



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 588**

51 Int. Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06820445 .2**

96 Fecha de presentación : **06.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1969903**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2008**

54 Título: **Matriz de LED mejorada.**

30 Prioridad: **06.12.2005 GB 0524909**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.08.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.08.2010

73 Titular/es: **Enfis Limited**
Technium II Kings Road
Swansea Waterfront, Swansea SA1 8PJ, GB

72 Inventor/es: **Jones, Gareth;**
Board, Kenneth y
Evans, Gareth, Peter

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

ES 2 343 588 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

Matriz de LED mejorada.

5 La presente invención se refiere a matrices de diodos electroluminiscentes (LED), e incluye, entre otros aspectos, configuraciones para monitorizar y controlar la potencia de salida de los LED que forman una matriz de LED.

10 Generalmente, como es bien sabido en la técnica, la intensidad de la salida de un LED varía al variar la temperatura del LED. Por lo general, con una fuente de corriente constante, la intensidad de la salida de un LED disminuye al aumentar la temperatura. La intensidad de salida también suele experimentar otro cambio (normalmente, una reducción) a medida que un LED se va degradando por el uso, con una corriente de excitación constante.

15 En algunas aplicaciones, la intensidad de la luz emitida por un LED no constituye un factor fundamental y se puede confiar en que la potencia de salida esperada sea la que indica el fabricante. Sin embargo, en muchas aplicaciones, es importante conocer la potencia de salida que proporciona un LED concreto en cualquier momento dado. Se puede citar el fraguado de materiales compuestos en tratamientos dentales como ejemplo de una aplicación en la que la potencia de salida de una matriz de LED probablemente constituya un factor importante.

20 En la figura 1 se muestra un sistema de monitorización, que se indica generalmente mediante el número de referencia 2, para monitorizar la salida de un LED. El sistema de monitorización 2 comprende un LED 4, un sensor de fotodiodo 6 alejado del LED, y un circuito de control 8. En el uso del sistema de monitorización 2, la salida del LED 4 se mide mediante el sensor de fotodiodo 6 y los datos relativos a dicha salida se envían al circuito de control 8. En una aplicación ejemplar del sistema de monitorización 2, la entrada del LED 4 se puede controlar mediante la unidad de control 8 con el fin de obtener la salida deseada, detectada por el sensor fotodiodo 6.

25 El sistema de monitorización 2 cuenta con la ventaja de su sencillez, pero posee varios inconvenientes. Por ejemplo, el sistema de monitorización 2 no resulta adecuado para ciertas aplicaciones en las que es importante que el dispositivo LED sea compacto, por ejemplo cuando se usan LED para fraguar materiales compuestos empleados en procedimientos dentales o en tratamientos de la piel en los que la matriz de LED se sitúa muy cerca de la zona de tratamiento. Además, el sensor de fotodiodo remoto registrará la luz externa, como por ejemplo la luz ambiental y la luz emitida por otros LED de la matriz (si los hubiera), lo cual reduce la precisión de la medición.

30 Además, los fotodetectores son generalmente sensibles a muchas longitudes de onda de la luz. La monitorización remota de una matriz de LED que contenga más de una longitud de onda de emisión procedente de diferentes chips LED emisores pertenecientes a la matriz de LED puede producir una confusión entre las mediciones de salida de la luz procedente de cada tipo de chip LED. Por ejemplo, un fotodetector concreto puede estar destinado a detectar la salida de luz procedente de un primer LED que emite luz en una primera longitud de onda, pero también es posible que detecte la salida de luz de un segundo LED que emita luz en una segunda longitud de onda que no esté destinado a detectar.

40 En la patente de EE.UU. n.º 5.684.523, se describe un cabezal de impresión de línea óptica y un chip LED usado para la misma. El chip LED comprende varios LED dispuestos para emitir luz en una primera dirección, y un LED dispuesto para emitir luz en una dirección perpendicular a la primera dirección y que incide sobre un fotodiodo dispuesto para tomar medidas de la luz. Un elemento de cubierta protege los chips LED que forman el cabezal de impresión de línea óptica. La luz emitida en una primera dirección pasa a través de una matriz de lentes y la luz emitida en la segunda dirección está dispuesta de forma que no afecte a la luz emitida en la primera dirección.

45 Las matrices de LED tienen muchas aplicaciones, entre ellas se incluye el fraguado de materiales compuestos o resinas, tal como se usa, por ejemplo, en algunos procedimientos dentales, la activación del efecto blanqueador de geles usados en tratamientos dentales, aplicaciones antibacterianas mediante el uso de luz UV, y la obtención de imágenes para detectar la caries dental. Aunque en la técnica se conoce el uso de matrices de LED para al menos algunas de estas aplicaciones, existen varios problemas relacionados con los dispositivos conocidos.

50 Las matrices de LED también hacen que sean posibles varias aplicaciones nuevas, como, por ejemplo, fuentes lumínicas para diversas aplicaciones en iluminación tales como la iluminación de espectáculos, iluminación arquitectónica, iluminación médica o dental en las que la mezcla precisa de longitudes de onda (o colores) y la intensidad de estas longitudes de onda constituye un factor importante y en las que conviene adoptar soluciones integradas compactas y de bajo coste. En dichas aplicaciones, a menudo es importante disponer de una fuente lumínica con múltiples longitudes de onda (colores), bien controlada y compacta. También puede ser importante que exista la posibilidad de atenuar la luz y cambiar la intensidad relativa de las diferentes longitudes de onda según se desee. Para realizar dichas tareas de forma eficaz, es necesaria una realimentación óptica eficaz. Cabe señalar que, cuando se mezclan luces con diferentes longitudes de onda para proporcionar una salida de color deseada, unas pequeñas variaciones en la intensidad de una fuente lumínica de un único color pueden tener un efecto considerable en la representación global del color de la fuente de colores mezclados.

65 En los ejemplos de aplicaciones mencionados anteriormente, a menudo es necesario usar múltiples LED para conseguir la intensidad de luz que se precisa. Una solución consiste en usar grandes LED combinados; sin embargo esto hace que los dispositivos resulten difíciles de usar en muchas aplicaciones, por ejemplo en aplicaciones dentales

en las que los dispositivos se tienen que usar en la boca de un paciente. Otra solución consiste en usar dispositivos más pequeños y de menor potencia, pero con esto, los tiempos de aplicación tienden a ser más largos. Puede que no esto resulte deseable: por ejemplo, un aumento en los tiempos de tratamiento cuando fraguan materiales compuestos en la boca de un paciente dental no resultaría deseable. Además, en algunas aplicaciones, es posible que el efecto deseado no se inicie a menos que se alcance cierto umbral de potencia, incluso con tiempos de exposición muy largos.

Se sabe que, para obtener niveles elevados de densidad de potencia de los LED, se proporciona un gran número de LED en un área pequeña. Por lo general, los LED convierten en luz aproximadamente del 5 al 20% de la energía eléctrica que reciben. Por tanto, por lo general, aproximadamente del 80 al 95% de la energía eléctrica recibida por un LED se disipa en forma de calor. Evidentemente, el uso de un gran número de LED en un área pequeña hace que se generen grandes cantidades de calor, lo cual debe gestionarse de alguna manera. Los sistemas de gestión de calor usados en tales sistemas dan lugar generalmente a un aumento considerable en el tamaño total de tales dispositivos.

Otro problema relativo al uso de matrices de LED en aplicaciones dentales y otras, como aplicaciones médicas o industriales, consiste en cumplir con la normativa aplicable en lo que respecta a los niveles de potencia permitidos. Una solución consiste en calibrar una matriz de LED antes de su uso; sin embargo, dicho sistema no permite cambios en la potencia de salida de dicho dispositivo que se detectará mientras el dispositivo esté en funcionamiento. Por tanto, no hay modo de comprobar si, en la práctica, la salida del LED aumenta o no hasta un nivel que supere un límite de seguridad. Una solución a este problema consiste en retirar el dispositivo del servicio de vez en cuando para recalibrar el dispositivo; sin embargo, esto no sería aceptable en aplicaciones en las que la retirada de servicio del dispositivo resultase perjudicial para el desempeño adecuado de la aplicación. Otra solución consiste en accionar el dispositivo a un nivel de potencia lo suficientemente por debajo del permitido por la normativa o principios de seguridad aplicables para garantizar que la potencia de salida no aumente, en la práctica, hasta niveles que resulten inseguros y/o ilegales. Evidentemente, tal disposición podría reducir la eficacia de la matriz de LED.

El dispositivo y procedimiento de la presente invención pretende abordar al menos algunos de los problemas relacionados con los sistemas de la técnica anterior y/o proporcionar alternativas para los dispositivos y procedimientos de la técnica anterior.

La presente invención proporciona un aparato LED que posee una matriz de LED en la que la matriz comprende una pluralidad de LED y uno o más sensores ópticos,

dichos uno o más sensores ópticos están situados junto a uno o más de dichos LED para formar uno o más pares LED-sensor óptico, en los que cada par comprende un LED y un sensor óptico, que está situado junto al LED con el que está asociado;

el sensor óptico de cada par LED-sensor óptico está dispuesto para medir la salida de luz del LED con el que está asociado;

el aparato LED comprende un armazón que está adaptado para cubrir parcialmente dicha matriz de LED y sensores ópticos de tal manera que uno o más de dichos pares LED-sensor óptico esté protegido por dicho armazón, al menos parcialmente, de la luz procedente de cualquier fuente distinta al LED de dicho par LED-sensor óptico; y

se caracteriza porque la pluralidad de LED están montados en el mismo lado de uno o más sustratos, de manera que los LED de los pares LED-sensor óptico transmitan la luz sustancialmente en la misma dirección que el resto de los LED de la matriz de LED y la protección parcial proporcionada por el armazón es tal que algunos o todos los LED que forman parte de un par LED-sensor óptico estén dispuestos para proporcionar parte de la potencia de salida de la matriz de LED.

