el LED 102A durante el siguiente período de pulso de tratamiento. Si la fuerte pigmentación de la piel local cubre únicamente una parte del área de la piel asociada con uno de los LED, sin que haya una fuerte pigmentación de la piel en el área de la piel asociada con el otro LED, tanto el LED 101A como el 102A se pueden utilizar en el siguiente período de pulso de tratamiento. Suponiendo que el tamaño de resolución de los LED es de aproximadamente 1 mm^2 , una cobertura parcial de la piel fuertemente pigmentada mediante un pulso de tratamiento (p. ej., que cubre un área de aproximadamente $0,5 \text{ mm}^2$) generalmente no es perjudicial, ya que el calor generado en dicha pequeña área de la piel se puede distribuir rápidamente hacia áreas contiguas de la piel más frías. El pulso de tratamiento quedaría (localmente) reducido o desconectado si el intenso nivel de pigmentación cubre un área mayor, en particular todo el área asociada a uno de los LED 101A o 102A (en algunas realizaciones, esta puede ser un área de piel de aproximadamente 1 mm^2 y superior).

A continuación se explican modos de uso de al menos el primer LED como detector de luz y cómo puede utilizarse para controlar el dispositivo para el tratamiento de la piel.

Como se explica en detalle con referencia a la Fig. 3, se puede utilizar una unidad concentradora de luz para concentrar luz emitida por, p. ej., el primer LED paralelo 102A (LED 102 en las Figs. 2A y 2B) sobre un área de la piel de un usuario (que significa: en funcionamiento, cuando el dispositivo para el tratamiento de la piel se coloca sobre la piel del usuario), donde la luz viajará mediante procesos de dispersión hacia áreas contiguas de la piel. La luz dispersada saldrá finalmente de la piel en estas áreas contiguas de nuevo y puede entonces ser concentrada mediante una lente (que puede formar parte de la unidad concentradora de luz) sobre, p. ej., el LED 101A, que, cuando se controla como se muestra en la Fig. 1B, puede medir a continuación la intensidad lumínica emitida desde el área de la piel respectiva asociada con dicha lente. Por lo tanto, el primer LED 101A se utiliza aquí como un LED de doble propósito.

Dependiendo de la pigmentación general de la piel y dependiendo además de diferencias de pigmentación local de la piel (que podrían ser debidas a manchas de la piel o a tatuajes), la cantidad de luz que llega al LED 101A (o, en otras palabras: la relación del flujo lumínico recibido por el LED 101A y el flujo lumínico emitido por el LED 102A) es una medida del nivel de pigmentación de la piel esencialmente en la ubicación de la medición. La corriente I_3 generada por la luz incidente sobre el LED 102 (Fig. 2B) es por lo tanto indicativa del nivel de pigmentación de la piel y puede usarse para controlar la emisión de luz de la pluralidad de LED 100 en un siguiente pulso de tratamiento que puede ser aplicado después de medir el nivel de pigmentación de la piel. Por lo tanto, un alto nivel de pigmentación de la piel puede dar lugar por lo tanto a una reducción controlada del flujo lumínico emitido para evitar quemaduras de la piel debido a una absorción de luz muy intensa. La unidad 61 de control puede por lo tanto activar en primer lugar la pluralidad de LED 100 como se muestra en la Fig. 2B con el fin de medir el nivel de pigmentación de la piel, puede a continuación determinar una intensidad lumínica que debe ser emitida en un pulso de tratamiento (lo que significa: determinación del nivel de corriente proporcionado en los LED 101 y 102), y puede a continuación controlar la pluralidad de LED 100 como se muestra en la Fig. 2A para aplicar el pulso de tratamiento proporcionando corrientes de I_1 y I_2 adaptadas al nivel de pigmentación de la piel medido. El flujo lumínico emitido por el LED 102 utilizado para la determinación del nivel de pigmentación de la piel como se muestra en la Fig. 2B puede en particular ser inferior a un flujo lumínico de tratamiento típico. La emisión de luz de tratamiento por la pluralidad de LED 100 puede incluso desactivarse si el nivel de pigmentación de la piel medido es demasiado elevado para un tratamiento exento de riesgos (que puede ser el caso de la piel con una pigmentación natural o artificial intensa).

En algunas realizaciones, también hay presente una unidad de conversión de corriente a voltaje para el LED 102, de modo que también el LED 102 se puede utilizar como LED de doble propósito.

Ejemplo 3: Dos LED dispuestos en serie

Las Figs. 4A y B muestran un circuito electrónico ilustrativo con una primera línea de LED 100B conectados en serie, que comprende un primer LED 101B y un segundo LED 102B que están dispuestos en serie. En este ejemplo, la primera línea de LED 100B conectados en serie está conectada con una primera fuente 600B de corriente controlable, que proporciona una corriente I_4 cuando está habilitada (es decir, está en el primer estado). Una unidad 61B de control está conectada de modo controlable con un primer y un segundo interruptor de 411B, 412B cortocircuito controlable. El primer interruptor 411B de cortocircuito controlable se conecta en paralelo solo

con el primer LED 101B y el segundo interruptor 412B de cortocircuito controlable se conecta en paralelo solo con el segundo interruptor 412B de cortocircuito controlable. Además, un primer sensor 500B de corriente que puede realizarse como una unidad de conversión de corriente a voltaje se dispone de modo que puede conectarse con la primera línea de serie LED 100B conectados en serie para formar un trayecto de corriente cerrado - hay presente un interruptor 505B de conexión controlable. En la Fig. 4ª se muestra que el primer LED 101B y el segundo LED 102B se utilizan como emisores de luz; se suministra corriente desde la primera fuente 600B de corriente controlable que está en su primer estado. El primer y el segundo interruptor 411B y 412B de cortocircuito controlable están abiertos. Una corriente constante I_4 está fluyendo a través de los LED 101B y 102B y el voltaje disponible V_+ es suficiente para que los LED 101B y 102B emitan luz.

Generalmente, los hilos conductores que conectan los LED en el trayecto de circuito en el que fluye la corriente (constante) se disponen para dar cabida a corrientes intensas, tales como de 1 Amperio (A), en particular de hasta aproximadamente 4A. Los hilos conductores que conectan los LED con los interruptores de cortocircuito controlables en el trayecto de circuito en el que fluye la corriente inversa en cortocircuito o los hilos conductores que conectan el primer sensor de corriente con la primera línea de los LED 100B conectados en serie solo deben dar cabida a una corriente inversa relativamente pequeña que de forma típica es inferior a 10 mA. Por tanto, el sistema de circuitos adicional relacionado con el modo de detección de luz puede realizarse de modo que sea relativamente pequeño y se puede realizar en una pequeña matriz colocada justo debajo del LED respectivo, p. ej., los LED pueden realizarse como matrices de LED ubicadas sobre un vehículo (de cerámica o recubierto con cerámica) y el sistema de circuitos puede realizarse como líneas pequeñas (p. ej., de una anchura inferior a 50 μm) sobre el soporte (o dentro de un soporte de capas múltiples). Esto es generalmente válido para todos los ejemplos descritos en la presente memoria.

