



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 407**

51 Int. Cl.:  
**H01L 27/15** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03794115 .0**

96 Fecha de presentación : **28.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1553641**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2005**

54 Título: **Dispositivo emisor de luz provisto de diodos emisores de luz.**

30 Prioridad: **29.08.2002 JP 2002-249957**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.07.2011**

73 Titular/es: **SEOUL SEMICONDUCTOR Co., Ltd.**  
**148-29, Gasan-dong**  
**Geumcheon-gu Seoul, KR**

72 Inventor/es: **Sakai, Shiro;**  
**Ao, Jin-Ping y**  
**Ono, Yasuo**

74 Agente: **Canela Giménez, María Teresa**

ES 2 362 407 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 emisor de luz provisto de diodos emisores de luz.

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo emisor de luz en el que se forma una pluralidad de diodos emisores de luz sobre un sustrato.

### Antecedentes

Cuando se utiliza como indicador un medio emisor de luz tal como un diodo emisor de luz (LED) o similar, las condiciones típicas de uso son aproximadamente de 1 V a 4 V para la tensión de mando y aproximadamente 20 mA para el control de corriente. Con el reciente desarrollo de los LEDs de longitud de onda corta que utilizan un semiconductor compuesto con base GaN y la comercialización de fuentes luminosas sólidas de color integral, color blanco, etc, se ha contemplado la aplicación de LEDs en el campo de la iluminación. Cuando se utiliza un LED para iluminar, pueden existir casos en los que el LED es usado en condiciones diferentes de las anteriormente descritas de 1 V - 4 V de tensión de mando y 20 mA de control de corriente. Como consecuencia de ello, se han tomado medidas para permitir que una corriente mayor circule a través de los LEDs y para incrementar el flujo de emisión lumínica. Para conseguir una mayor circulación de corriente debe aumentarse un área de una unión pn del LED con objeto de reducir la densidad de corriente.

Cuando se utiliza el LED como fuente lumínica para iluminar, es conveniente usar una fuente eléctrica AC y permitir su utilización con una tensión de mando de 100 V o superior. Además, si se desea el mismo flujo de emisión lumínica con el suministro de la misma cantidad de energía, la pérdida de energía de energía puede reducirse mediante la aplicación de un alto voltaje manteniendo al mismo tiempo un valor de corriente bajo. En los LEDs de la técnica conexas, sin embargo, no es siempre posible incrementar la tensión de mando.

El documento JP2001307506 describe un dispositivo emisor de luz que comprende una pluralidad de diodos emisores de luz con base GaN formados monolíticamente con una configuración bidimensional provista de un número par de filas sobre un sustrato aislante, en el que la pluralidad de diodos emisores de luz forma dos grupos compuestos por un mismo número de diodos emisores de luz, en el que dentro de cada uno de los dos grupos los diodos emisores de luz están conectados eléctricamente en serie para formar una red de diodos emisores de luz y las dos redes de diodos emisores de luz están conectadas eléctricamente en paralelo entre dos electrodos de modo que las dos redes de diodos emisores de luz presenten polaridades opuestas.

### Divulgación de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo emisor de luz que pueda funcionar con una elevada tensión de mando.

Según un aspecto de la presente invención se realiza un dispositivo emisor de luz compuesto por una pluralidad de diodos emisores de luz con base GaN formados monolíticamente en una configuración bidimensional provista de un número par de filas sobre un sustrato aislante, en el que la pluralidad de diodos emisores de luz forma dos grupos compuestos por el mismo número de diodos emisores de luz, en el que

dentro de cada uno de los dos grupos los diodos emisores de luz están conectados eléctricamente en serie para formar una red de diodos emisores de luz y las dos redes de diodos emisores de luz están conectadas eléctricamente en paralelo entre dos electrodos de modo que las dos redes de diodos emisores de luz presenten polaridades opuestas, donde las dos redes de diodos emisores de luz están dispuestas en una configuración bidimensional en zigzag mediante la disposición de los diodos emisores de luz dentro de cada una de las dos redes de diodos emisores de luz en una línea curva en zigzag de filas y la disposición alternada de las dos redes de diodos emisores de luz de modo que las dos redes de diodos emisores de luz presentan filas formadas entre las filas de la otra red de diodos emisores de luz.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, la pluralidad de diodos emisores de luz estén conectados mediante líneas aéreas en puente.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, la pluralidad de diodos emisores de luz estén separados eléctricamente a través de zafiro, el cual se usa como sustrato.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, cada uno de los diodos emisores de luz y de los electrodos tengan una forma planar aproximadamente cuadrada o triangular.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, la forma general de la pluralidad de diodos emisores de luz y de los electrodos sea aproximadamente cuadrada.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, los dos electrodos sean electrodos para el suministro eléctrico de corriente alterna.

Según otro aspecto de la presente invención, es preferible que, en el dispositivo emisor de luz, los dos grupos de redes de diodos emisores de luz dispongan de un electrodo tipo n en común.

En la presente invención, una pluralidad de diodos emisores de luz resultan formados monolíticamente, es decir, se forman sobre el mismo sustrato, y están conectados en serie. Con esta estructura, la presente invención permite una alta tensión de mando. Mediante la conexión de una pluralidad de diodos emisores de luz en una dirección, es factible una excitación por corriente continua. Mediante la agrupación de la pluralidad de diodos emisores de luz en dos grupos y la conexión de los dos grupos entre electrodos de modo que los dos grupos de diodos emisores de luz (redes de diodos emisores de luz) presenten polaridades opuestas entre sí, es posible permitir además una excitación por corriente alterna. El número de diodos en los grupos es el mismo.

Existen disponibles varios métodos para disponer o colocar de manera bidimensional una pluralidad de diodos emisores de luz, y es deseable un método que minimice el área ocupado en el sustrato. Por ejemplo, disponiendo los dos grupos de redes de diodos emisores de luz en una configuración en zigzag, es decir, disponiendo una pluralidad de diodos emisores de luz en una línea curva y disponiendo de forma alterna las redes de diodos emisores de luz, el área de sustrato puede ser utilizado eficientemente y pueden conectarse un gran número de diodos emisores de luz. Cuando

las dos redes de diodos emisores de luz están situadas de forma alterna, puede producirse el cruce de parte de las líneas. Es posible evitar de manera efectiva los cortocircuitos en la partes que se cruzan conectando los diodos emisores de luz mediante líneas aéreas en puente. Las formas de los diodos emisores de luz y de los electrodos son ilimitadas. Dando forma planar a los diodos emisores de luz y a los electrodos, por ejemplo, aproximadamente cuadrada, la forma general resultante es aproximadamente cuadrada, lo cual permite el uso de una estructura de montaje estándar. Es también posible utilizar una forma diferente de la del cuadrado, por ejemplo, un triángulo, para los diodos emisores de luz y los electrodos, para crear una forma aproximadamente cuadrada como forma general mediante la combinación de triángulos, y, en consecuencia, es posible utilizar de igual modo una estructura de montaje estándar.

#### Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama que muestra una estructura básica de un diodo emisor de luz (LED).

La Fig. 2 es un diagrama de circuito equivalente de un dispositivo emisor de luz.

La Fig. 3 es una vista en planta de dos LEDs.

La Fig. 4 es una vista transversal a lo largo de una línea IV-IV de la Fig. 3.

La Fig. 5 es otro diagrama de circuito equivalente de un dispositivo emisor de luz.

La Fig. 6 es un diagrama explicativo de una estructura en la que 40 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 7 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 6.

La Fig. 8 es un diagrama explicativo de una estructura en la que 6 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 9 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 8.

La Fig. 10 es un diagrama explicativo de una estructura en la que 14 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 11 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 10.

La Fig. 12 es un diagrama explicativo de una estructura en la que 6 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 13 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 12.

La Fig. 14 es un diagrama explicativo de una estructura en la que 16 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 15 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 14.

La Fig. 16 es un diagrama explicativo de una estructura, que no forma parte de la presente invención, que comprende 2 LEDs.

La Fig. 17 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 16.

La Fig. 18 es un diagrama explicativo de una estructura, que no forma parte de la presente invención, en la que 4 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 19 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 18.

La Fig. 20 es un diagrama explicativo de una estructura, que no forma parte de la presente invención, en la que 3 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 21 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 20.

La Fig. 22 es un diagrama explicativo de una estructura, que no forma parte de la presente invención, en la que 6 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 23 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 22.

La Fig. 24 es un diagrama explicativo de una estructura, que no forma parte de la presente invención, en la que 5 LEDs se encuentran dispuestos en una configuración bidimensional.

La Fig. 25 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 24.

La Fig. 26 es un diagrama explicativo de otra disposición bidimensional que no forma parte de la presente invención.

La Fig. 27 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 26.

La Fig. 28 es un diagrama explicativo de otra disposición bidimensional que no forma parte de la presente invención.

La Fig. 29 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 28.

La Fig. 30 es un diagrama explicativo de otra disposición bidimensional que no forma parte de la presente invención.

La Fig. 31 es un diagrama de circuito de la estructura mostrada en la Fig. 30.

#### Mejor modo de realizar la invención

Una realización práctica de preferencia de la presente invención será descrita a continuación con referencia a los dibujos.

La Fig. 1 muestra una estructura básica de un LED 1, el cual es un diodo emisor de luz semiconductor compuesto con base GaN de la presente realización práctica. El LED 1 posee una estructura en la cual una capa GaN 12, una capa GaN de tipo n impurificada con Si 14, una capa emisora de luz InGaN 16, una capa AlGaIn 18, y una capa GaN de tipo p 20 son secuencialmente estratificadas sobre un sustrato 10, se forma un electrodo p 22 en contacto con la capa GaN de tipo p 20, y se un forma electrodo n 24 en contacto con la capa GaN de tipo n 14.

El LED mostrado en la Fig. 1 está fabricado mediante el siguiente proceso. Primeramente, se trata térmicamente un sustrato c-plano de zafiro durante 10 minutos en una atmósfera de hidrógeno a una temperatura de 1100°C en un dispositivo MOCVD. A continuación, la temperatura se rebaja a 500°C y se administra gas de silano y gas de amoniaco durante 100 segundos para formar una capa SiN discontinua sobre el sustrato 10. Este proceso se realiza a cabo a fin de reducir la densidad de dislocación en el interior del dispositivo y la lámina SiN no es mostrada en la Fig. 1. A continuación, el trimetil galio y el amoniaco son administrados a la misma temperatura para cultivar una capa GaN hasta un espesor de 20 nm. Se eleva la temperatura hasta 1050°C y el trimetil galio y el amoniaco son de nuevo administrados para cultivar una capa GaN sin impurificar (u-GaN) 12 y una capa GaN de tipo n impurificada con Si 14 hasta un espesor de 2  $\mu\text{m}$  en cada una. A continuación, se reduce la temperatura hasta aproximadamente 700°C y se cultiva una capa InGaIn emisora de luz 16 hasta un espesor de 2 nm. Un objetivo es una composición  $x = 0.15$ , esto es,  $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ . Una vez se ha cultivado la capa emisora de luz 16, se eleva la temperatura hasta

1000°C, se cultivan una capa de inyección de huecos AlGaIn 18 y una capa GaN de tipo p 20.

Una vez se ha cultivado la capa GaN de tipo p 20, la lasquita es retirada del dispositivo MOCVD y una capa Ni de 10 nm y capa Au de 10 nm son secuencialmente evaporadas al vacío para formar dichas capas sobre la superficie de la capa cultivada. Se aplica un tratamiento térmico en una atmósfera de gas nitrógeno conteniendo un 5% de oxígeno a una temperatura de 520°C de modo que la película de metal se transforma en un electrodo transparente de tipo p 22. Una vez se ha formado el electrodo transparente, se aplica un fotoresistente sobre la totalidad de la superficie y se aplica asimismo un proceso de mordido para formar un electrodo de tipo n usando el fotoresistente como máscara. La profundidad del mordido es de, por ejemplo, 600 nm. Se forman una capa Ti de 5 nm de espesor y una capa Al de 5 nm de espesor sobre la capa GaN de tipo n 14 expuesta mediante el proceso de mordido y se aplica un tratamiento térmico en una atmósfera de gas nitrógeno a una temperatura de 450°C durante 30 minutos para formar un electrodo de tipo n 24. Finalmente, se cultiva un reverso del sustrato 10 hasta un espesor de 100  $\mu\text{m}$  y se recortan y montan chips para obtener el LED 1.

En la Fig. 1, se forma un LED con base GaN sobre el sustrato 1, pero en la presente realización práctica, una pluralidad de LEDs 1 son formados monolíticamente sobre el sustrato 10 en una red bidimensional y los LEDs son conectados para formar el dispositivo emisor de luz (chip). En donde, "monolítico" indica que todos los elementos están formados sobre un único sustrato.