Entre las fuentes de luz externa, de las que el par LED-sensor óptico está protegido, al menos parcialmente, se pueden incluir, por ejemplo, la luz procedente de otros LED de la matriz y la luz ambiental. En una forma de la invención, se proporcionan uno o más filtros, y cada uno de dichos uno o más filtros está asociado con uno de dichos pares LED-sensor óptico y cada filtro esta dispuesto para atenuar la luz que tenga una salida de una longitud de onda diferente a la del LED del par LED-sensor óptico correspondiente con el que está asociado.

Como se indica anteriormente, algunas formas de la invención incluyen uno o más filtros. Mediante el uso de filtros, se puede atenuar la luz externa que posea una longitud de onda diferente a la del par LED-fotodiodo antes de que alcance al fotodiodo. El uso de un filtro resulta particularmente ventajoso cuando no todos los LED de la matriz emiten luz con la misma longitud de onda o cuando la salida del LED del par LED-fotodiodo está apagada o se emite una luz de baja intensidad. En algunas formas de la invención, el filtro o cada uno de los filtros está integrado sobre la superficie del sensor óptico con el que está asociado. En una disposición alternativa, se colocan unos filtros discretos entre el LED y el sensor óptico del par LED-sensor óptico correspondiente.

En una forma de la invención, los sensores ópticos están integrados con los LED de la matriz de LED, de tal modo que los LED de la matriz y los sensores ópticos se proporcionan en el mismo paquete. En otra forma de la invención, los sensores ópticos y los LED de la matriz se proporcionan formando parte del mismo dispositivo monolítico.

ES 2 343 588 T3

En una forma de la invención, el sensor óptico es un fotodiodo. No obstante, los expertos en la materia tendrán conocimiento de otros sensores ópticos adecuados; en la presente descripción, no se darán más detalles sobre los sensores ópticos adecuados.

5 En las formas de la invención que incluyen una protección, la protección puede adoptar diferentes formas. Por ejemplo, se pueden usar pantallas. Dichas pantallas pueden proteger parcialmente los pares LED-sensor óptico correspondientes, o pueden protegerlos totalmente, de manera que la salida de luz emitida por ese LED no salga de la zona protegida. En una forma de la invención, el sensor óptico se encuentra totalmente protegido del resto del dispositivo, a excepción de una abertura que permite que la luz procedente de un único LED pase al sensor óptico. Además, o como
10 otra posibilidad, los pares LED-sensor óptico pueden estar situados en una posición rebajada con respecto al resto de dicha matriz. Además, o como otra posibilidad, el fotodiodo se puede escoger de manera que posea un sustrato más delgado que los elementos del circuito que lo rodean, de forma que se reduzca la cantidad de luz recibida procedente de los LED de la matriz distintos al LED con el que está emparejado.

15 Además, o como otra posibilidad, los pares LED-sensor óptico pueden estar tapados. Cabe señalar que, en algunas formas de la invención, no todos los pares LED-sensor óptico están protegidos en la misma medida; de hecho, es posible que uno o más de los pares LED-sensor óptico no estén protegidos en absoluto.

Tal como se menciona anteriormente, la pluralidad de LED están montados en el mismo lado de uno o más sustratos, de manera que los LED de los pares LED-sensor óptico transmitan la luz sustancialmente en la misma dirección que el resto de los LED de la matriz. Además, los sensores ópticos pueden estar montados en el mismo lado de dichos uno o más sustratos que dicha pluralidad de LED. En una disposición alternativa, se proporciona un armazón sobre el que van montados los sensores ópticos, en el que el armazón está montado en la matriz de LED de manera que los sensores ópticos estén situados cerca de los LED con los que están asociados.

25 La matriz de LED puede comprender un circuito de control para controlar una potencia de salida de al menos algunos de dichos LED en función de la salida de al menos uno de dichos sensores ópticos. El circuito de control puede monitorizar la salida de los LED de la matriz. Esta monitorización se puede llevar a cabo de manera continua, periódicamente, o de vez en cuando, cuando un algoritmo de control determine que es necesaria la monitorización. Evidentemente, cuanto más a menudo se lleve a cabo la monitorización, con mayor precisión coincidirá la salida del
30 LED con la salida deseada; sin embargo, la monitorización a menudo reduce los costes computacionales asociados con la matriz de LED.

Los LED pueden incluir uno o más grupos de LED. Cada uno de dichos grupos de LED puede incluir al menos un
35 LED que forme parte de un par LED-sensor óptico. En otra forma de realización, algunos de dichos grupos de LED, pero no todos, pueden incluir al menos un LED que forme parte de un par LED-sensor óptico.

En una forma de la invención, todos los LED de un mismo grupo son sustancialmente idénticos. Con esta disposición, si todos los LED de un mismo grupo tienen la misma corriente de entrada, o similar, las salidas de cada
40 LED serán sustancialmente iguales. Por consiguiente, la medición de la salida de un LED de dicho grupo (usando, por ejemplo, un sensor óptico) da una medida indicativa de la salida de cada uno de los LED del grupo.

En una forma de la invención, se mide la salida de todos los LED de un grupo, a excepción de unos pocos, y la entrada de cada LED del grupo se controla en función de dichas medidas. En una forma de realización, se mide la
45 salida de solo un LED de un grupo y la entrada de cada LED del grupo se controla en función de esa única medida.

En una forma ejemplar de la invención, los grupos de LED se disponen en columnas; no obstante, se podrían proporcionar otras disposiciones de grupos de LED. Los LED pertenecientes a un grupo podrían estar distribuidos por la matriz de LED en cualquier configuración.

50 En una forma de la invención, cada LED perteneciente a cada grupo de LED es idéntico a los otros del grupo y está alimentado con la misma corriente, o similar, que los demás del grupo, pero los LED de diferentes grupos pueden ser diferentes y/o estar alimentados con corrientes diferentes. De este modo, se puede proporcionar una pluralidad de grupos de LED, y cada grupo con una salida de diferentes longitudes de onda y/o intensidades de luz, con lo que se
55 permite adaptar y/o modificar con precisión un régimen de emisión de luz durante su uso. Esta matriz posee una gran flexibilidad.

Uno o más de dichos sensores ópticos pueden estar asociados con uno o más integradores para que sea posible determinar la salida de energía de uno o más de dichos LED a lo largo del tiempo. En este contexto, un integrador
60 consiste en un dispositivo dispuesto para determinar la cantidad de energía lumínica emitida por un LED de la matriz en función del perfil de energía detectado por un sensor óptico. Por ejemplo, en un dispositivo digital, se puede determinar la salida de energía a partir de mediciones discretas de potencia de salida, junto con datos relativos a los intervalos de tiempo transcurridos entre las lecturas. Los expertos en la materia también sabrán que se podría usar un integrador analógico. Mediante el uso de un integrador, se puede determinar la energía lumínica emitida por un
65 LED en particular o un grupo de LED en un periodo de tiempo determinado. Tal disposición puede resultar útil para aplicaciones en tratamientos en los que la dosis lumínica total tiene mayor importancia que la potencia máxima de la energía lumínica.

ES 2 343 588 T3

La matriz de LED puede estar provista de un mecanismo de refrigeración. Los ejemplos de mecanismos de refrigeración incluyen un disipador de calor, un tubo térmico, un sistema de refrigeración por evaporación, o una refrigeración directa con un fluido o aire.

La matriz de LED puede incluir uno o más elementos de seguridad. Por ejemplo, se puede proporcionar un dispositivo de monitorización de seguridad con el que, en caso de que la potencia de salida de uno o más LED supere un nivel de seguridad predeterminado, se reduzca la entrada a ese LED. Se podría usar un sensor de temperatura, por ejemplo, para monitorizar la temperatura de uno o más de los LED para que se pueda reducir la potencia de entrada a uno o más LED si la temperatura superase una temperatura predeterminada.

La presente invención también proporciona un dispositivo de emisión de luz que comprende una matriz de LED tal como se describe anteriormente. Dicha matriz de LED puede proporcionarse en el extremo de un dedo, por ejemplo un dedo flexible. Además, o como otra posibilidad, la luz procedente de dicha matriz de LED se puede conducir a través de una guía de luz. La presente invención resulta idónea para su instalación como LED para un sistema de emisión basado en una guía de luz, ya que permite controlar la intensidad lumínica del LED y, por lo tanto, permite obtener una eficiencia relativamente alta en el acoplamiento de la luz a la guía de luz, en comparación con los sistemas que usan fotodiodos externos para monitorizar la intensidad lumínica.

El dispositivo se puede colocar junto con dispositivos similares, u otros, componiendo un mosaico, con el fin de formar un dispositivo emisor de luz de mayor tamaño.

El dispositivo puede comprender un mecanismo de refrigeración para refrigerar los LED de dicha matriz. Los ejemplos de mecanismos de refrigeración incluyen un disipador de calor, un tubo térmico, un sistema de refrigeración por evaporación, o una refrigeración directa con un fluido o aire.

La presente invención también proporciona un mecanismo de realimentación para su uso en el control de las salidas de una pluralidad de LED, en el que uno o más de dichos LED está asociado con un sensor óptico para formar un par LED-sensor óptico, en el que el sensor óptico de cada par LED-sensor óptico está dispuesto para medir la salida de luz del LED asociado, y esta disposición comprende un circuito de control para controlar una potencia de salida de al menos algunos de dichos LED en función de las salidas de dichos uno o más sensores ópticos.