En la Fig. 4B se muestra el mismo circuito electrónico 42 que en la Fig. 4A, pero en este caso la primera fuente 600B de corriente controlable ha sido llevada a su segundo estado por la unidad 61B de control y por lo tanto la primera fuente 600B de corriente controlable no proporciona corriente. El primer LED 101B se utiliza como detector de luz. En el estado del circuito mostrado en la Fig. 4B, la corriente inversa I_5 generada por el primer LED 101B es leída por el primer sensor 500B de corriente y una señal del primer sensor S_B es indicativa de la altura de la corriente inversa I_5 que fluye a través del primer LED 101B a causa la luz incidente sobre el primer LED 101B generada por el primer sensor 500B de corriente. La corriente inversa I_6 generada por el segundo LED 102B cuando la luz incidente sobre el segundo LED 102B es cortocircuitada por el segundo interruptor 412B de cortocircuito controlable y, por tanto, no fluye a través del primer sensor 500B de corriente. La situación mostrada en la Fig. 4B puede durar un período de tiempo determinado que es necesario para generar la señal del primer sensor S_B . En una etapa siguiente, la unidad 61B de control puede cerrar el primer interruptor 411B de cortocircuito controlable y abrir el segundo interruptor 412B de cortocircuito controlable de modo que durante otro período de tiempo una señal de sensor representativa de la cantidad de luz incidente sobre el segundo LED 102B puede ser determinada por el primer sensor 500B de corriente. Mientras la unidad 61B de control mantiene los LED 101B y 102B en modo de detección de luz, puede utilizarse una fuente de luz aparte (no mostrada) para iluminar la piel.

Es general y válido para todas las realizaciones no accionar necesariamente los LED 101B y 102B con un voltaje inverso, pero en algunas realizaciones se aplica un voltaje inverso a los LED 101B y 102B, y el voltaje inverso tiende a reducir corrientes de oscuridad a través de los LED y a aumentar el nivel de señal a ruido y el espectro de frecuencia de la señal de sensor determinada.

Ejemplo 4: Dos líneas conectadas en serie de LED dispuestos en ramificaciones de circuito paralelas entre sí

La Fig. 5 muestra otro ejemplo que comprende una primera línea conectada en serie de LED 801C y una segunda línea conectada en serie de LED 802C. Cada una de las líneas de LED conectados en serie comprende dos LED, de manera que la disposición puede ser descrita como una disposición de LED en matriz de 2 por 2. En la primera línea de LED 801C conectados en serie, un primer LED 101C y un segundo LED 102C están dispuestos en serie y en la segunda línea de LED 802C conectados en serie, un primer LED paralelo 103C y un segundo LED paralelo 104C están dispuestos en serie. La primera y la segunda líneas de LED 8001C y 802C conectados en serie están conectadas a una primera y una segunda fuente 601C y 602C de corriente controlable, respectivamente. Además, cada línea de LED conectado en serie 801C y 802C comprende interruptores 411C, 412C y 413C, 414C de cortocircuito controlables conectado cada uno en paralelo a uno de los LED como se ha descrito con referencia a las Figs. 4A y 4B. Los interruptores 411C, 412C, 413C, 414C de cortocircuito controlables están todos conectados con una unidad 61C de control. Un primer sensor 501C de corriente se conecta con la primera línea conectada en serie de LED 801C a través de un primer interruptor 505C de conexión controlable para formar un trayecto de corriente y un segundo sensor 502C de corriente se puede conectar con la segunda línea conectada en serie de LED 801C a través de un segundo interruptor 506C de conexión controlable. Por lo tanto, cada una de las líneas de LED 801C y 802C conectados en serie es esencialmente una copia de la disposición mostrada en las Figs. 4A y 4B. La pluralidad de LED dispuestos en la matriz 2 por 2 pueden estar físicamente dispuestos también en una matriz regular 2 por 2, aunque no es un requisito y realmente los LED pueden estar físicamente dispuestos de modo totalmente diferente de una disposición de matriz (p. ej., al azar).

Los dos modos siguientes pueden ser controlados por la unidad 61C de control:

a) Modo de tratamiento: las fuentes de corriente controlables primera y segunda están cada una en su primer estado (es decir, proporcionan una corriente para accionar los respectivos LED en sus líneas asignadas de LED) y los interruptores 411C – 414C de cortocircuito controlables están todos abiertos. Una corriente es suministrada por las fuentes 601C y 602C de corriente controlables y los LED 101C – 104C emiten luz a un flujo radiante suficiente para el tratamiento previsto.

b) Modo de detección de luz: una de las fuentes 601C o 602C de corriente controlable primera o segunda está deshabilitada (es decir, está en su segundo estado y no proporciona corriente) - entonces la otra fuente de corriente controlable está habilitada (es decir, en su primer estado y proporciona corriente). Una corriente constante relativamente pequeña puede ser proporcionada por la fuente de corriente controlable habilitada de manera que los LED de la línea respectiva de LED conectados en serie accionados por la fuente de corriente controlable habilitada emiten luz a un flujo radiante suficiente para la detección de luz por los LED de la otra línea respectiva de LED conectados de serie. La unidad 61 C de control cierra uno de los interruptores de cortocircuito controlables de los LED relacionado con la fuente de corriente controlable deshabilitada y mantiene la otra abierta, de modo que la corriente inversa que fluye a través de los respectivos LED con el interruptor de cortocircuito controlable abierto puede ser determinada por el sensor de corriente respectivo (mientras la corriente inversa que fluye a través del otro LED está en cortocircuito tal como se ha descrito anteriormente con respecto al Ejemplo 3). Para recibir la luz dispersada de intensidad suficiente para una medición fiable, los LED pueden disponerse físicamente uno cerca del otro. La unidad 61C de control puede abrir entonces el interruptor de cortocircuito controlable cerrado y cerrar el otro interruptor de cortocircuito de la misma línea de LED para tener una muestra de la corriente inversa del otro LED. La unidad 61C de control puede entonces habilitar la fuente de corriente hasta entonces deshabilitada y deshabilitar la fuente de corriente hasta entonces habilitada para realizar la lectura sucesiva de las corrientes inversas desde la otra línea de LED conectados en series, mientras la línea accionada de LED conectados en serie emite luz.

Ejemplo 5: Disposición de LED conectados en serie M por N

La Fig. 6 es una representación esquemática de una disposición de matriz 4 por 4 de cuatro líneas de LED 801D - 804D conectados en serie que comprenden cada una cuatro LED conectados en serie. Esto se comprenderá como un ejemplo de una disposición de M por N, es decir, una disposición con M líneas de LED conectados en serie, donde cada línea tiene N LED conectados en serie. Otros ejemplos son, p. ej., una disposición de matriz 10 por 10 o una disposición de matriz 16 por 5, pero generalmente los LED pueden estar dispuestos en una matriz que tiene un tamaño arbitrario. Se hace referencia a la Fig. 5, y se entenderá que aquí también están presentes los interruptores de cortocircuito controlables conectados en paralelo con cada LED y un sensor de corriente para cada una de las líneas 801D - 804D. Como se explicó anteriormente para el Ejemplo 4, una unidad 61D de control puede controlar los interruptores controlables para realizar la lectura sucesiva de los LED de las líneas, mientras que las otras líneas se utilizan para emitir luz. Alternativamente, la unidad 61D de control puede disponerse para realizar la lectura sucesiva de los LED de cada dos líneas en paralelo (que es posible puesto que cada línea tiene su propio sensor de corriente) y después pasar a la lectura de las otras líneas respectivas en paralelo. Se puede realizar la lectura de una matriz de 10 por 10 con un período de tiempo inferior a 1 ms (se puede realizar la lectura de un solo LED dentro de un período de tiempo de 1 μ s). Si la medición del nivel de pigmentación de la piel se realiza poco antes de la emisión de un pulso de luz de tratamiento (p. ej., 1 ms antes), los LED individuales de la matriz M por N se pueden controlar para la emisión de luz con un flujo de radiación adaptado a los niveles de pigmentación de la piel con resolución espacial medidos, donde en particular LED individuales pueden ser desconectados completamente si se determinase un pico en el nivel de pigmentación de la piel local (p. ej., una mancha de la piel o un tatuaje).