La Fig. 2 es un diagrama que muestra un circuito equivalente del dispositivo emisor de luz. En la Fig. 2, los diodos emisores de luz en la red bidimensional están agrupados en dos grupos con el mismo número de diodos emisores de luz (en la Fig. 2, 4 diodos emisores de luz). Los LEDs 1 en cada grupo están conectados en serie y los dos grupos de redes de LEDs están conectados en paralelo entre electrodos (electrodos excitadores) de modo que los dos grupos presenten polaridades opuestas. De esto modo, conectando la red de LEDs en serie, es posible excitar los LEDs a un gran voltaje en el que se suma la tensión de mando de cada LED. Como las redes de LEDs están conectadas en paralelo entre los electrodos de modo que las redes de LEDs presenten polaridades opuestas, incluso cuando se proporciona un suministro eléctrico por corriente alterna como fuente eléctrica, una de las redes de LEDs siempre emite luz en cada periodo de suministro eléctrico, lo cual permite una emisión lumínica efectiva.

La Fig. 3 es una vista parcial en planta de una pluralidad de LEDs formados monolíticamente sobre el sustrato 10. La Fig. 4 es un diagrama que muestra una sección transversal IV-IV de la Fig. 3. En la Fig. 3 un electrodo p 22 y un electrodo n 24 aparecen formados sobre la superficie superior del LED 1, tal como se muestra en la Fig. 1. El electrodo p 22 y el electrodo n 24 de los LEDs adyacentes 1 aparecen conectados a través de una línea aérea en puente 28 y una pluralidad de LEDs 1 aparecen conectados en serie.

En la Fig. 4, Los LEDs 1 son mostrados de manera simple con fines explicativos. Concretamente, únicamente se muestran la capa n-GaN 14, la capa p-GaN 20, el electrodo p 22, y el electrodo n 24. En aplicaciones reales la capa emisora de luz InGaIn 16 se

encuentra también presente, tal como se muestra en la Figura 1. La línea aérea en puente 28 realiza la conexión desde el electrón p 22 al electrón n 24 por el aire. De este modo, a diferencia del método consistente en aplicar una película aislante sobre la superficie del diodo, formar electrodos sobre la película aislante, y conectar eléctricamente el electrón p 22 y el electrón n 24, es posible evitar el problema de la degradación de los LEDs 1 como consecuencia de la difusión térmica de los elementos formativos del material aislante hasta la capa n y la capa p a partir de una desconexión de línea o una película aislante, puesto que deja de ser necesario situar los electrodos a lo largo de la estría mordentadora. La línea aérea en puente 28 es además utilizada para la conexión entre el LED 1 y el electrodo que no es mostrado en la Fig. 4, además de para la conexión entre los LEDs 1.

Además, tal como se muestra en la Fig. 4, los LEDs 1 deben ser independientes y aislados electrónicamente unos de otros. Con este fin, los LEDs 1 se encuentran separados sobre el sustrato de zafiro 10. Como el zafiro es un material aislante, es posible separar electrónicamente los LEDs 1. Mediante el uso del sustrato de zafiro 10 como cuerpo resistivo para lograr una separación eléctrica entre los LEDs, es posible separar eléctricamente los LEDs de manera fácil y fiable.

Como en el diodo emisor de luz, es también posible emplear un MIS en lugar del LED provisto de una unión pn.

La Fig. 5 es un diagrama que muestra otro circuito equivalente del dispositivo emisor de luz. En la Fig. 5, 20 LEDs 1 están conectados en serie para formar una red de LEDs y dos de dichas redes de LEDs (un total de 40 LEDs) están conectadas a una fuente eléctrica en paralelo. La tensión de mando del LED 1 está fijada en 5 V, y por lo tanto, la tensión de mando de cada red de LEDs es de 100 V. Las dos redes de LEDs están conectadas en paralelo con la fuente eléctrica de modo que las redes de LEDs presenten polaridades opuestas, similares a la Fig. 2. La luz es siempre emitida procedente de una de las redes de LEDs, independientemente de la polaridad de la fuente eléctrica.

La Fig. 6 muestra una estructura específica de la red bidimensional y corresponde al diagrama de circuito equivalente de la Fig. 2. En la Fig. 6, un total de 40 LEDs 1 aparecen formados sobre el sustrato de zafiro 10 agrupados en dos grupos de 20 LEDs 1. Los grupos de LEDs 1 están conectados en serie mediante puentes los aéreos 28 para así formar dos redes de LEDs. Más concretamente, todos los LEDs 1 presentan una forma cuadrada del mismo tamaño y forma. La primera red de LEDs comprende, desde la línea superior hasta la línea inferior, una línea de 6 LEDs dispuestos en línea recta, una línea de 7 LEDs dispuestos en línea recta, y una línea de 7 LEDs dispuestos en línea recta. La primera fila (6 LEDs) y la segunda fila (7 LEDs) están formadas orientadas en direcciones opuestas y la segunda y tercera filas están formadas orientadas en direcciones opuestas. La primera y segunda filas están separadas entre sí y la segunda y la tercera filas están separadas entre sí, ya que las filas de la otra red de LEDs están insertadas de forma alterna, como se describirá posteriormente. El LED 1 situado más a la derecha de la primera fila y el LED 1 situado más a la derecha de la segunda fila se encuentran conectados mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 situado más a la izquierda de la

segunda fila y el LED 1 situado más a la izquierda de la tercera fila se encuentran conectados mediante una línea aérea en puente 28 a fin de estructurar una disposición en zigzag. El LED 1 situado más a la izquierda de la primera fila está conectado a un electrodo (zona terminal) 32 formado en la sección superior izquierda del sustrato 10 mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 situado más a la derecha de la tercera fila está conectado con un electrodo (zona terminal) 32 en la sección inferior derecha del sustrato 10 mediante una línea aérea de puente 28. Los dos electrodos (zonas terminales) 32 presentan la misma forma cuadrada que los LEDs 1. La segunda red de LEDs está formada de modo alterno en los espacios de la primera red de LEDs. Más concretamente, en la segunda red de LEDs, 7 LEDs, 7 LEDs, y 6 LEDs aparecen formados en líneas rectas de arriba a abajo, la primera fila está formada entre la primera y la segunda filas de la primera red de LEDs, la segunda fila está formada entre la segunda y la tercera filas de la primera red de LEDs, y la tercera fila está formada debajo de la tercera fila de la primera red de LEDs. La primera y segunda filas de la segunda red de LEDs están formadas orientadas en direcciones opuestas y la segunda y tercera filas de la segunda red de LEDs están formadas orientadas en direcciones opuestas. El LED 1 situado más a la derecha de la primera fila está conectado con el LED 1 situado más a la derecha de la segunda fila mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 situado más a la izquierda de la segunda fila está conectado con el LED 1 situado más a la izquierda de la tercera fila mediante una línea aérea en puente 28 para estructurar una disposición en zigzag. El LED situado más a la izquierda de la primera fila de la segunda red de LEDs está conectado con el electrodo 32 formado en la sección superior izquierda del sustrato 10 mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 situado más a la derecha de la tercera fila está conectado con el electrodo 32 formado en la sección inferior derecha del sustrato 10 mediante una línea aérea en puente 28. Las polaridades de las redes de LEDs con respecto a los electrodos 32 son opuestas entre sí. La forma general del dispositivo emisor de luz (chip) es rectangular. Es importante asimismo señalar que dos electrodos 32 a los que se les proporciona corriente eléctrica están formados en posiciones diagonalmente opuestas del rectángulo y separados entre sí.