Dichos LED pueden incluir uno o más grupos de LED. Cada grupo puede incluir al menos un LED que forme parte de un par LED-sensor óptico. Cada LED perteneciente a un grupo puede ser sustancialmente idéntico.

En una forma de la invención, el sistema de realimentación mide la salida de uno o más LED de un grupo (por ejemplo, solo un LED del grupo) y determina que los otros LED del grupo tienen el mismo comportamiento. Las salidas de todos los LED del grupo se controlan de la misma manera, y la salida del LED o de cada uno de los LED del grupo que se está midiendo se monitoriza hasta que alcance la salida deseada. Después, se da por supuesto que todos los LED del grupo tienen dicha salida deseada.

En una forma de la invención, el mecanismo de realimentación incluye uno o más integradores para que sea posible determinar la salida de energía de uno o más de dichos LED a lo largo del tiempo.

Las matrices de LED y los dispositivos de emisión de luz de acuerdo con la presente invención tienen muchos usos, entre los que se incluyen el fraguado de materiales compuestos y resinas, como por ejemplo el usado en procedimientos dentales o procedimientos industriales tales como el fraguado de resinas en la fabricación de CD y DVD, la activación de los efectos blanqueadores de geles empleados en tratamientos dentales, aplicaciones antifúngicas, antivirales o antiparasitarias y similares, aplicaciones de iluminación para la automoción, aplicaciones de señalización tales como semáforos, iluminación para espectáculos, iluminación arquitectónica y cualquier forma de iluminación en la que la mezcla precisa de longitudes de onda (o colores) y la intensidad de estas longitudes de onda constituya un factor importante y en las que convenga adoptar soluciones integradas compactas y de bajo coste.

Ahora se describirán dispositivos y procedimientos de acuerdo con la invención, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un sistema de monitorización conocido para monitorizar la salida de un LED.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de una matriz de LED descrita a modo de antecedente de la presente invención.

La Figura 2a es una vista en perspectiva de una variante de la matriz de LED de la Fig. 2, de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

La Figura 3 es una vista en planta de la matriz de LED de la Fig. 2.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de control ejemplar para las matrices de LED de las Figs. 2, 2a y 3.

ES 2 343 588 T3

La Figura 5 es una vista lateral de un sistema de emisión de luz que emplea una matriz de LED de la presente invención.

La Figura 6 muestra una variante del sistema de la Fig. 5;

La Figura 7 es una vista en planta de una matriz de LED de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

La Figura 8 es una vista en planta de una matriz de LED de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de un armazón usado en una forma de realización de la presente invención.

Las figuras 2 y 3 muestran una matriz de LED, indicada generalmente mediante el número de referencia 10, que se describirá a continuación, a modo de antecedente de la presente invención.

La matriz 10 comprende 64 diodos electroluminiscentes (LED) 12 dispuestos en 8 columnas de 8 LED. A modo de ejemplo, una columna se indica mediante el número de referencia 14. En una forma de la matriz, cada LED de una columna determinada es idéntico, y recibe una corriente de entrada similar o igual, de forma que cada LED de una columna tenga la misma salida de potencia y longitud de onda. En esta forma de la matriz, los LED de diferentes columnas pueden ser diferentes y/o pueden recibir diferentes entradas, de forma que las diferentes columnas puedan proporcionar salidas de luz con diferentes salidas de longitud de onda y/o potencia.

Por ejemplo, la matriz de LED 10 puede tener columnas que emitan luz roja, azul, verde y ultravioleta, junto con otros colores añadidos que se pueden escoger para mejorar la calidad de la luz emitida por la matriz. Por ejemplo, cuando la matriz produce una luz blanca, el color añadido puede ser ámbar o amarillo.

Según se muestra en las figuras 2 y 3, cada columna de LED está provista de un primer 16 y un segundo 18 sensor de fotodiodo. Cada sensor de fotodiodo está emparejado con uno de los LED de la columna para formar un par LED-fotodiodo, indicado generalmente mediante el número de referencia 20. Si cada uno de los LED de una columna 14 está preparado para ser idéntico y poseer una corriente de entrada similar o igual, cada sensor de fotodiodo proporciona de forma eficaz una medida de la salida de cada LED de una columna.

Cada par LED-fotodiodo 20 se protege de los otros LED de la matriz 10 usando una pantalla parcial 22, con el fin de reducir la cantidad de luz detectada por el fotodiodo distinta a la emitida por el LED con el que está emparejado el fotodiodo.

Aunque en el ejemplo de las figuras 2 y 3 se muestra una pluralidad de pantallas 22, se pueden proporcionar otras formas de protección en lugar, o además del uso de pantallas. Por ejemplo, los pares LED-fotodiodo 20 se pueden tapar, o se pueden colocar en una posición rebajada con respecto a los otros LED de la matriz 10. Evidentemente, cuanto más completa sea la protección de un par LED-fotodiodo frente a los otros LED de la matriz, mayor será la precisión con la que la salida del fotodiodo dependa de la salida del LED que se pretende medir.

Además o en lugar de proporcionar el par LED-fotodiodo en una posición rebajada, el fotodiodo se puede escoger de forma que posea un sustrato más delgado que los elementos del circuito que lo rodean, de tal forma que el fotodiodo quede situado en una posición más baja que los LED de la matriz. Esto produce el efecto de reducir la cantidad de luz recibida por el fotodiodo procedente de los LED de la matriz que no son el LED con el que está emparejado.

La figura 2a muestra una variación (de acuerdo con la presente invención), indicada generalmente mediante el número de referencia 10', de la matriz de LED 10 de las figuras 2 y 3. La matriz 10' es idéntica a la matriz 10, a excepción del mecanismo de protección. La matriz 10' incluye una pantalla parcial 22, como en la matriz 10. La matriz 10' comprende además unas pantallas adicionales 23 que cubren cada uno de los fotodiodos 16 y 18. La protección proporcionada por la matriz 10' es más amplia que la proporcionada por la matriz 10.

Para los expertos en la materia, resultará evidente que los mecanismos de protección que se muestran en las figuras 2 y 2a se podrían adaptar de diversas maneras. Por ejemplo, la pantalla 23 se podría ampliar para que cubriera los LED asociados con los fotodiodos 16 y 18. Aunque esta disposición aumentaría aún más la eficacia de la protección, también reduciría la potencia de salida eficaz de la matriz de LED al impedir que la luz de los LED asociados con los fotodiodos 16 y 18 se use como parte de la salida de potencia de la matriz.

En el ejemplo descrito anteriormente en referencia a las figuras 2 y 3, los LED de la matriz están dispuestos en columnas de LED sustancialmente idénticos. No obstante, los LED idénticos no tienen que estar necesariamente dispuestos en columnas; en la matriz se podrían disponer conjuntos de LED idénticos formando cualquier patrón.

Además, tal como se describe anteriormente en referencia a las figuras 2 y 3, cada conjunto de LED comprende 8 LED, incluidos 2 pares LED-fotodiodo, con los conjuntos de LED dispuestos en columnas. Por supuesto, se podría proporcionar un número diferente de fotodiodos por conjunto de LED. Si se requiere un aumento en la precisión y la certeza, se podría aumentar el número de fotodiodos que se proporcionan en cada conjunto. En otro caso, se podría reducir el número de fotodiodos por conjunto. También cabe señalar que el número de fotodiodos que se proporciona no tiene que ser necesariamente el mismo para cada conjunto de LED. De hecho, es posible que al menos algunos

de los conjuntos estén completamente desprovistos de pares LED-fotodiodo, ya que puede que sea apropiado usar algunos de los conjuntos de LED sin monitorizarlos.

De este modo, en una forma de la presente invención, la matriz de LED incluye varios conjuntos de LED, y cada LED de un conjunto determinado es sustancialmente idéntico. Al menos algunos de esos conjuntos incluyen uno o más LED que están asociados con un fotodiodo para formar uno o más pares LED-fotodiodo; y las salidas de los pares LED-fotodiodo son indicativas de la salida de cada LED del conjunto.

Para comprobar la similitud de los LED en un conjunto determinado, se puede añadir una etapa de calibrado durante la fase de fabricación.

Cada par LED-fotodiodo 20 forma parte de un circuito de realimentación usado para controlar la matriz 10. La figura 4 es un diagrama de bloques, indicado generalmente mediante el número de referencia 24, del circuito de control para la matriz 10.

El circuito 24 incluye una pluralidad de circuitos de control de LED, y se proporciona un circuito de control para cada conjunto de LED. Para mayor simplicidad, el circuito 24 sólo muestra tres circuitos de control de LED, señalados como 26, 26' y 26'', respectivamente. Además, un circuito de control principal 28 proporciona señales de control para cada uno de los circuitos de control de LED.

Cada circuito de control 26, 26', 26'' proporciona señales de control para los LED pertenecientes a su conjunto. Como se describe anteriormente, cada fotodiodo mide la salida de un LED, y dicha salida es indicativa de la salida de cada LED del conjunto; esa medida se envía al circuito de control de LED correspondiente. En la unidad de control de LED correspondiente, un algoritmo compara la intensidad medida con una intensidad deseada. Si la intensidad medida coincide con la intensidad deseada, la unidad de control de LED no realizará ninguna acción. En el caso de que la intensidad medida no coincidiera con la intensidad deseada, la unidad de control de LED aumentaría o disminuiría la corriente suministrada al LED, en la medida necesaria para obtener la salida requerida.