Unidades concentradoras de luz

Las Figs. 7A y 7B muestran dos realizaciones ilustrativas de unidades 800A y 800B concentradoras de luz para una disposición 4 por 4 de LED (físicamente dispuestos sobre un diseño cuadrangular regular que tiene las mismas dimensiones que la unidad concentradora de luz). La Fig. 7 muestra una realización donde cada LED puede estar asociado con una lente de Fresnel, lo que permite una determinada construcción delgada. La Fig. 7 B muestra un diseño de una unidad 800B concentradora de luz con lentes regulares. Obviamente, si los LED se disponen en un diseño diferente, las lentes de la unidad concentradora de luz pueden asemejarse simplemente al mismo patrón (p. ej., un patrón hexagonal o aleatorio).

Dispositivo para el tratamiento de la piel

La Fig. 8 es una representación esquemática de un dispositivo 1 para el tratamiento de la piel según la presente descripción. El dispositivo 1 para el tratamiento de la piel tiene un alojamiento 2 en el que puede haber alojada una batería recargable así como un sistema de circuitos de control y accionamiento para una pluralidad de LED. En un extremo del alojamiento 2, se dispone una sección 3 de cabezal, tiene una ventana 4 de salida a través de la cual se pueden emitir pulsos de luz para el tratamiento de la piel. La pluralidad de LED pueden estar dispuestos detrás de la ventana 4 de salida. En el alojamiento 2 se dispone un elemento 5 de control (p. ej., un interruptor ON/OFF). El dispositivo 1 para el tratamiento de la piel comprende un circuito electrónico como se describe en la presente descripción.

Las dimensiones y valores descritos en la presente memoria no deben entenderse como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos indicados. Sino que, salvo que se indique lo contrario, debe considerarse que cada dimensión significa tanto el valor indicado como un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor. Por ejemplo, dimensión descrita como “40 mm” debe entenderse como “aproximadamente 40 mm”.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) para el tratamiento de la piel dispuesto para su colocación sobre la piel de un usuario y que comprende:
 - al menos un primer LED (50);
 - al menos una primera fuente (53) de corriente controlable para accionar el primer LED (50);
 - una unidad (51) de control para la conmutación controlada de al menos la primera fuente (53) de corriente controlable entre un primer estado en el que la corriente se proporciona al primer LED (50) y un segundo estado en el que no se proporciona corriente al primer LED (50); y
 - al menos un primer sensor (54) de corriente que está conectado o es conectable con el primer LED (50) de manera que el primer sensor (54) de corriente y el primer LED (50) forman un trayecto de corriente al menos en el segundo estado de la primera fuente (53) de corriente controlable, caracterizado por que el primer sensor (54) de corriente se dispone para proporcionar una señal del primer sensor (S) que es indicativa de una corriente inversa generada en el primer LED (50) en respuesta a la exposición a la luz y que fluye a través del trayecto de corriente entre el primer LED (50) y el primer sensor (54) de corriente cuando la primera fuente (53) de corriente controlable de corriente controlable está en el segundo estado.
2. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 1, en donde la primera fuente (53) de corriente controlable es una primera fuente de corriente constante controlable.
3. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la unidad (51) de control está dispuesta para recibir la señal del primer sensor (S) y establecer un flujo radiante que deber ser proporcionado por el primer LED (50) cuando la primera fuente (53) de corriente controlable está en el primer estado en dependencia de la señal del primer sensor (S).
4. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende al menos una primer LED paralelo (102) que está dispuesto en una rama de circuito paralela al primer LED (101) y un segundo sensor (502C) de corriente que está conectado o es conectable con el primer LED paralelo (102) de modo que el segundo sensor de corriente y el primer LED paralelo (102) forman un trayecto de corriente.
5. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 4, que comprende una segunda fuente (602C) de corriente controlable, en particular una segunda fuente de corriente constante controlable, que está dispuesta en la rama de circuito paralela para accionar independientemente el primer LED paralelo (102), y la unidad (61) de control está dispuesta para la conmutación controlada de la segunda fuente (602C) de corriente controlable entre un primer estado en el que la corriente es proporcionada al primer LED paralelo (102) y un segundo estado en el cual no se proporciona esencialmente nada de corriente al primer LED paralelo (102).
6. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 5, en donde la unidad (61) de control tiene un modo donde durante un período de tiempo la primera fuente (300) de corriente controlable está en el primer estado y el primer LED (101) emite luz, mientras que la segunda fuente (602C) de corriente controlable está en el segundo estado y el primer LED paralelo (102) y el segundo sensor (502C) de corriente forman un circuito de corriente cerrado y el segundo sensor (502C) de corriente está dispuesto para proporcionar una señal del segundo sensor (S2) que es indicativa de una corriente inversa generada en el primer LED paralelo (102) en respuesta a la exposición a la luz y donde durante otro período de tiempo la segunda fuente (602C) de corriente controlable está en el primer estado y el primer LED paralelo (102) emite luz, mientras la primera fuente (300) de corriente controlable está en el segundo estado y el primer LED (101) y el primer sensor (500) de corriente forman un circuito de corriente cerrado y el primer sensor (500) de corriente está dispuesto para proporcionar una señal del primer sensor (S1) que es indicativa de una corriente inversa generada en el primer LED paralelo (102) en respuesta a la exposición a la luz.
7. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 1 a 6, que tiene una primera línea de LED (100B) conectados en serie que comprende el primer LED (101B) y al menos un segundo LED (102B) y la primera línea de LED (100B) conectados en serie está conectada con la primera fuente (600B) de corriente controlable, en donde el primer sensor (500B) de corriente está conectado o es conectable con la primera línea de LED (100B) conectados en serie de manera que el primer sensor (500B) de corriente y la primera línea de LED (100B) conectados en serie forman un trayecto de corriente al menos en el segundo estado de la primera fuente (600B) de corriente controlable.
8. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 7, en donde un primer interruptor (411B) de cortocircuito controlable que puede ser controlado por la unidad (61B) de control está conectado en paralelo con el primer LED (101B) y un segundo interruptor (412B) de cortocircuito controlable que puede ser controlado por la unidad (61B) de control está conectado en paralelo con el segundo LED (102B).