La Fig. 7 es un diagrama de circuito del circuito mostrado en la Fig. 6. Puede distinguirse en la figura que cada una de las redes de LEDs está conectada en serie al tiempo que se curva en una configuración en zigzag y que las dos redes de LEDs presentan las filas en forma de zigzag formadas entre las filas de la otra red de LEDs. Mediante el empleo de este tipo de configuración, muchos LEDs 1 pueden ser dispuestos sobre un sustrato 10 de reducido tamaño. Además, como se requieren únicamente dos electrodos 32 para 40 LEDs, la eficiencia de uso en el sustrato 10 puede mejorarse aún más. Adicionalmente, cuando los LEDs 1 son formados individualmente con objeto de separar los LEDs 1, la lasquita debe ser cortada para su separación, pero en la presente invención, la separación entre los LEDs 1 puede ser lograda a través del mordido, lo cual permite una reducción de la distancia entre los LEDs 1. Con esta configuración, es posible reducir más el tamaño del sustrato de zafiro 10. La separación entre los LEDs 1 se logra mediante el mordido y la retirada de regiones que no sean LEDs 1 hasta

el punto en que se alcanza el sustrato 10 mediante el uso de sustancias fotoendurecibles, el atacado reactivo por iones y el atacado en húmedo. Como las redes de LEDs emiten alternativamente luz, la eficiencia de emisión lumínica puede ser mejorada y la característica de descarga térmica puede asimismo ser mejorada. Además, cambiando el número de LEDs 1 conectados en serie, la tensión de mando global también puede ser cambiada. Adicionalmente, reduciendo el área del LED 1, es posible aumentar la tensión de mando por LED. Cuando se conectan en serie 20 LEDs 1 y son excitados con un suministro eléctrico disponible en comercios (100 V, 60 Hz), puede obtenerse un poder de emisión de luz de aproximadamente 150 mW. El control de la corriente en este caso es de aproximadamente 20 mA.

Tal como queda claro a partir de la Fig. 7, cuando dos redes de LEDs son dispuestas alternativamente en una configuración en zigzag, se genera inevitablemente una sección de cruce en la línea aérea en puente 28. Por ejemplo, cuando la primera fila y la segunda fila de la segunda red de LEDs están conectadas, dicha parte cruza la parte de línea a fin de conectar la primera fila y la segunda fila de la primera red de LEDs. Sin embargo, la línea aérea en puente 28 de la presente realización práctica no queda adherida al sustrato 10 tal como se ha descrito anteriormente y se extiende a través del aire, distanciada del sustrato 10. A causa de esta estructura, los cortocircuitos debidos al contacto de las líneas aéreas en puente 28 en la sección de cruce pueden evitarse fácilmente. Ésta es una de las ventajas de utilizar la línea aérea en puente 28. La línea aérea en puente 28 se forma, por ejemplo, mediante los siguientes procesos. Se aplica un fotoreistente sobre la totalidad de la superficie hasta alcanzar un espesor de  $2\ \mu\text{m}$  y se aplica un proceso de post-cocido tras la abertura de un orificio con la forma de la línea aérea en puente. Sobre esta estructura, se evaporan una capa de Ti de 10 nm y una capa de Au de 10 nm en este orden mediante evaporación al vacío. Se aplica de nuevo un fotoreistente sobre la totalidad de la superficie hasta alcanzar un espesor de  $2\ \mu\text{m}$  y se abren orificios en las partes en las que deben formarse las líneas aéreas en puente. A continuación, utilizando Ti y Au como electrodos, se deposita Au sobre toda la superficie de los electrodos hasta alcanzar un espesor de 3 -  $5\ \mu\text{m}$  mediante recubrimiento iónico (galvanoplastia) en un electrolito. A continuación, la muestra es sumergida en acetona, el fotoreistente es disuelto y retirado mediante limpieza por ultrasonidos, y la línea aérea en puente 28 es completada.

De este modo, mediante la colocación de la pluralidad de LEDs 1 con una forma bidimensional de red, es posible utilizar de manera efectiva el área del sustrato y se permite una alta tensión de mando y, en concreto, la excitación usando el suministro eléctrico disponible comercialmente. Se pueden utilizar otras varias configuraciones como configuración de la red bidimensional. En general, la forma bidimensional de red satisface preferiblemente las siguientes condiciones:

- (1) la forma de las posiciones de los LEDs y de los electrodos es preferiblemente idéntica con objeto de permitir que una corriente uniforme discurra a través de los LEDs y obtener una emisión de luz uniforme;
- (2) los costados de los LEDs son preferiblemente

líneas rectas con objeto de permitir el recorte de lasquitas para crear chips;

- (3) El LED preferiblemente presenta una forma planar similar a un cuadrado para usar un molde estándar y utilizar la reflexión desde la periferia a fin mejorar la eficiencia de la extracción lumínica;
- (4) un tamaño preferible de dos electrodos (zonas de soldadura) es aproximadamente  $100\ \mu\text{m}$  en cuadrado y los dos electrodos están preferiblemente separados entre sí,
- y
- (5) el coeficiente de la línea y la zona terminal es preferiblemente mínimo para permitir un uso efectivo del área de la lasquita.

Estas condiciones no son obligatorias, y es posible, por ejemplo, emplear una forma planar de triángulo como forma del LED. Incluso cuando la forma del LED es un triángulo, la forma general aproximadamente cuadrada puede obtenerse combinando los triángulos. A continuación se describirán algunos ejemplos de formas bidimensionales de red.