En una forma de la invención, el circuito de realimentación funciona periódicamente, para garantizar que la salida de los LED se mantenga constante (o a un nivel deseado, el cual puede no permanecer constante), mediante la variación de la corriente suministrada a los LED en el momento y en el modo que sea necesario. En otra forma de la invención, el mecanismo de realimentación se podría activar en el momento en que un circuito de control considere que es necesaria una etapa de monitorización. Es evidente que, cuanto más pequeños sean los intervalos de tiempo entre las sucesivas etapas de monitorización, mayor será la precisión con la que la salida del LED coincidirá con la salida deseada. Además, la monitorización se podría hacer continua empleando tecnologías analógicas. Por supuesto, muchos algoritmos de control que se podrían usar en la presente invención serán evidentes para el experto en la materia; en la presente memoria descriptiva no se darán más detalles de posibles algoritmos de control.

En una forma particular de la invención, también se usa la temperatura como dato de entrada para el cálculo de una primera estimación de la corriente que se debe suministrar al LED. Esto resulta útil, ya que no se desea sobreexcitar los LED o ver un parpadeo cuando se enciende el LED al principio. La eficiencia de un LED generalmente mejora al disminuir la temperatura, por tanto, un LED requiere por lo general menos corriente para emitir una intensidad de luz determinada cuando la temperatura del LED es baja. Tener la entrada de corriente vinculada con la temperatura medida hace posible que la estimación inicial de la corriente requerida se aproxime a la corriente que se requiere realmente. Una vez que el LED está emitiendo luz, se puede usar el mecanismo de realimentación descrito anteriormente para ajustar la entrada de corriente, si fuera necesario, con el fin de proporcionar la salida requerida de la manera que se describe anteriormente.

Tal como se explica anteriormente, en una forma de la invención, cada conjunto de LED incluye al menos un par LED-fotodiodo, y cada par LED-fotodiodo está protegido para impedir, al menos en parte, que la luz externa afecte la medida tomada. Dicho sistema permite monitorizar y controlar cada conjunto de LED de forma independiente. De este modo, si, por ejemplo, cada conjunto de LED emite una luz con una longitud de onda diferente, se puede monitorizar y controlar la salida total en cada longitud de onda de forma individual.

Las unidades de control de LED también pueden incorporar un algoritmo en el que la intensidad de la salida de los LED se integra en el tiempo con el fin de obtener una medida de la energía lumínica emitida por un conjunto de LED determinado en un tiempo determinado (lo que se conoce como "dosis" en ciertas aplicaciones). La integración puede materializarse como una toma de lecturas sucesivas de potencias de salida, suponiendo que la potencia de salida sea constante entre las lecturas, una multiplicación de cada lectura de potencia por el periodo de tiempo a lo largo del cual se supone que es constante, y después, la suma de los resultados a lo largo del periodo de tiempo en el que se aplica la integración. Por supuesto, los expertos en la materia tendrán conocimiento de varias formas de llevar a cabo dicha etapa de integración; no se darán más detalles en la presente memoria descriptiva.

Las unidades de control de LED pueden estar programadas de tal modo que los LED que se encuentren bajo su control emitan cierta dosis predeterminada de luz a través de la matriz de LED. De este modo, los fotodiodos se pueden usar como dispositivo de monitorización de la salida de luz en lugar de cómo un sistema de control, de tal modo que los aumentos y disminuciones en la salida de luz de los LED se usen como datos de entrada para el cálculo de la dosis. Esto resulta útil, por ejemplo, en tratamientos médicos o en el fraguado de materiales compuestos o resinas, en los que lo importante es la dosis total de radiación en lugar del nivel máximo exacto de la potencia.

ES 2 343 588 T3

En el ejemplo de la figura 4, cada una de las unidades de control de LED 26, 26' y 26'' se controla además mediante una unidad de control principal 28. La unidad de control principal 28 puede controlar la intensidad de la luz emitida por cada conjunto de LED, el periodo de tiempo a lo largo del cual se excitan los LED, y puede incluir un algoritmo de impulsos, variando la intensidad de los conjuntos de LED y, posiblemente, cambiando entre diferentes longitudes de onda. El circuito de control principal 28 también podría determinar el momento en que un circuito de control de LED determinado debería comprobar las salidas de uno o más LED de una matriz. Los materiales compuestos o geles concretos usados en un procedimiento pueden tener unos perfiles de dosificación individuales para optimizar su fraguado o blanqueado. El uso de tal unidad de control principal 28 aporta a la matriz de LED un enorme grado de flexibilidad.

Las unidades de control de LED pueden incluir un dispositivo de monitorización de seguridad con el que, en caso de que la salida de un LED aumentara hasta un nivel que supere un nivel máximo permitido predeterminado, la corriente de entrada a dicho LED se reduciría (o se apagaría), por lo que se permite que las normativas fijen un nivel de potencia máximo que se deba respetar.

Además, las unidades de control de LED pueden obtener datos de uno o más sensores de temperatura a fin de que, en caso de que la temperatura de cualquier parte de una matriz de LED superara un nivel máximo permitido, se pueda reducir (o apagar) la potencia de entrada a uno o más de los conjuntos de LED. Esto puede resultar útil, por ejemplo, en aplicaciones dentales en las que la matriz de LED se debe introducir en la boca de un paciente, ya que no sería deseable en modo alguno que la temperatura de dicha matriz pudiera alcanzar un nivel con el que el paciente se sintiera incómodo.

Se puede usar un sensor de temperatura para permitir que un sistema incorporado de sensores de calibrado controle la potencia de salida del LED con mayor precisión y se ajuste más rápidamente a los niveles de potencia deseados.

En ciertas circunstancias en las que la dependencia de la temperatura es fuerte, el sistema puede verse obligado a aumentar la corriente a los LED rápidamente para mantener la intensidad constante a medida que aumenta la temperatura del disipador de calor. Sin embargo, cuando se alcanza una corriente máxima de entrada al LED, el sistema puede pasar de ajustar la corriente a monitorizar la salida de luz para que se pueda llevar a cabo una aplicación tal como una aplicación médica que dependa de la dosis total (en lugar de en la intensidad). Esto puede dar lugar a la producción de sistemas de coste más bajo en los que el control de la temperatura no sea un factor tan importante para la aplicación, ya que la dosis total de luz está monitorizada.

La figura 5 muestra un sistema de emisión de luz, indicado generalmente mediante el número de referencia 30, de acuerdo con un aspecto de la presente invención. El sistema de emisión de luz 30 incluye una matriz de LED 10 del tipo que se describe anteriormente.

La matriz de LED 10 está montada en una montura de cobre 32, que a su vez está montada en el extremo de un dedo distal 34. El dedo distal puede ser adecuado, por ejemplo, para introducirlo en la boca de un paciente. El dedo distal 34 puede ser flexible con el fin de que sea posible manipular la matriz para hacer que adopte muchas posiciones.

El dedo distal está unido a un sistema de gestión térmica 36 para llevar el calor de la matriz de LED 10 hacia un lugar en el que el calor se pueda disipar. El sistema de gestión térmica se podría materializar en una de muchas formas, entre las que se incluyen un disipador de calor, un tubo térmico, un sistema de refrigeración por evaporación, o una refrigeración directa con un fluido o aire, o una combinación de los mismos. Los expertos en la materia serán capaces de aplicar cualquiera de los sistemas anteriores y tendrán conocimiento de otros sistemas de gestión térmica que se podrían usar. Por consiguiente, en la presente memoria descriptiva no se explicarán con mayor profundidad los sistemas de gestión térmica adecuados.

Una placa de circuito impreso 38 que incluye sistemas electrónicos de control está conectada a la matriz de LED 10 a través del sistema de gestión térmica 36, el dedo distal 34 y la montura 32. La placa de circuito impreso también está conectada a una batería 40 y posee un conector 42 que se puede usar, por ejemplo, para proporcionar una fuente de energía alternativa o para que sea posible programar el sistema electrónico de control de forma remota.

La figura 6 muestra un sistema de emisión de luz, indicado generalmente mediante el número de referencia 30', que es similar al sistema de emisión de luz 30 descrito anteriormente. El sistema de emisión de luz 30' incluye una matriz de LED 10', una montura de cobre 32', un sistema de gestión térmica 36', una placa de circuito impreso 38', una batería 40' y un conector 42' que son iguales o similares a los elementos correspondientes del sistema 30 descrito anteriormente. La montura 32' está acoplada directamente al sistema de gestión térmica 36', con el dedo distal 34 omitido. Una guía de luz 44' para dirigir la salida de luz de la matriz de LED 10' según se precise.

El sistema de emisión de luz 30' puede ser apropiado en circunstancias en las que no resulte apropiado tener la matriz de LED en el extremo del aparato, por ejemplo, debido a precauciones de seguridad relativas al calor generado por la matriz.

La guía de luz 44' podría materializarse de muchas formas. De hecho, se podrían proporcionar varias guías de luz intercambiables, cada una diseñada para una aplicación particular.

En una variante de la presente invención, la matriz de luz se proporciona en forma de un protector bucal que, en la práctica, se coloca sobre los dientes de un paciente con el fin de exponer una zona amplia a una dosis de radiación lumínica deseada. Este protector bucal se puede usar, por ejemplo, para el fraguado, blanqueado o aplicaciones antibacterianas de las formas descritas anteriormente.

La invención se ha descrito generalmente haciendo referencia a aplicaciones médicas y dentales; sin embargo, la invención no es tan limitada. Por ejemplo, la matriz de LED de la invención se puede usar en muchas aplicaciones de iluminación, entre las que se incluyen la iluminación de espectáculos, iluminación arquitectónica, iluminación en aplicaciones de automoción y aplicaciones de señalización tales como semáforos.

La presente invención, en la medida en la que se refiere a una aplicación médica y dental, se puede disponer para que resulte adecuada para ser usada por profesionales de la medicina, tales como dentistas e higienistas dentales, así como por individuos sin formación específica, en su hogar.

Cabe señalar que aunque se ha descrito una matriz de LED que comprende 64 LED en una matriz de 8x8, la matriz podría tener cualquier tamaño. Por ejemplo, el solicitante ha producido una matriz de LED que incluye 1600 LED dispuestos en una matriz de 80x20, y la matriz también incluye 20 fotodiodos.