9. El dispositivo para el tratamiento de la piel según la reivindicación 8, en donde la unidad (61B) de control tiene un modo en el que la primera fuente (600B) de corriente controlable está en el segundo estado y donde durante un período de tiempo el primer interruptor (411B) de cortocircuito controlable está abierto de manera que una corriente inversa generada en el primer LED (101B) fluye a través del trayecto de corriente al primer sensor (500B) de corriente y el segundo interruptor (412B) de cortocircuito controlable está cerrado de manera que una corriente inversa generada en el al menos segundo LED (102B) está en cortocircuito y donde durante otro período de tiempo el primer interruptor (411B) de cortocircuito controlable está cerrado de manera que una corriente inversa generada en al menos el primer LED (101B) está en cortocircuito y el segundo interruptor (412B) de cortocircuito controlable está abierto de manera que una corriente inversa generada en el segundo LED (102B) fluye a través del trayecto de corriente hacia el primer sensor (500B) de corriente.
10. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende una segunda línea de LED (802C) conectados en serie dispuesta en una ramificación de circuito paralela a la primera línea de LED (801C) conectados en serie.
11. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende M líneas de LED (801D, 802D, 803D, 804D) conectados en serie, donde cada una de las líneas de LED (801D, 802D, 803D, 804D) conectados en serie tiene N LED.
12. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde al menos el primer LED (50) es una matriz de LED que está montada sobre un soporte, en particular un soporte conductor del calor tal como un soporte cerámico conductor de calor.
13. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende, además, una unidad (801) concentradora de luz, estando la unidad (801) concentradora de luz dispuesta de modo que la luz emitida por el primer LED (101A) es guiada esencialmente por la unidad (801A) concentradora de luz desde un área (801A) de entrada a un área (802A) de salida.
14. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende, además, una ventana (4) de paso de luz y una lente (800A; 800B) montada en o cerca de la ventana (4) de paso de luz, y cuya lente (800A; 800B) se dispone de manera que la luz que entra a través de la ventana(4) de paso de luz en la ubicación de la lente (800A; 800B) es esencialmente concentrada sobre el primer LED (101A).
15. El dispositivo para el tratamiento de la piel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde la unidad (51) de control tiene al menos un modo en el que la unidad (51) de control está dispuesta para controlar el primer LED (50) para emitir luz a un flujo radiante inferior a 0,10 W, en particular inferior a 0,05 W, y otro modo en el que la unidad (51) de control está dispuesta para controlar el primer LED (50) para emitir luz a un flujo radiante superior a 0,2 W, en particular superior a 0,4 W.