La Fig. 8 muestra una configuración bidimensional de un total de 6 LEDs 1 u la Fig. 9 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. La configuración de la Fig. 8 es básicamente idéntica a la de la Fig. 6. Se agrupan 6 LEDs en dos grupos con el mismo número para formar redes de LEDs que presentan 3 LEDs conectados en serie. La primera red de LEDs está organizada en una configuración en zigzag, disponiendo la primera fila de un LED y la segunda fila de dos LEDs. El LED de la primera fila y el LED 1 situado más a la derecha de la segunda fila están conectados en serie mediante una línea aérea en puente 28 y los dos LEDs 1 de la segunda fila están conectados en serie mediante una línea aérea en puente 28. Los electrodos (zonas marginales) 32 están formados en una sección superior izquierda y una sección inferior izquierda del sustrato 10. El LED 1 de la primera fila está conectado al electrodo 32 en la sección superior izquierda mediante una línea aérea en puente y el LED 1 situado más a la izquierda de la segunda fila está conectado al electrodo 32 en la sección inferior izquierda. La segunda red de LEDs está también organizada con una configuración en zigzag y presenta dos LEDs 1 en la primera fila y un LED 1 en la segunda fila. La primera fila de la segunda red de LEDs está formada entre la primera fila y la segunda fila de la primera red de LEDs y la segunda fila de la segunda red de LEDs está formada debajo de la segunda fila de la primera red de LEDs. El LED 1 situado más a la derecha de la primera fila está conectado en serie al LED 1 de la segunda fila mediante una línea aérea en puente 28 y los dos LEDs 1 de la primera fila están conectados en serie a través de una línea aérea en puente 28. El LED 1 situado más a la izquierda de la primera fila está conectado al electrodo 32 en la sección superior izquierda mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 de la segunda fila está conectado al electrodo 32 en la sección inferior izquierda a través de una línea aérea en puente 28. Como se puede observar en la Fig. 9, también en esta configuración, dos redes de LEDs están conectadas entre los electrodos 32 en paralelo, de modo que presenten polaridades opuestas. Así pues, cuando se suministra una fuente eléctrica

de corriente alterna, las dos redes de LEDs emiten luz alternativamente.

La Fig. 10 muestra una configuración en la que un total de 14 LEDs son dispuestos en una configuración en zigzag y la Fig. 11 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. Se agrupan 14 LEDs en dos grupos y la red de LEDs presenta 7 LEDs conectados en serie. Se organiza una primera red de LEDs en una configuración en zigzag con la primera fila provista de 3 LEDs 1 y la segunda fila provista de 4 LEDs 1. El LED situado más a la izquierda de la primera fila y el LED 1 situado más a la izquierda de la segunda fila están conectados en serie mediante una línea aérea en puente 28, 3 LEDs de la primera fila están conectados en serie a través de una línea aérea en puente 28, y 4 LEDs 1 de la segunda fila están conectados en serie mediante líneas aérea en puente 28. Los electrodos (zonas marginales) 32 están formados en una sección superior derecha y una sección inferior derecha del sustrato 10, el LED 1 situado más a la derecha de la primera fila está conectado al electrodo 32 en la sección superior derecha a través de una línea aérea en puente y el LED 1 situado más a la derecha de la segunda fila está conectado al electrodo 32 en la sección inferior derecha. Una segunda red de LEDs está asimismo organizada en una configuración en zigzag con una primera fila provista de 4 LEDs 1 y una segunda fila provista de 3 LEDs 1. La primera fila de la segunda red de LEDs está formada entre la primera fila y la segunda fila de la primera red de LEDs y la segunda fila de la segunda red de LEDs está formada debajo de la segunda fila de la primera red de LEDs. El LED 1 situado más a la izquierda de la primera fila está conectado en serie con el LED 1 situado más a la izquierda de la segunda fila a través de una línea aérea en puente 28. 4 LEDs 1 de la primera fila están conectados en serie y 3 LEDs 1 de la segunda fila están conectados en serie. El LED 1 situado más a la derecha de la primera fila está conectado al electrodo 32 de la sección superior derecha mediante una línea aérea en puente 28 y el LED 1 situado más a la derecha de la segunda fila está conectado al electrodo 32 en la sección inferior derecha mediante una línea aérea en puente 28. Como puede observarse en la Fig. 11, también en esta configuración, las dos redes de LEDs están conectadas entre los electrodos 32 en paralelo, de modo que presenten polaridades opuestas. Por lo tanto, cuando se suministra una fuente eléctrica de corriente alterna, las dos redes de LEDs emiten luz alternativamente.

Son características comunes a las configuraciones bidimensionales de las Figs. 6, 8 y 10 que los LEDs 1 presentan la misma forma aproximadamente cuadrada y el mismo tamaño, los dos electrodos (zonas marginales) presentan también una forma aproximadamente cuadrada y no están formados contiguos uno al otro (están formados separados entre sí), la configuración es una combinación de dos redes de LEDs, las dos redes de LEDs están curvadas y se entrecruzan sobre el chip, las dos redes de LEDs están conectadas entre electrodos de tal modo que presenten polaridades opuestas, etc.

La Fig. 12 muestra una configuración en la que los LEDs que presentan una forma planar de triángulo están organizados en una configuración bidimensional y la Fig. 13 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. En la Fig. 12, un total de 6 LEDs

1a, 1b, 1c, 1d, 1e, y 1f están formados de manera que presentan una forma planar de triángulo. Los LEDs 1a y 1e están dispuestos enfrentados entre sí en un lado del triángulo de modo que los dos LEDs forman un cuadrado aproximadamente y los LEDs 1b y 1f están dispuestos enfrentados entre sí, de manera que los dos LEDs forman un cuadrado aproximadamente. El LED 1d y un electrodo 32 se enfrentan y están conectados entre sí y el LED 1c y un electrodo 32 se enfrentan y están conectados entre sí. De modo similar a los LEDs, los dos electrodos 32 también presentan una forma planar de triángulo y están situados de manera que forman aproximadamente un cuadrado. Las caras opuestas de los LEDs forman un electrodo n 24, es decir, dos LEDs opuestos comparten el electrodo n 24. Del mismo modo, el LED y el electrodo 32 está conectados a través del electrodo n. También en esta disposición, los 6 LEDs están agrupados en dos grupos de manera similar a las disposiciones anteriormente descritas. Una primera red de LEDs incluye los LEDs 1a, 1b, y 1c. Un electrodo p 22 del LED 1a está conectado al electrodo 32 mediante una línea aérea en puente 28 y un electrodo n 24 del LED 1a está conectado a un electrodo p 22 del LED 1b mediante una línea aérea en puente 28. Un electrodo n 24 del LED 1b está conectado a un electrodo p 22 del LED 1c mediante una línea aérea en puente 28. Un electrodo n 24 del LED 1c está conectado al electrodo 32. Una segunda red de LEDs incluye los LEDs 1d, 1e, y 1f. El electrodo 32 está conectado a un electrodo p 22 del LED 1f mediante una línea aérea en puente 28, un electrodo n 24 del LED 1f está conectado a un electrodo p 22 del LED 1e a través de una línea aérea en puente 28, un electrodo n 24 del LED 1e está conectado a un electrodo p 22 del LED 1d mediante una línea aérea en puente 28, y un electrodo n 24 del LED 1d está conectado al electrodo 32.