En la figura 7 se muestra una variante, indicada generalmente mediante el número de referencia 10'', de la matriz de LED 10 de las figuras 2, 2a y 3. La matriz de LED 10'' es idéntica a la matriz 10, a excepción de que se proporciona un filtro 17 entre el LED y el fotodiodo de cada par LED-fotodiodo 20. El filtro deja pasar la luz que se encuentra dentro de un ancho de banda definido que coincide con la longitud de onda de la luz emitida por el LED correspondiente. De este modo, la luz ambiental que posea una longitud de onda distinta a la del LED del par LED-fotodiodo se atenúa antes de que alcance el fotodiodo. La disposición de la figura 7 resulta particularmente útil cuando no todos los LED de la matriz emiten luz con la misma longitud de onda. En esa situación, se atenúa la luz que posee una longitud de onda diferente emitida por un LED próximo al LED del par LED-fotodiodo y que, de otro modo, podría afectar a la señal emitida por el fotodiodo. La disposición de la figura 7 también resulta particularmente útil cuando la salida del LED del par LED-fotodiodo no emite ninguna luz, o emite una luz de baja intensidad, ya que, en esa situación, la luz externa que alcanza el fotodiodo podría tener un efecto considerable sobre la salida del fotodiodo.

En la figura 7, los filtros se muestran como elementos discretos del circuito situados entre un LED y un fotodiodo de un par LED-fotodiodo. Esta disposición no es imprescindible. Por ejemplo, los filtros podrían estar integrados en la superficie de los fotodiodos.

En los ejemplos descritos anteriormente en referencia a las figuras 2, 2a y 3, los LED de la matriz están dispuestos en columnas de LED sustancialmente idénticos. Sin embargo, los LED idénticos no tienen que estar necesariamente dispuestos en columnas; los conjuntos de LED idénticos podrían estar dispuestos en la matriz formando cualquier patrón.

A modo de ejemplo, la figura 8 es una vista en planta de una matriz de LED, indicada generalmente mediante el número de referencia 50 de acuerdo con una forma de realización de la invención. La matriz de LED incluye cuatro grupos de LED, y cada uno comprende cuatro LED. Los LED de cada grupo están distribuidos por la matriz. El primer grupo de LED comprende unos LED rojos 52a, 52b, 52c y 52d. El segundo grupo de LED comprende unos LED verdes 54a, 54b, 54c y 54d. El tercer grupo de LED comprende unos LED azules 56a, 56b, 56c y 56d. El cuarto grupo de LED comprende unos LED amarillos 58a, 58b, 58c y 58d. La matriz 50 comprende además unos fotodiodos 60, 62, 64 y 66 y unos filtros 61, 63, 65 y 67 asociados con los fotodiodos 60, 62, 64 y 66, respectivamente.

Cada grupo de LED de la matriz 50 incluye un par LED-fotodiodo. Concretamente, el LED 54a y el fotodiodo 60, el LED 52b y el fotodiodo 62, el LED 56d y el fotodiodo 64 y el LED 58c y el fotodiodo 66 forman un primer, segundo, tercer y cuarto pares LED-fotodiodo, respectivamente. La matriz de LED 50 también comprende unas protecciones parciales 70 alrededor de los fotodiodos de los pares LED-fotodiodo.

En el uso de la matriz de LED 50, los fotodiodos 60, 62, 64 y 66 emiten una señal indicativa del nivel de luz verde, roja, azul y amarilla, respectivamente. Esas señales se proporcionan a un controlador, el cual controla la corriente suministrada a los grupos de LED, con el fin de proporcionar la salida de luz deseada.

En las formas de realización descritas anteriormente, los fotodiodos se han situado en el sustrato al igual que los LED en la matriz. Esto no es imprescindible. Por ejemplo, se podría proporcionar un armazón para su uso junto con la matriz, con los fotodiodos integrados en el armazón. En la práctica, el armazón se podría colocar junto a los LED cuyas salidas se pretende monitorizar. Esta disposición puede tener la ventaja de superar algunos problemas relacionados con el uso de un agente encapsulante que puede atrapar burbujas en la matriz de LED. En dicha disposición, el armazón que contiene los fotodiodos y la matriz de LED pueden estar pegados, con lo que se proporciona una matriz integrada LED-detector. A modo de ejemplo, la figura 9 muestra una disposición ejemplar de un armazón, indicada generalmente mediante el número de referencia 80, que comprende una pluralidad de sensores ópticos 82 separados por unas protecciones 84. El armazón forma una ventana 86 a través de la cual puede pasar la luz procedente de los LED de la matriz, con la que se debe usar el armazón 80. Por supuesto, las protecciones 84 pueden materializarse en una forma diferente, o se pueden omitir completamente, bien porque no sean necesarias, o bien porque la matriz de LED con la que se debe usar el armazón proporciona unas protecciones. La figura 9 solo muestra dos sensores ópticos

ES 2 343 588 T3

82; desde luego, podría haber muchos más sensores ópticos y esos sensores podrían estar situados en otros lugares alrededor del armazón.

En una aplicación ejemplar, la matriz de LED de la presente invención se podría usar para la retroiluminación de pantallas de cristal líquido (LCD). Por ejemplo, los grupos de LED (como los LED rojos, verdes y azules) podrían estar dispuestos en clústeres, y cada clúster de LED estaría provisto de una monitorización óptica. Los clústeres se distribuirían a través de un panel grande para formar un gran panel de iluminación.

En otra aplicación de la invención, la matriz de LED se podría usar junto con un recubrimiento de fósforo usado para convertir la luz emitida por la matriz en luz con una longitud de onda diferente. Tal aplicación podría incluir el filtrado para anular la luz emitida por el recubrimiento de fósforo de manera que la luz emitida por la propia matriz de LED se pueda monitorizar mediante los sensores ópticos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de LED que posee una matriz de LED (10), en el que la matriz comprende una pluralidad de LED (12) y uno o más sensores ópticos (16),

dichos uno o más sensores ópticos (16, 18) están situados junto a uno o más de dichos LED (12) para formar uno o más pares LED-sensor óptico (20), en los que cada par comprende un LED y un sensor óptico, que está situado junto al LED con el que está asociado;

el sensor óptico (16, 18) de cada par LED-sensor óptico (20) está dispuesto para medir la salida de luz del LED con el que está asociado;

el aparato LED comprende un armazón que está adaptado para cubrir parcialmente dicha matriz de LED (12) y sensores ópticos (16) de tal manera que uno o más de dichos pares LED-sensor óptico (20) estén protegidos por dicho armazón, al menos parcialmente, de la luz procedente de cualquier fuente distinta al LED de dicho par LED-sensor óptico; y

se **caracteriza** porque la pluralidad de LED están montados en el mismo lado de uno o más sustratos, de manera que los LED de los pares LED-sensor óptico transmitan la luz sustancialmente en la misma dirección que el resto de los LED de la matriz de LED y la protección parcial proporcionada por el armazón es tal que algunos o todos los LED (12) que forman parte de un par LED-sensor óptico (20) estén dispuestos para proporcionar parte de la potencia de salida de la matriz de LED.

2. Un aparato de LED según la reivindicación 1, que además comprende uno o más filtros (17), en el que cada uno de dichos uno o más filtros (17) está asociado con uno de dichos pares LED-sensor óptico (20) y cada filtro (17) está dispuesto para atenuar la luz que tenga una salida de una longitud de onda diferente a la del LED del par LED-sensor óptico (20) correspondiente con el que está asociado.

3. Un aparato de LED según la reivindicación 2, en el que el filtro o cada uno de los filtros (17) está integrado en la superficie del sensor óptico (16, 18) con el que está asociado.

4. Un aparato de LED según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende una o más pantallas (22, 23) para proporcionar una protección.

5. Un aparato de LED según la reivindicación 4, en el que una o más de dichas pantallas (22, 23) es una pantalla parcial.

6. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de los pares LED-sensor óptico (20) se proporciona en una posición rebajada con respecto al resto de dicha matriz de LED.

7. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha pluralidad de LED están montados en el mismo lado de uno o más sustratos.

8. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato comprende además un circuito de control para controlar una potencia de salida de al menos algunos de dichos LED en función de la salida de al menos uno de dichos sensores ópticos.

9. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos LED incluyen uno o más grupos de LED.

10. Un aparato de LED según la reivindicación 9, en el que cada grupo incluye al menos un LED que forma parte de un par LED-sensor óptico.

11. Un aparato de LED según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que todos los LED de un mismo grupo son sustancialmente idénticos.

12. Un aparato de LED según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que se mide la salida de todos los LED de un grupo, a excepción de unos pocos, y la entrada de cada LED del grupo se controla en función de dichas medidas.

13. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que uno o más de dichos sensores ópticos (16, 18) están asociados con uno o más integradores para que sea posible determinar la salida de energía de uno o más de dichos LED a lo largo del tiempo.

14. Un aparato de LED según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los diferentes LED de la matriz de LED emiten luz con diferentes longitudes de onda.

ES 2 343 588 T3

15. Un dispositivo emisor de luz (30) que comprende un aparato de LED de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

5 16. Un dispositivo (30) según la reivindicación 15, en el que dicho aparato de LED se proporciona en el extremo de un dedo flexible (34).

17. Un dispositivo (30) según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, en el que la luz procedente de dicho aparato de LED se conduce a través de una guía de luz.

10 18. Un dispositivo (30) según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, que además comprende un mecanismo de refrigeración (36) para refrigerar los LED de dicho aparato.