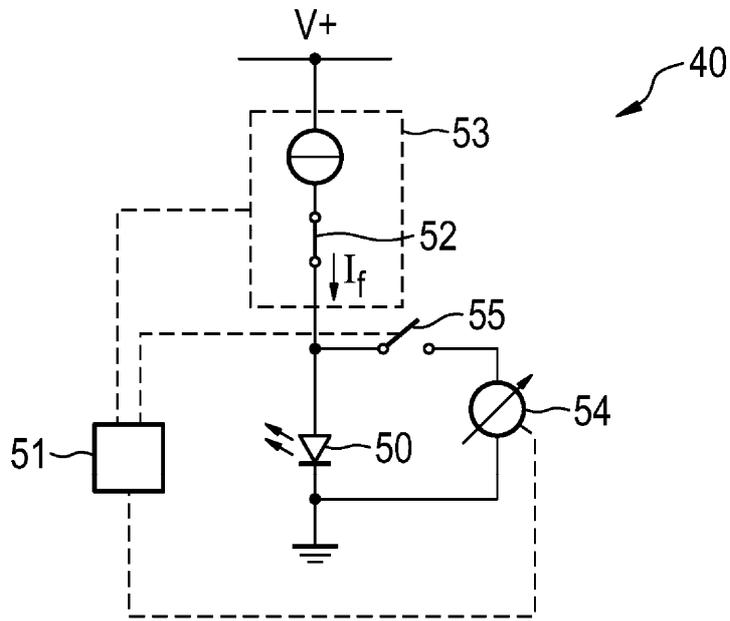


Fig. 1A

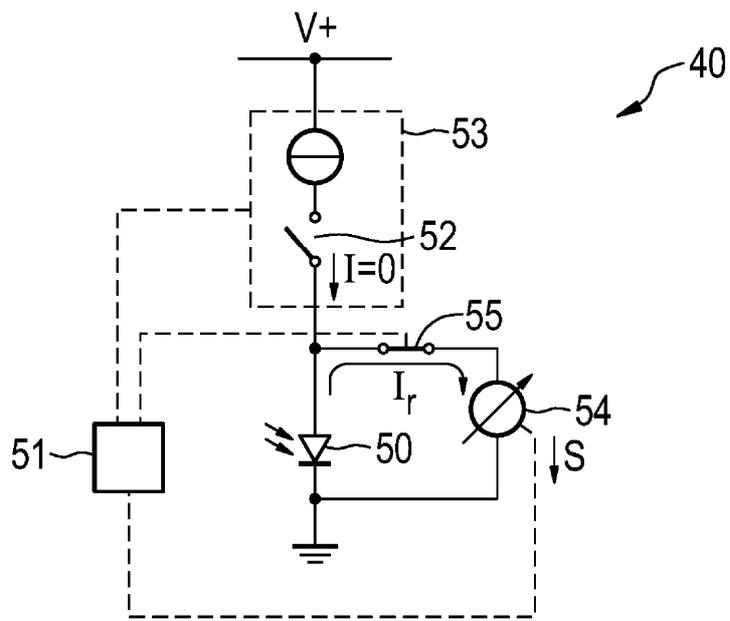


Fig. 1B

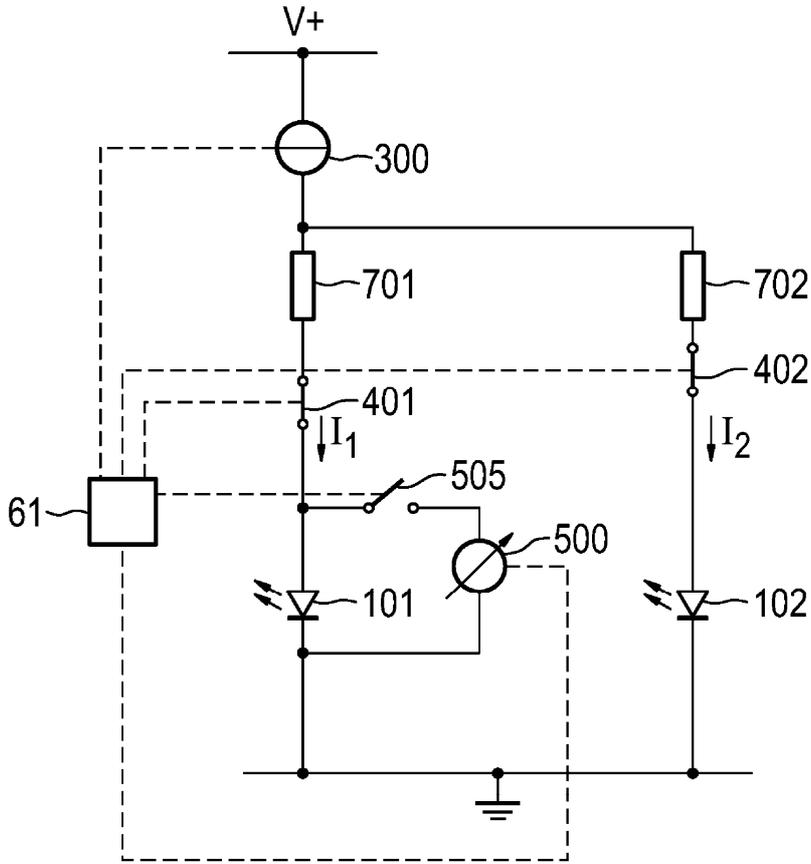


Fig. 2A

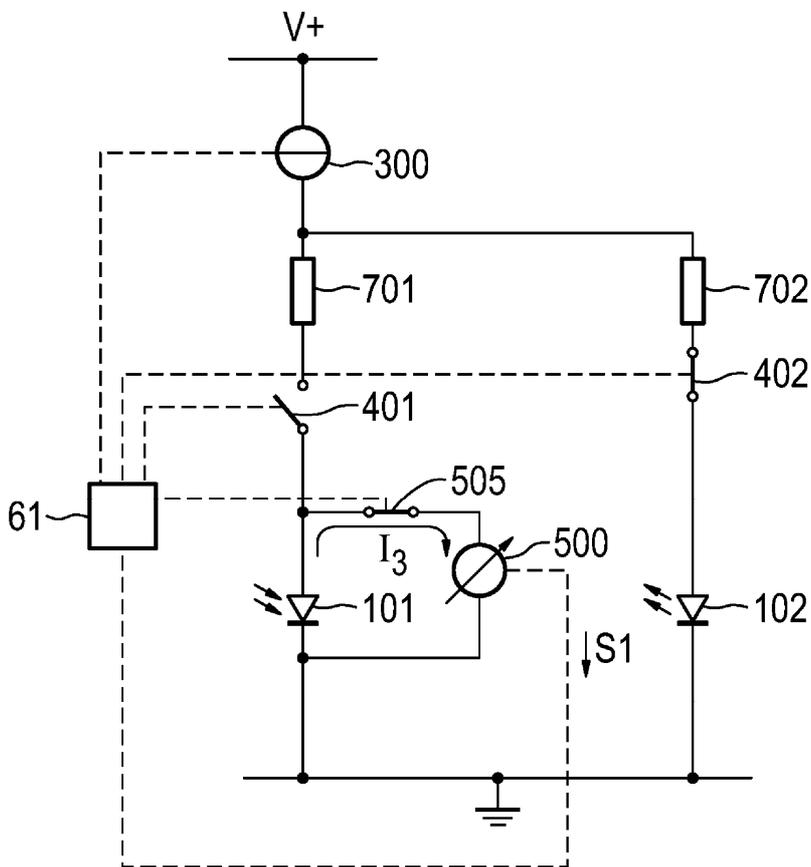