En la Fig. 13 debe destacarse que el electrodo n del LED 1a, que es una parte de la primera red de LEDs, está conectado al electrodo n del LED 1e, que es una parte de la segunda red de LEDs, y el electrodo n del LED 1b, que es una parte de la primera red de LEDs está conectado al electrodo n del LED 1f, que es una parte de la segunda red de LEDs. Al compartirse algunos de los electrodos n en las dos red de LEDs, es posible reducir la cantidad de cableado de circuito. Además, también en esta configuración las dos redes de LEDs están conectadas entre los electrodos 32 en paralelo, de modo que presenten polaridades opuestas. Los LEDs poseen la misma forma y tamaño, y al colocar los LEDs que deben ser enfrentados en un lado y dar forma de triángulo al electrodo 32, es posible formar de modo denso los LEDs y los electrodos con objeto de reducir el área necesaria del sustrato.

La Fig. 14 muestra otra configuración en la que los LED con forma planar de triángulo están dispuestos en una configuración bidimensional y la Fig. 15 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. En esta configuración, un total de 16 LEDs, los LEDs 1a - 1r están formados de modo bidimensional. Los LEDs 1a y 1j, los LEDs 1b y 1k, los LEDs 1c y 1m, los LEDs 1d y 1n, los LEDs 1e y 1p, los LEDs 1f y 1q, y los LEDs 1g y 1r se enfrentan entre sí en un lado del triángulo. Un electrodo n 24 se forma en común con los LEDs en el lado opuesto. El LED 1i y un electrodo 32 se enfrentan entre sí y el LED 1h y un electrodo 32 se enfrentan entre sí. Una primera red de LEDs incluye los LEDs 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f,

1g, y 1h y una segunda red de LEDs incluye los LEDs 1i, 1j, 1k, 1l, 1m, 1n, 1o, 1p, 1q, y 1r. Un electrodo n 24 del LED 1b está conectado a un electrodo p 22 del LED 1c mediante una línea aérea en puente 28 y un electrodo n 24 del LED 1e está conectado a un electrodo p 22 del LED 1f mediante una línea aérea en puente 28. Un electrodo n 24 del LED 1q está conectado a un electrodo p 22 del LED 1p mediante una línea aérea en puente 28 y un electrodo n del LED 1m está conectado a un electrodo p 22 del LED 1k mediante una línea aérea en puente 28. También en la Fig. 14, se forma una parte que cruza similar a la de la Fig. 12, pero pueden evitarse los cortocircuitos mediante las líneas aéreas en puente 28. Además, en esta configuración algunos de los electrodos n 24 y las dos redes de LEDs están formadas como estructuras comunes a fin de reducir la cantidad de cableados necesarios. Además, también en esta configuración, las dos redes de LEDs están conectadas entre los electrodos 32 en paralelo de modo que presenten polaridades opuestas y el dispositivo pueda funcionar mediante corriente alterna. La Fig. 12 muestra un caso de 6 LEDs y la Fig. 14 muestra un caso de 16 LEDs. También pueden obtenerse disposiciones bidimensionales similares con diferentes números de LEDs. Los presentes inventores han creado un dispositivo emisor de luz en el que 38 LEDs son dispuestos en una configuración bidimensional.

Se han descrito casos de funcionamiento mediante corriente alterna, pero la estructura puede también funcionar mediante corriente continua. En este caso, las redes de LEDs no se conectan entre los electrodos para que presenten polaridades opuestas, sino que la red de LEDs es conectada en sentido directo a lo largo de la dirección de polaridad de la fuente eléctrica de corriente continua. Mediante la conexión de una pluralidad de LEDs en serie, es posible conseguir una elevada tensión de mando. A continuación se describirán configuraciones para el funcionamiento por corriente continua.

La Fig. 16 muestra una configuración que no forma parte de la presente invención en la que dos LEDs están conectados en serie y la Fig. 17 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. Todos los LEDs 1 presentan la forma planar de un rectángulo y una línea aérea en puente 28 se conecta entre dos LEDs. Un electrodo 32 es formado cerca de cada LED 1 y el electrodo 32 y el LED 1 forman una región rectangular. En otras palabras, el electrodo 32 ocupa una parte de la región rectangular y el LED 1 es formado en la otra parte de la región rectangular.

La Fig. 18 muestra una configuración que no forma parte de la presente invención en la que 4 LEDs están dispuestos en una configuración bidimensional y la Fig. 19 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. En esta configuración, cada uno de los LEDs 1 de la Fig. 16 se divide en dos LEDs y los dos LEDs están conectados en paralelo. Esta configuración puede también ser descrita como dos redes de LEDs cada uno de los cuales se compone de dos LEDs conectados en paralelo en sentido directo. Los LEDs 1a y 1b forman una red de LEDs y los LEDs 1c y 1d forman otra red de LEDs. Los LEDs 1a y 1c comparten un electrodo p 22 y un electrodo n 24 y los LEDs 1b y 1d también comparten un electrodo p 22 y un electrodo n 24. Con esta configuración existe la ventaja de que la corriente es más uniforme en comparación con la Fig. 16.

La Fig. 20 muestra una configuración que no forma parte de la presente invención en la que tres LEDs están dispuestos en una disposición bidimensional y la Fig. 21 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. Los LEDs 1a, 1b, y 1c no presentan la misma forma y se forma un electrodo 32 en una parte del LED 1a. Un electrodo n 24 del LED 1a está conectado a un electrodo p del LED 1b mediante una línea aérea en puente 28 que discurre sobre el LED 1b. A través de la concepción de la forma y la disposición de los LEDs, incluso con 3 LEDs, la forma externa general del dispositivo emisor de luz (chip) puede ser aproximadamente cuadrada.