15

20

25

30

35

40

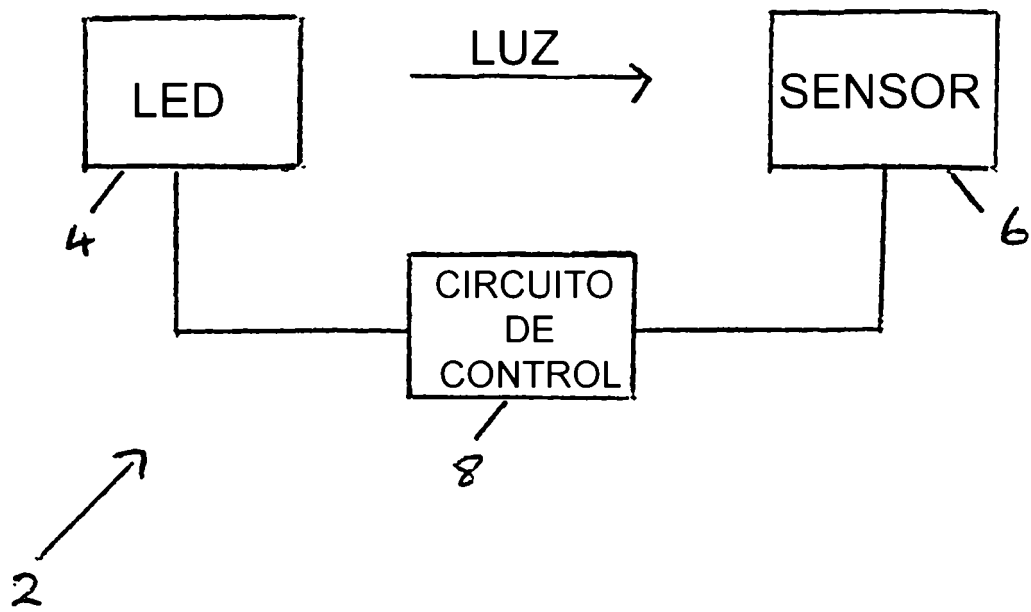
45

50

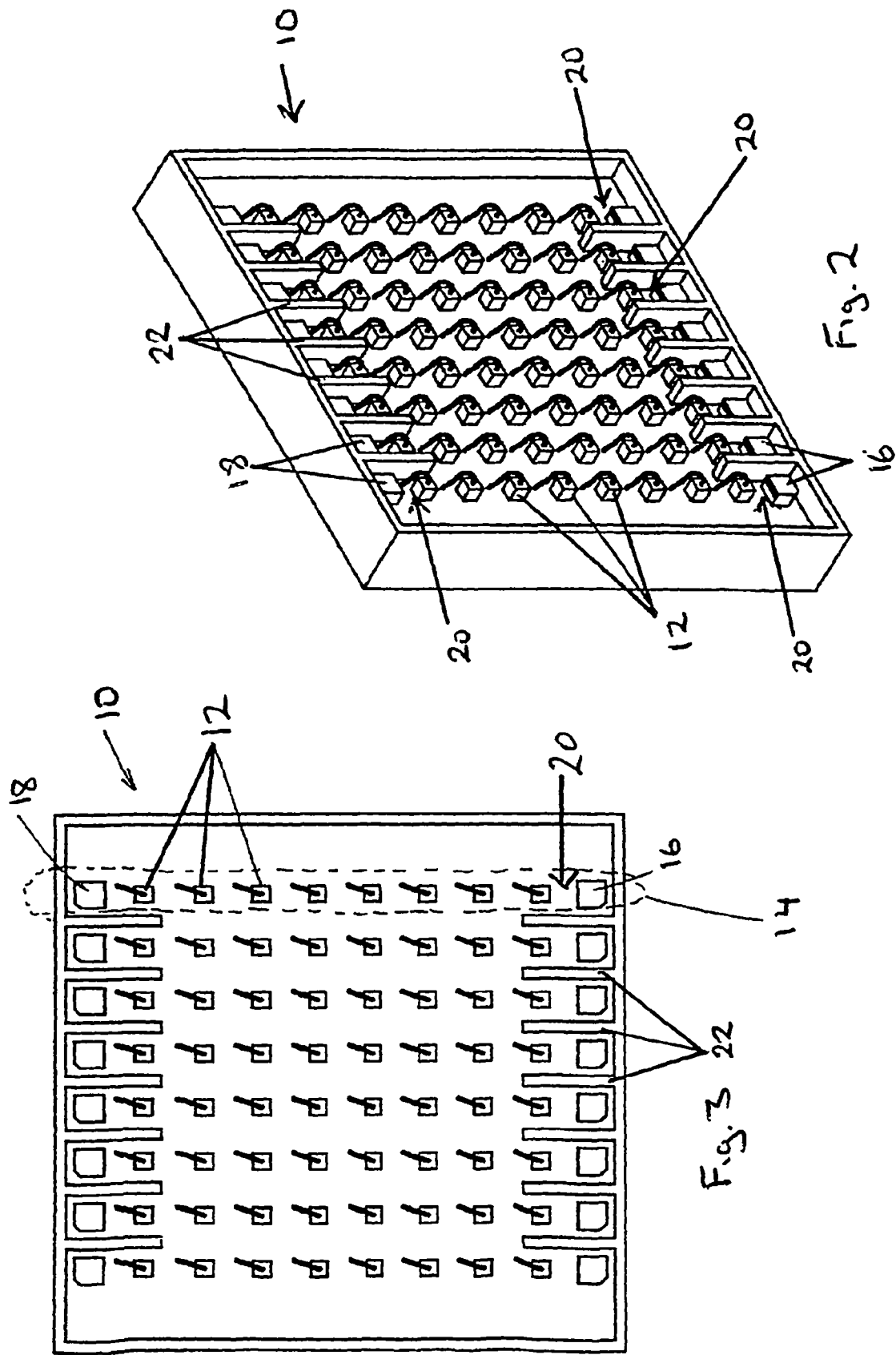
55

60

65



F.g. 1