Fig. 2B

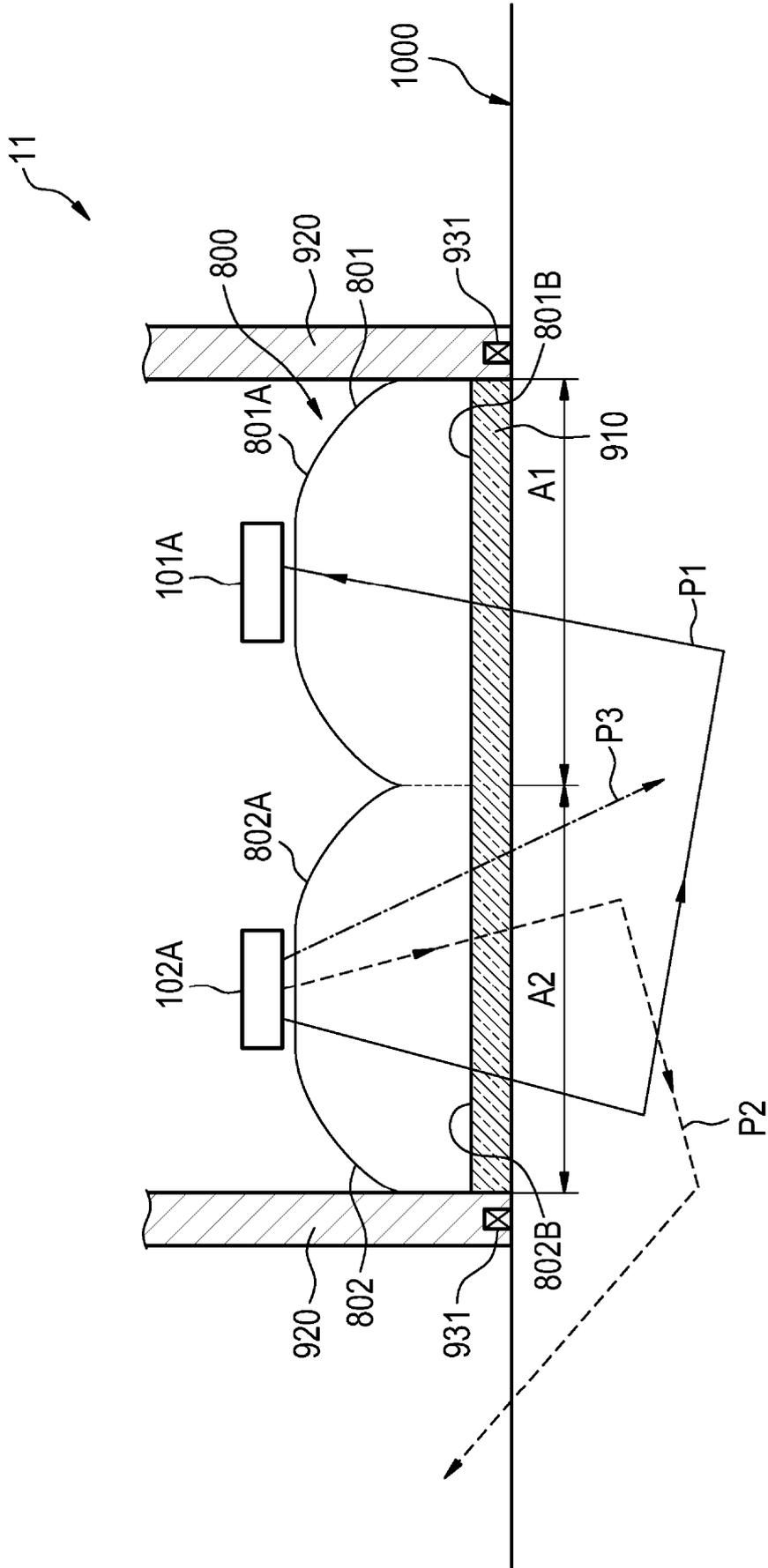


Fig. 3

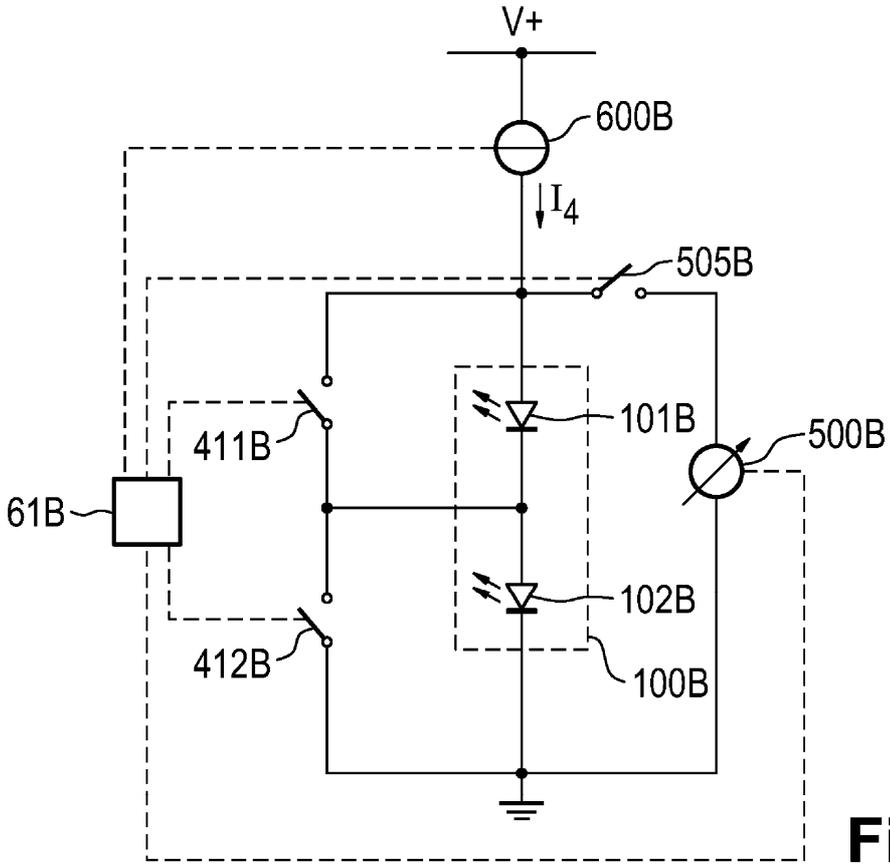


Fig. 4A

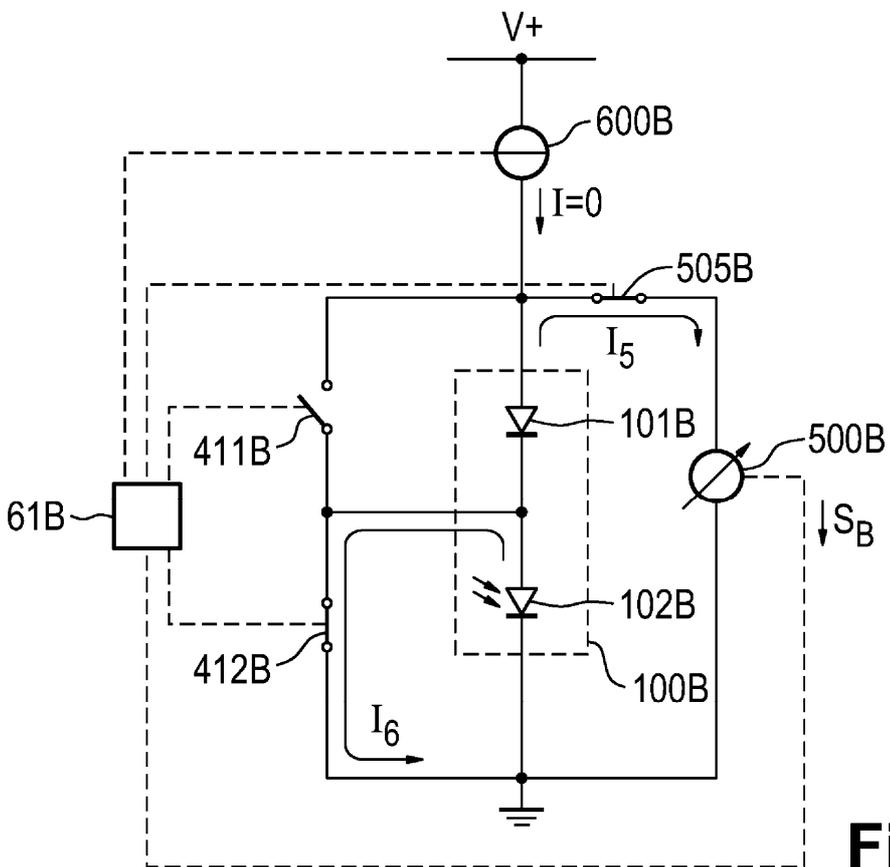


Fig. 4B