La Fig. 22 muestra una configuración que no forma parte de la presente invención en la que un total de 6 LEDs están dispuestos en una configuración bidimensional y la Fig. 23 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. Los LEDs 1a - 1f presentan la misma forma y tamaño y están conectados en serie. Los LEDs 1a - 1c están dispuestos en línea recta y los LEDs 1d - 1f están dispuestos en otra línea recta. Los LEDs 1c y 1d están conectados mediante una línea aérea en puente 28. También en esta configuración, es posible dar al chip una forma aproximadamente cuadrada.

La Fig. 24 muestra una configuración que no forma parte de la presente invención en la que un total de 5 LEDs están dispuestos en una configuración bidimensional y la Fig. 25 muestra un diagrama de circuito de esta configuración. Los LEDs 1a - 1e presentan la misma forma (rectángulo) y tamaño. También en esta configuración, la forma general puede ser aproximadamente cuadrada.

Ha sido descrita una realización práctica preferente de la presente invención. La presente invención no está limitada a la realización práctica preferente, sino que se pueden realizar varias modificaciones de la misma. En concreto, la configuración en la que una pluralidad de diodos emisores de luz (LEDs) son dispuestos en una configuración bidimensional puede ser diferente de las configuraciones descritas anteriormente. En este caso, es preferible compartir electrodos entre dispositivos emisores de luz contiguos para reducir la cantidad de cableado, formar la apariencia general cuadrada o rectangular, conectar una pluralidad de grupos de redes de diodos emisores de luz entre electrodos en paralelo, disponer la pluralidad de

redes de diodos emisores de luz en polaridades opuestas cuando funcionen por corriente alterna, combinar la pluralidad de grupos de redes de diodos emisores de luz curvando las redes de diodos emisores de luz en configuraciones en zigzag, etc.

Las Figs. 26-31 muestran configuraciones alternativas que no forman parte de la presente invención. La Fig. 26 muestra una disposición bidimensional en un ejemplo que emplea excitación por corriente alterna con un total de 40 LEDs. La Fig. 27 es un diagrama de circuito de esta configuración. La configuración de la Fig. 26 difiere de la de la Fig. 6 en que algunos de los dos grupos de redes de LEDs comparten el electrodo n 24 (ver Fig. 5). Por ejemplo, un electrodo n 24 de un segundo LED de la derecha de la primera fila de la primera red de LEDs (mostrado en la figura mediante  $\alpha$ ) es compartido como electrodo n 24 del LED situado más a la derecha de la primera fila de la segunda red de LEDs (mostrado en la figura mediante  $\beta$ ). Las líneas aéreas en puente 28 en los extremos de las redes de LEDs (mostradas en la figura mediante  $\gamma$ ) están formadas normalmente sin cruzar.

La Fig. 28 muestra una disposición bidimensional en una configuración que emplea excitación por corriente alterna y un total de 14 LEDs. La Fig. 29 es un diagrama de circuito de esta configuración. La configuración de la Fig. 28 difiere de la de la Fig. 10 en que alguno de los dos grupos de redes de LEDs comparte el electrodo n 24. Por ejemplo, un electrodo n 24 del LED situado más al izquierda en una primera fila de una primera red de LEDs (mostrado en la figura mediante  $\alpha$ ) es compartido como electrodo n 24 de un LED situado el segundo por la derecha en una primera fila de una segunda red de LEDs (mostrado en la figura mediante  $\beta$ ). Normalmente se forman líneas aéreas en puente 28 en los extremos (mostradas en la figura mediante  $\gamma$ ).

La Fig. 30 muestra una disposición bidimensional en una configuración que emplea excitación por corriente alterna y un total de 6 LEDs. La Fig. 31 es un diagrama de circuito de dicha configuración. También en esta configuración, se forman normalmente líneas aéreas en puente 28 en los extremos (parte  $\gamma$ ). Puede contemplarse que también en esta configuración sean compartidos un electrodo n 24 en la primera red de LEDs y un electrodo n 24 de la segunda red de LEDs.



## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo emisor de luz que comprende una pluralidad de diodos emisores de luz con base GaN (1) formados monolíticamente en una configuración bidimensional provista de un número par de filas sobre un sustrato aislante (10), en el que la pluralidad de diodos emisores de luz (1) forma dos grupos provistos de igual número de diodos emisores de luz (1), en el que dentro de cada uno de los dos grupos los diodos emisores de luz (1) están conectados eléctricamente en serie para formar una red de diodos emisores de luz y las dos redes de diodos emisores de luz están eléctricamente conectadas en paralelo entre dos electrodos (32) de modo que las dos redes de diodos emisores de luz presenten polaridad opuesta, **caracterizado** por que

las dos redes de diodos emisores de luz están colocadas en una configuración bidimensional en zigzag situando los diodos emisores de luz (1) dentro de cada una de las dos redes de diodos emisores de luz en una línea curvada en zigzag de filas y situando alternativamente las dos redes de diodos emisores de luz de manera que las dos redes de diodos emisores de luz presenten filas formadas entre las filas de la otra red de diodos emisores de luz.

2. El dispositivo emisor de luz según la reivindi-

cación 1, en el que la pluralidad de diodos emisores de luz (1) están conectados mediante líneas aéreas en puente (28).

3. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de diodos emisores de luz (1) están separados eléctricamente por zafiro, el cual es usado como sustrato (10).

4. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que cada uno de los diodos emisores de luz (1) y los electrodos (32) presentan una forma sustancialmente planar cuadrada.

5. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que cada uno de los diodos emisores de luz (1) y los electrodos (32) presentan una forma planar triangular.

6. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que una forma general de la pluralidad de diodos emisores de luz (1) y de los electrodos (32) es sustancialmente cuadrada.

7. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que los dos electrodos (32) son electrodos de suministro eléctrico por corriente alterna.

8. El dispositivo emisor de luz según la reivindicación 1, en el que al menos dos diodos de diferentes grupos de redes de diodos emisores de luz presentan un electrodo común de tipo n (24).