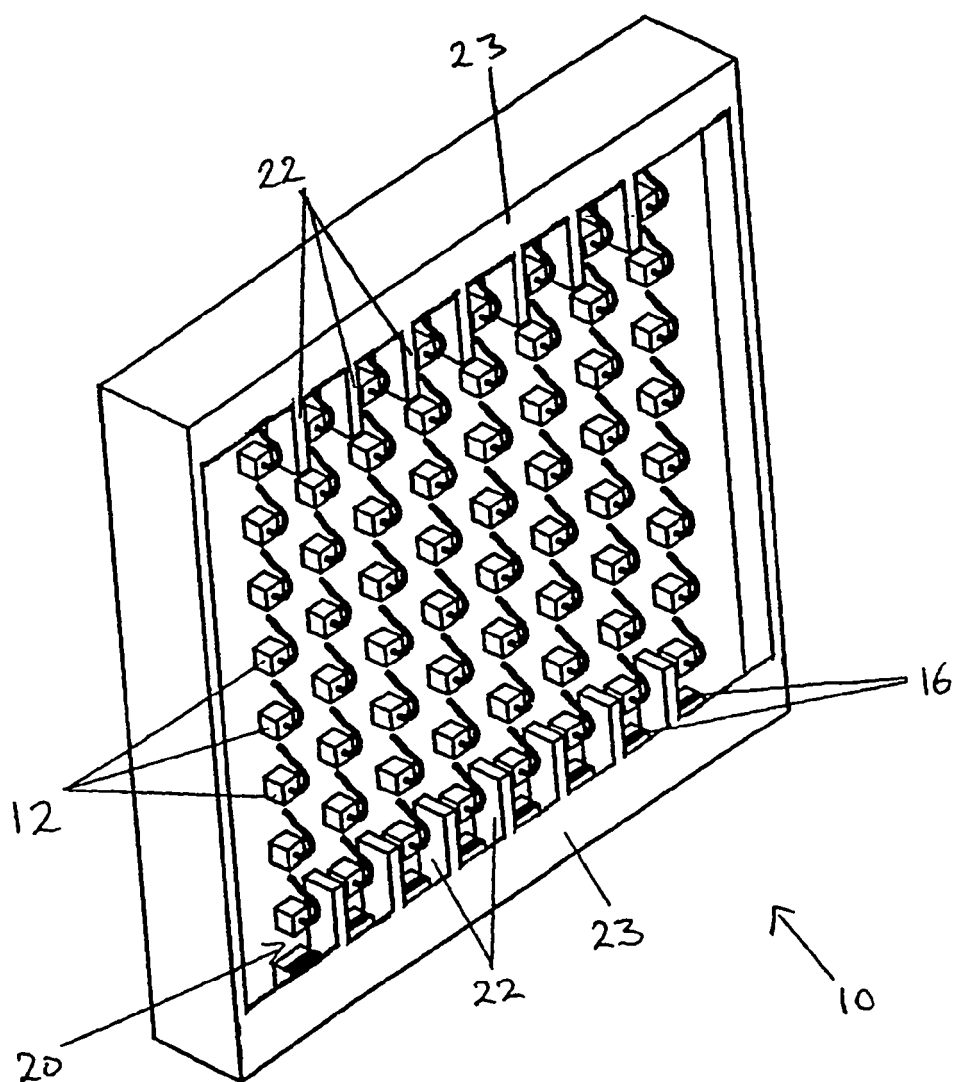


Fig. 2a

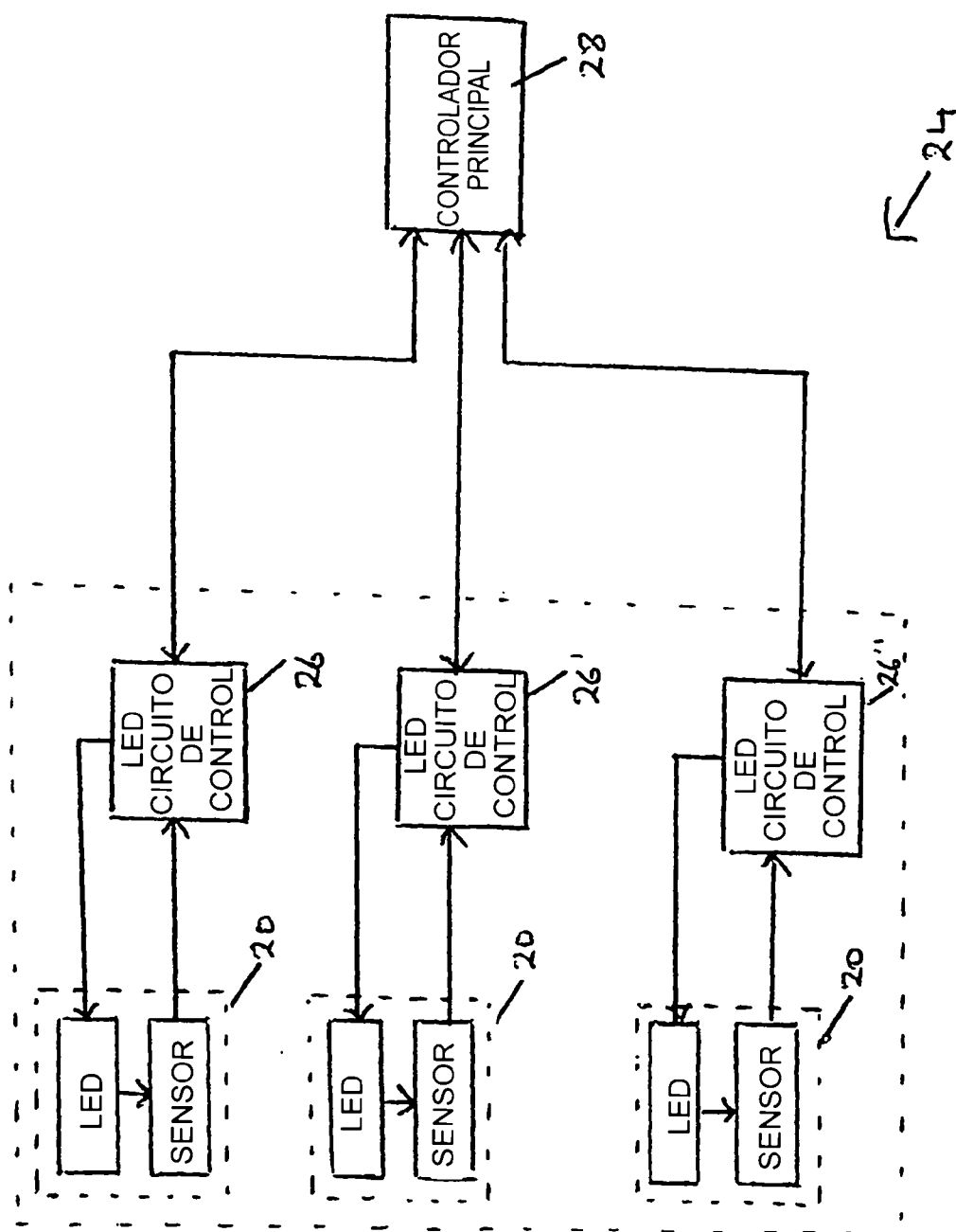
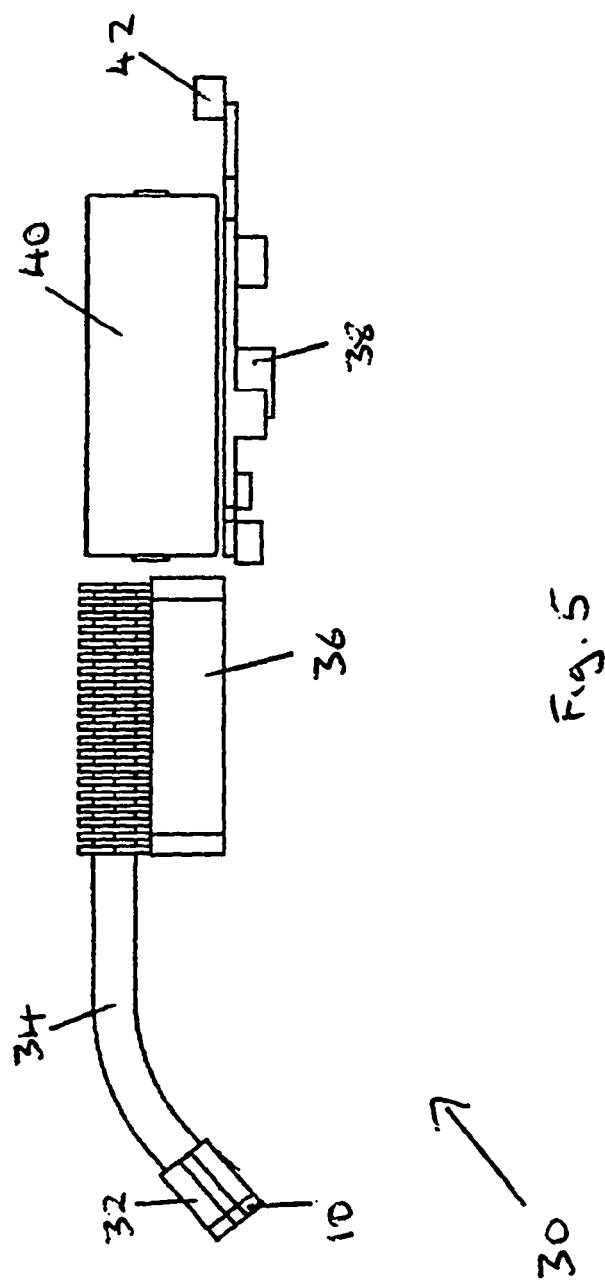
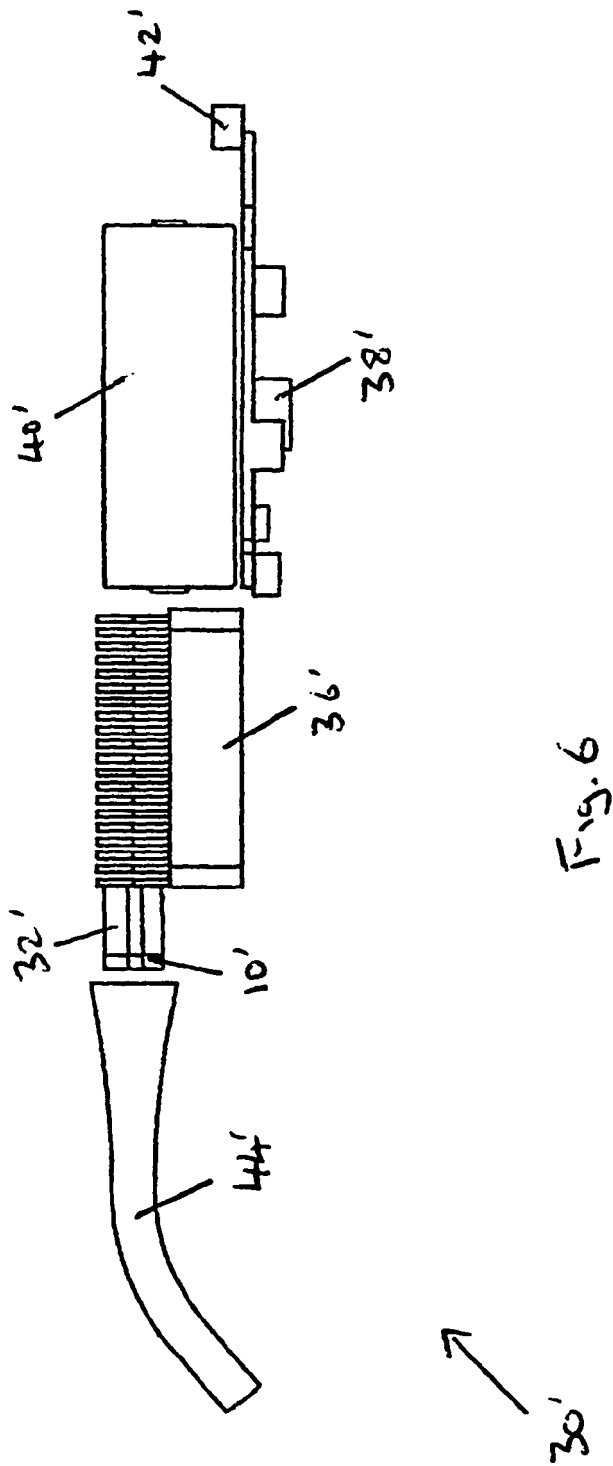