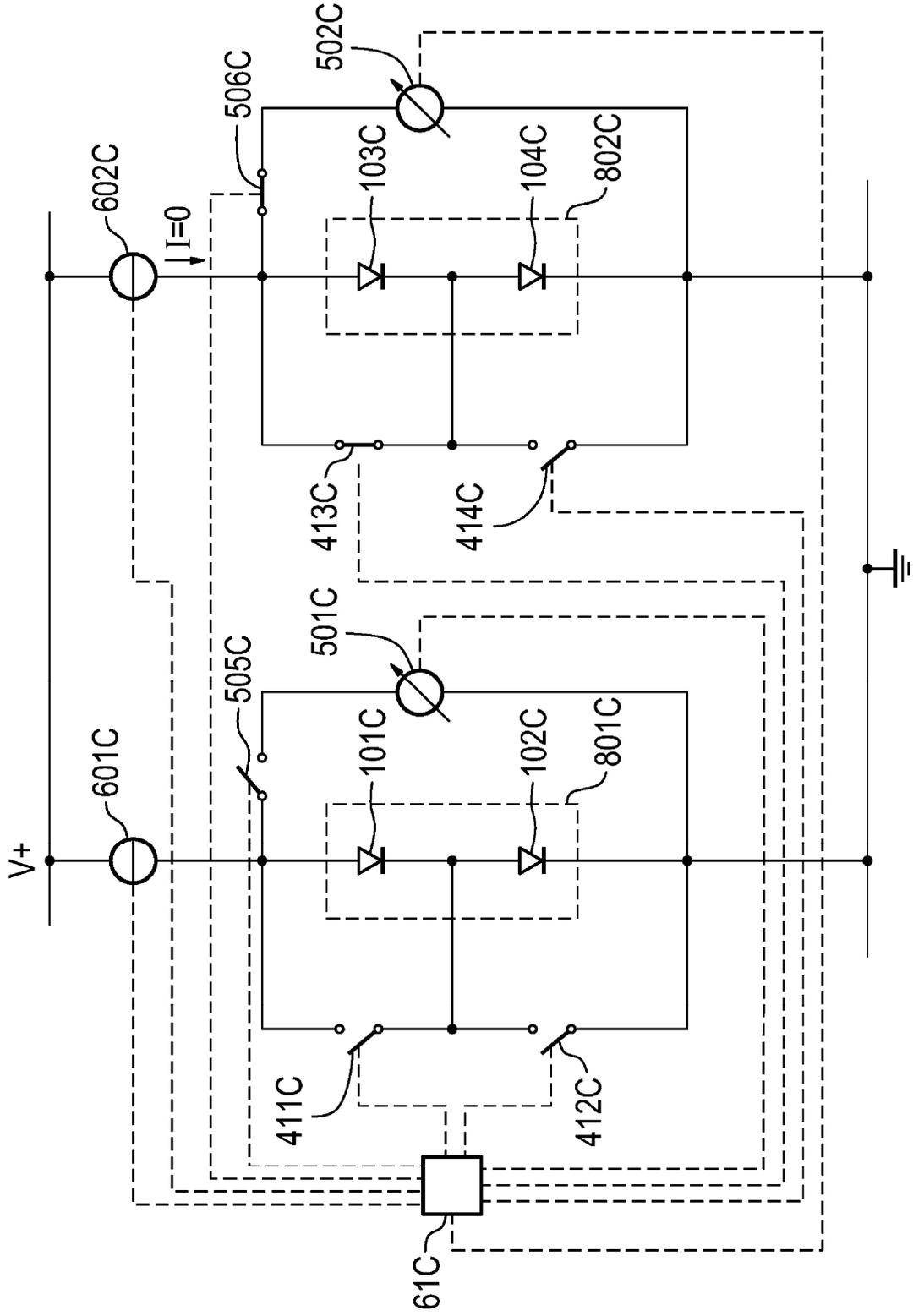


Fig. 5

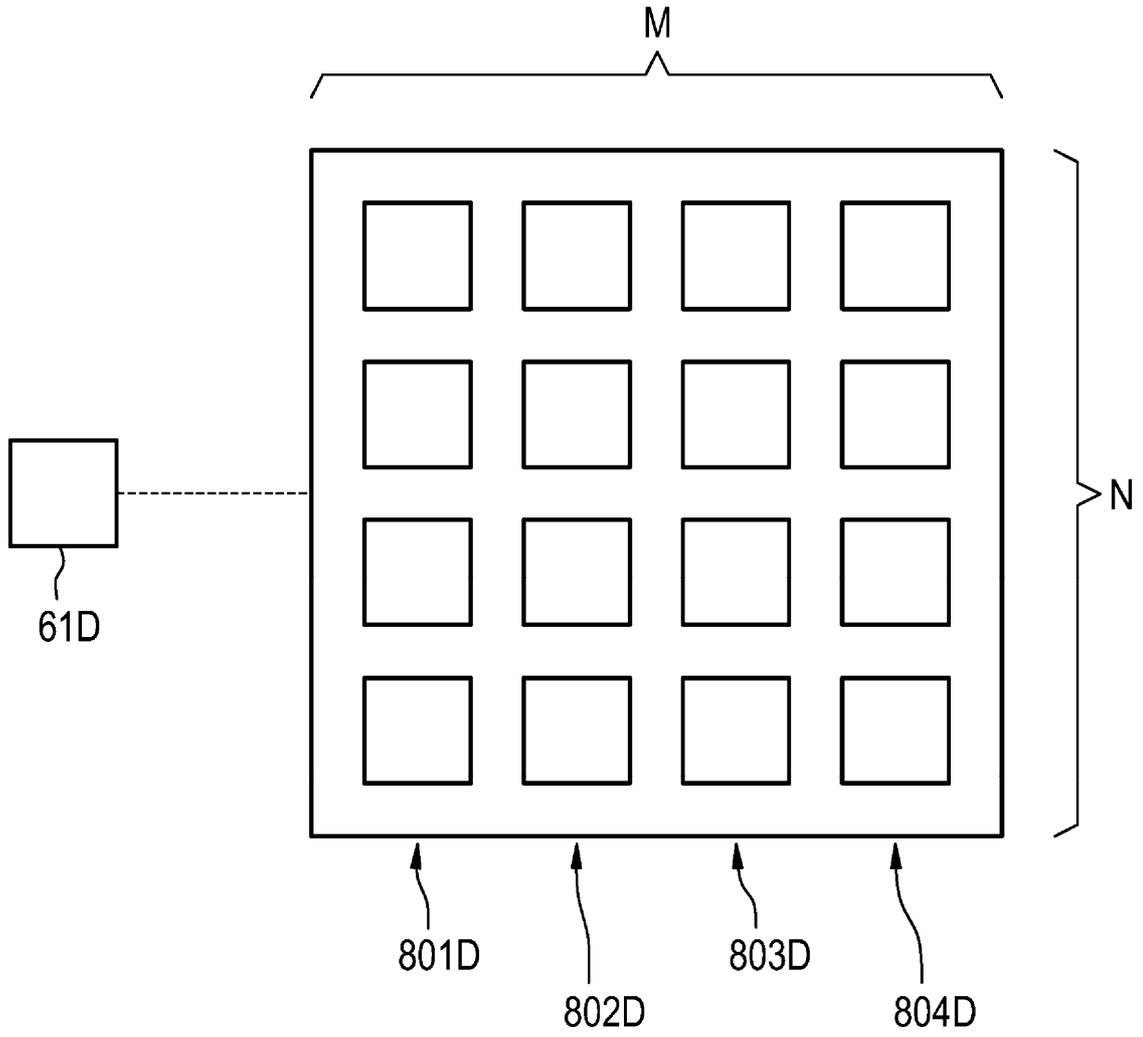
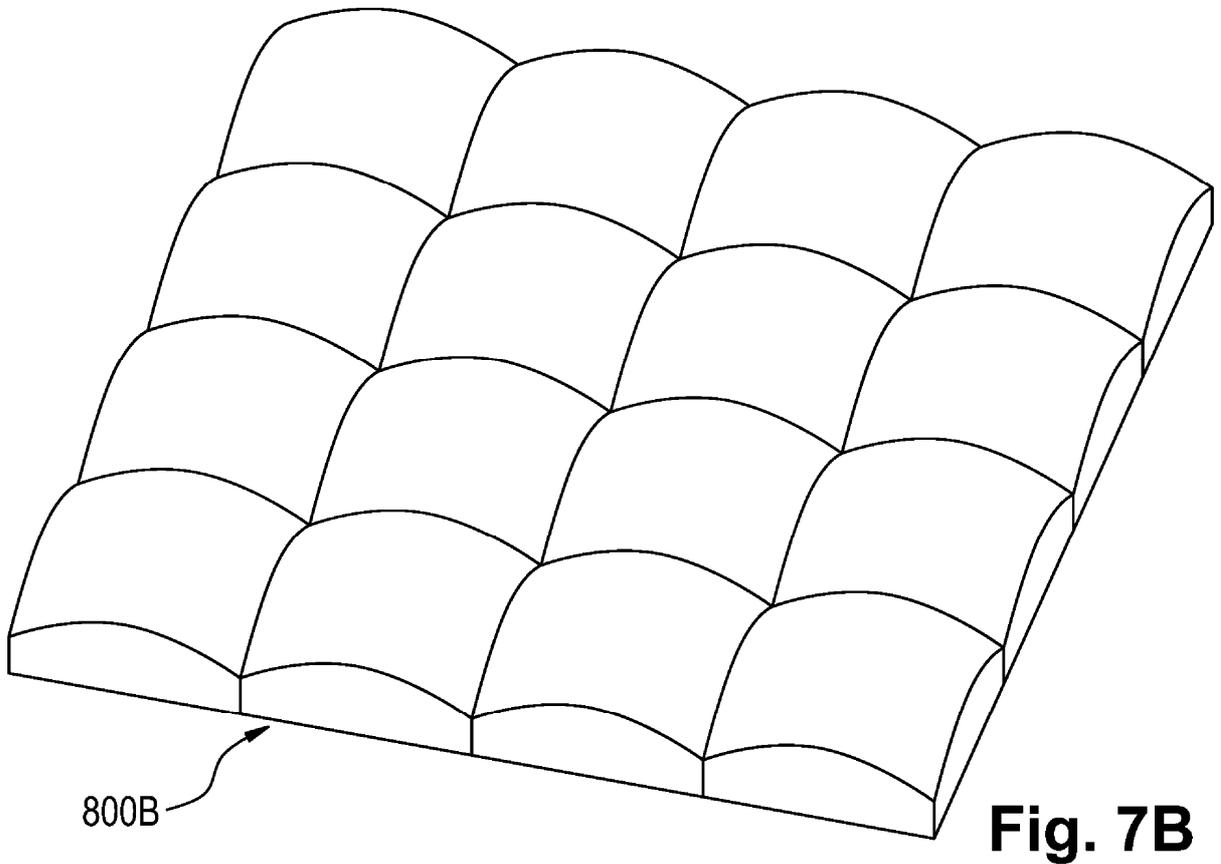
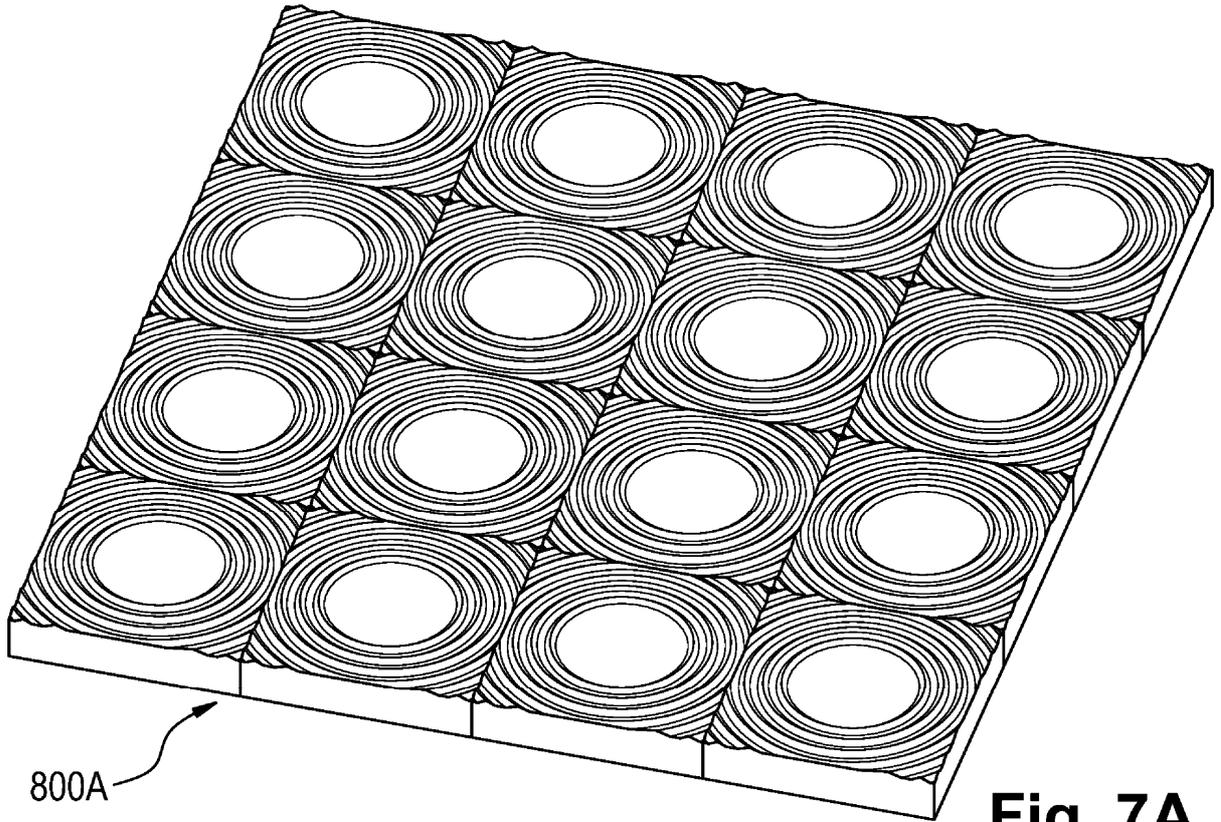