Fig. 4





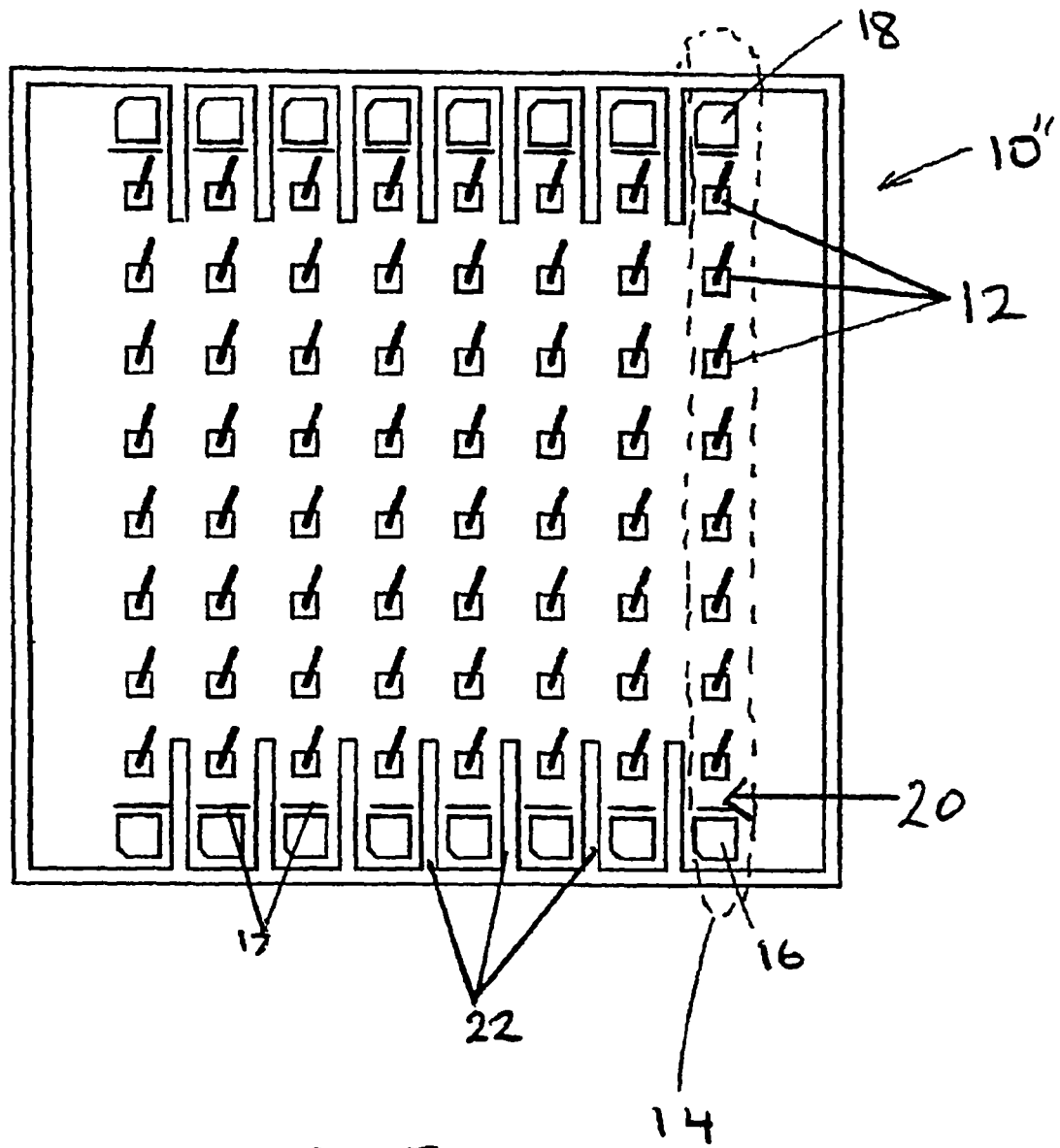


Fig. 7

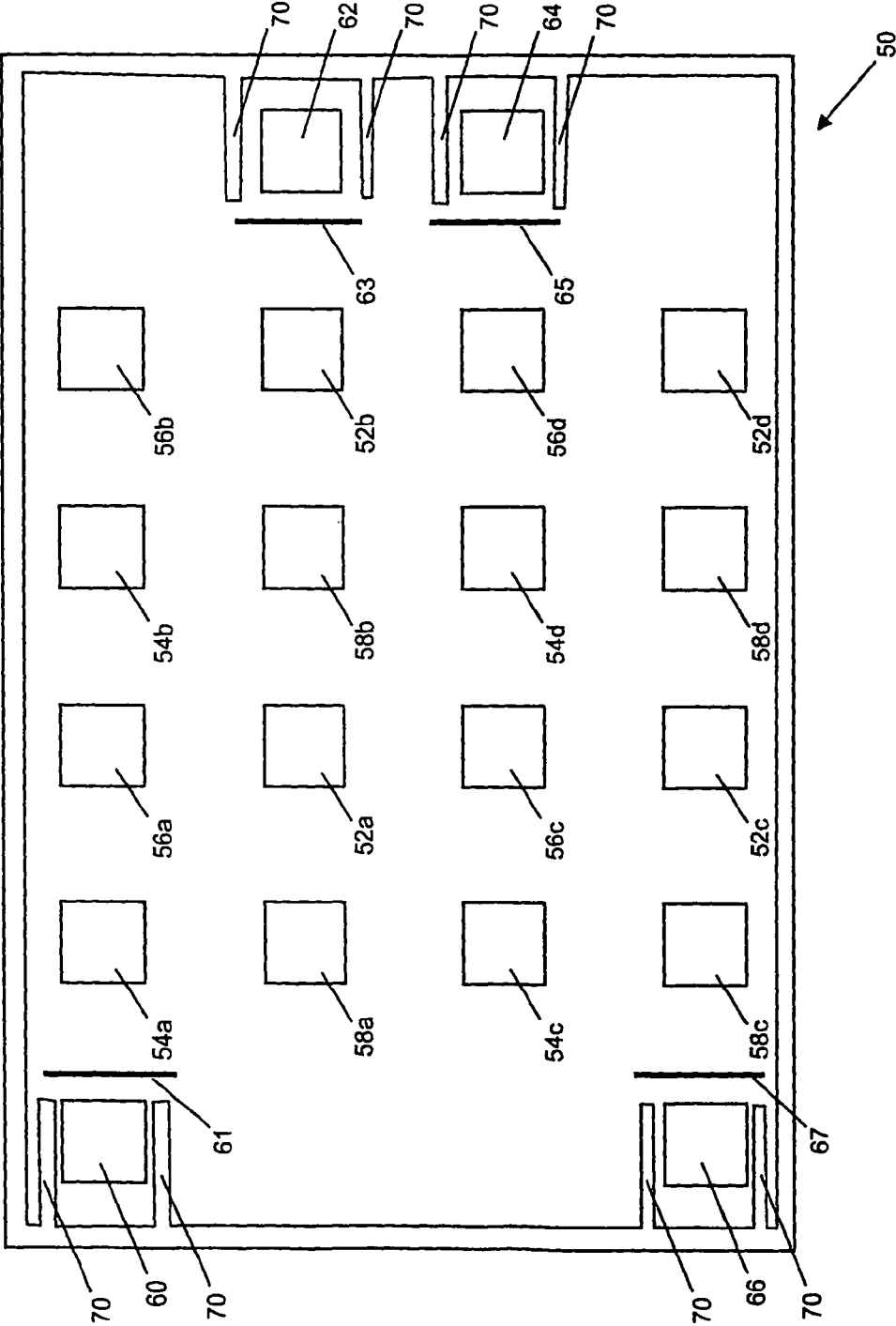


Fig. 8

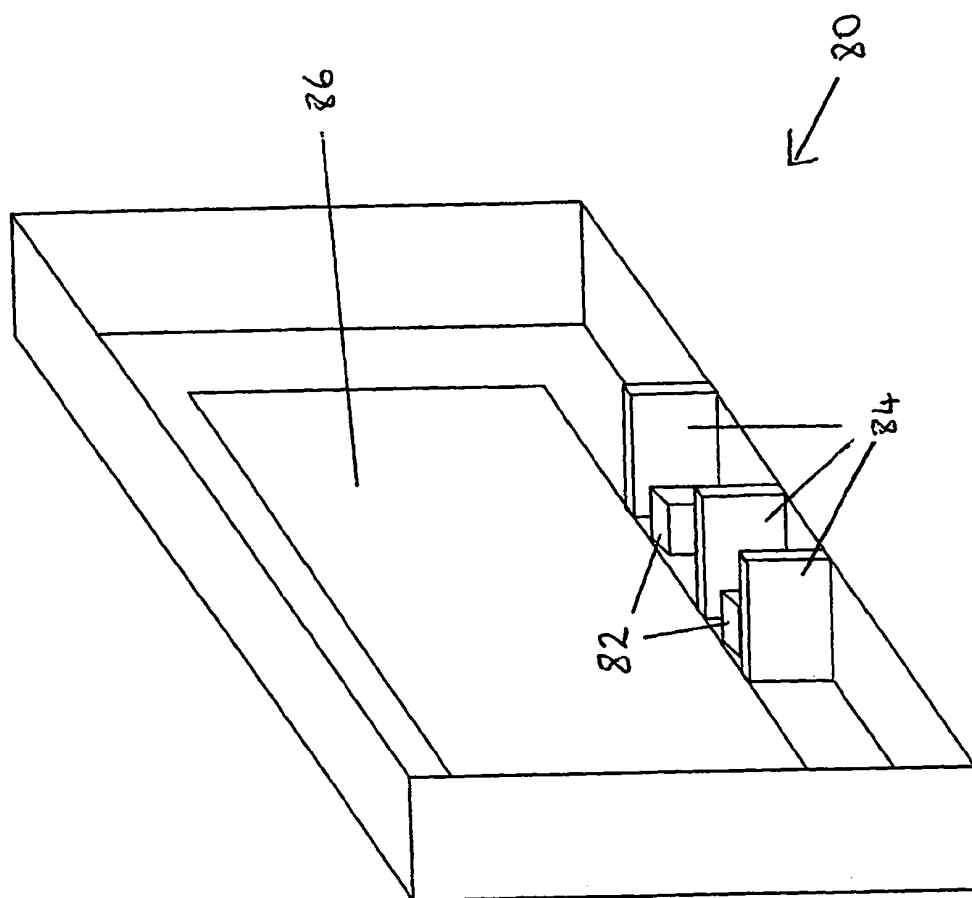


Fig. 9