Fig. 6



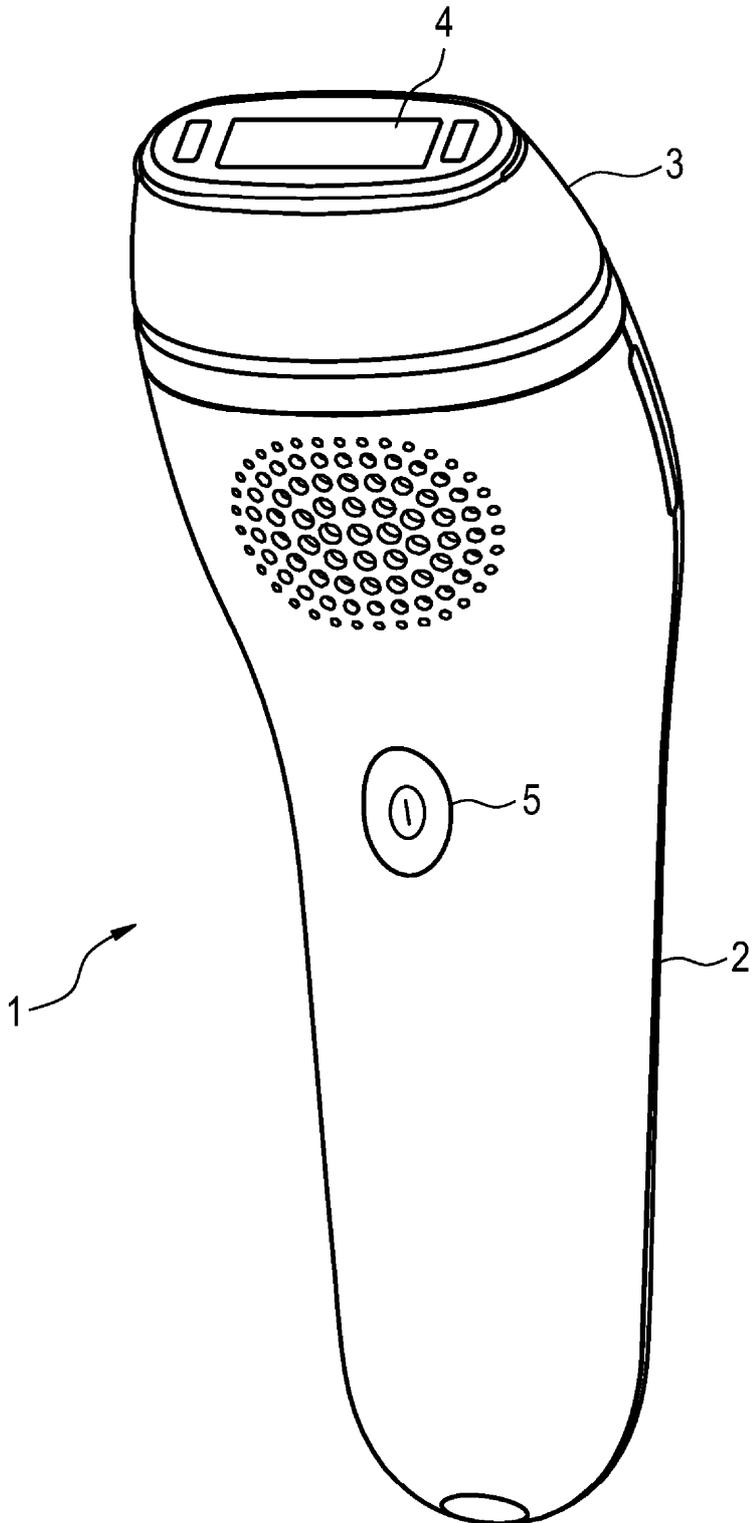


Fig. 8