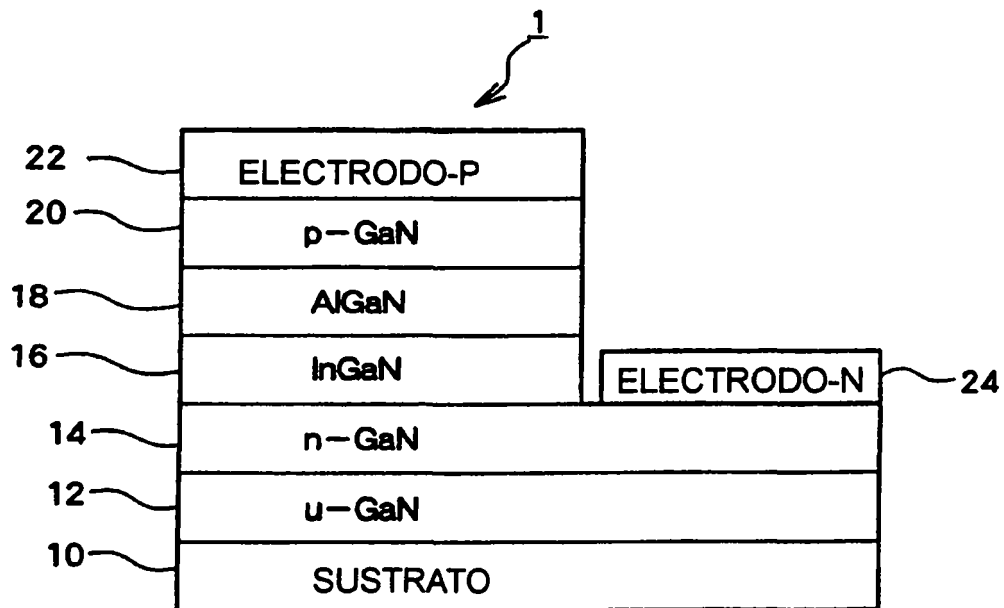


Fig. 1

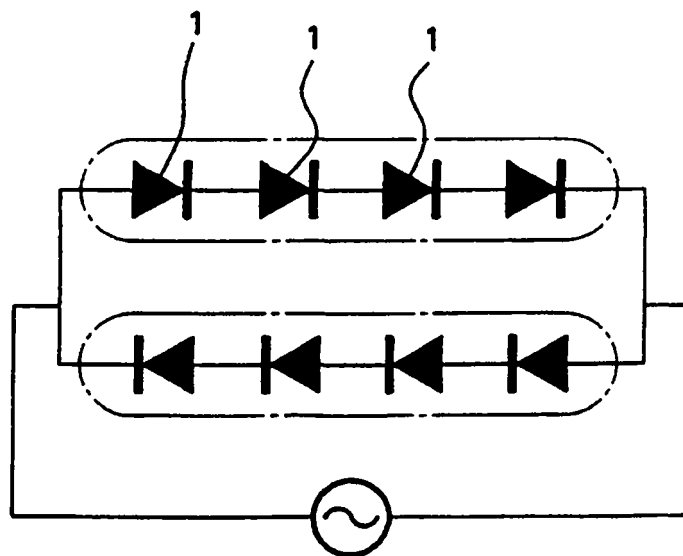
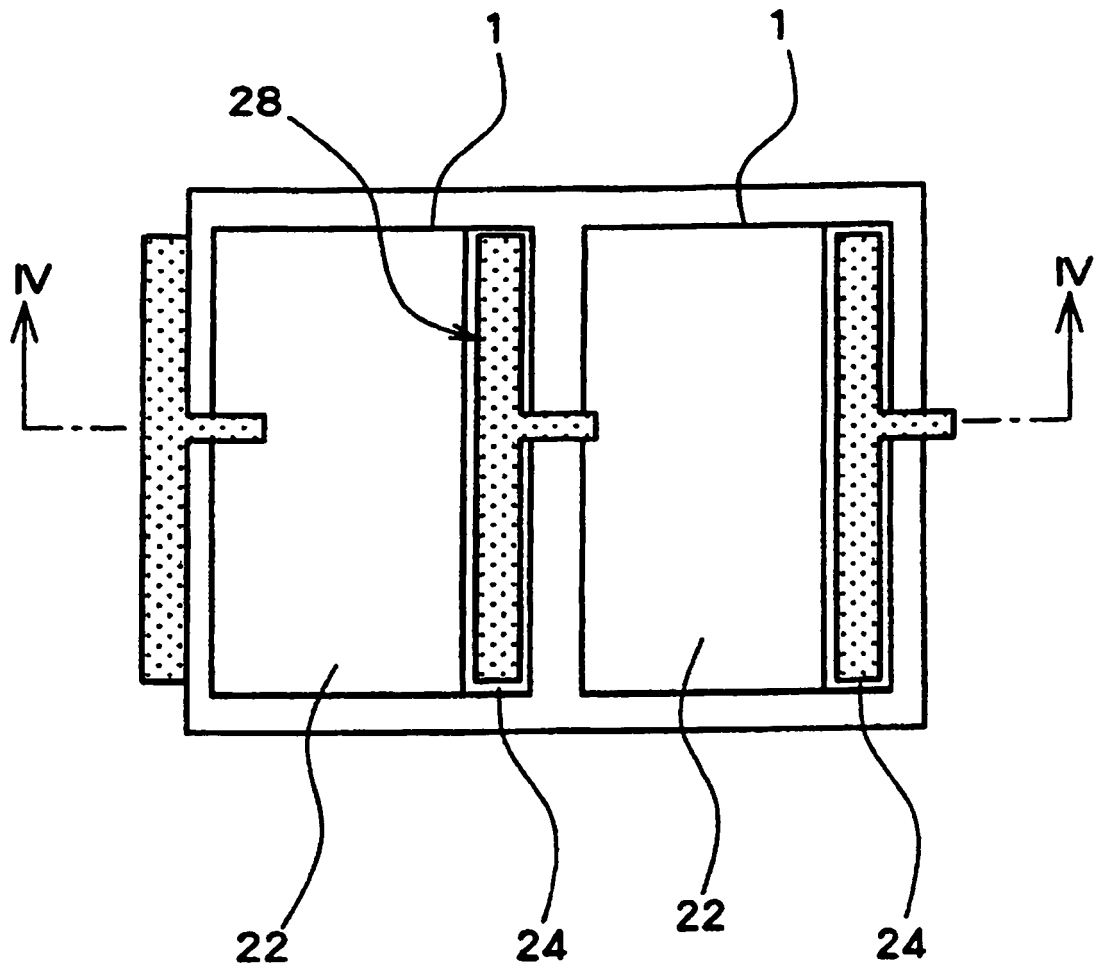


Fig. 2



**Fig. 3**

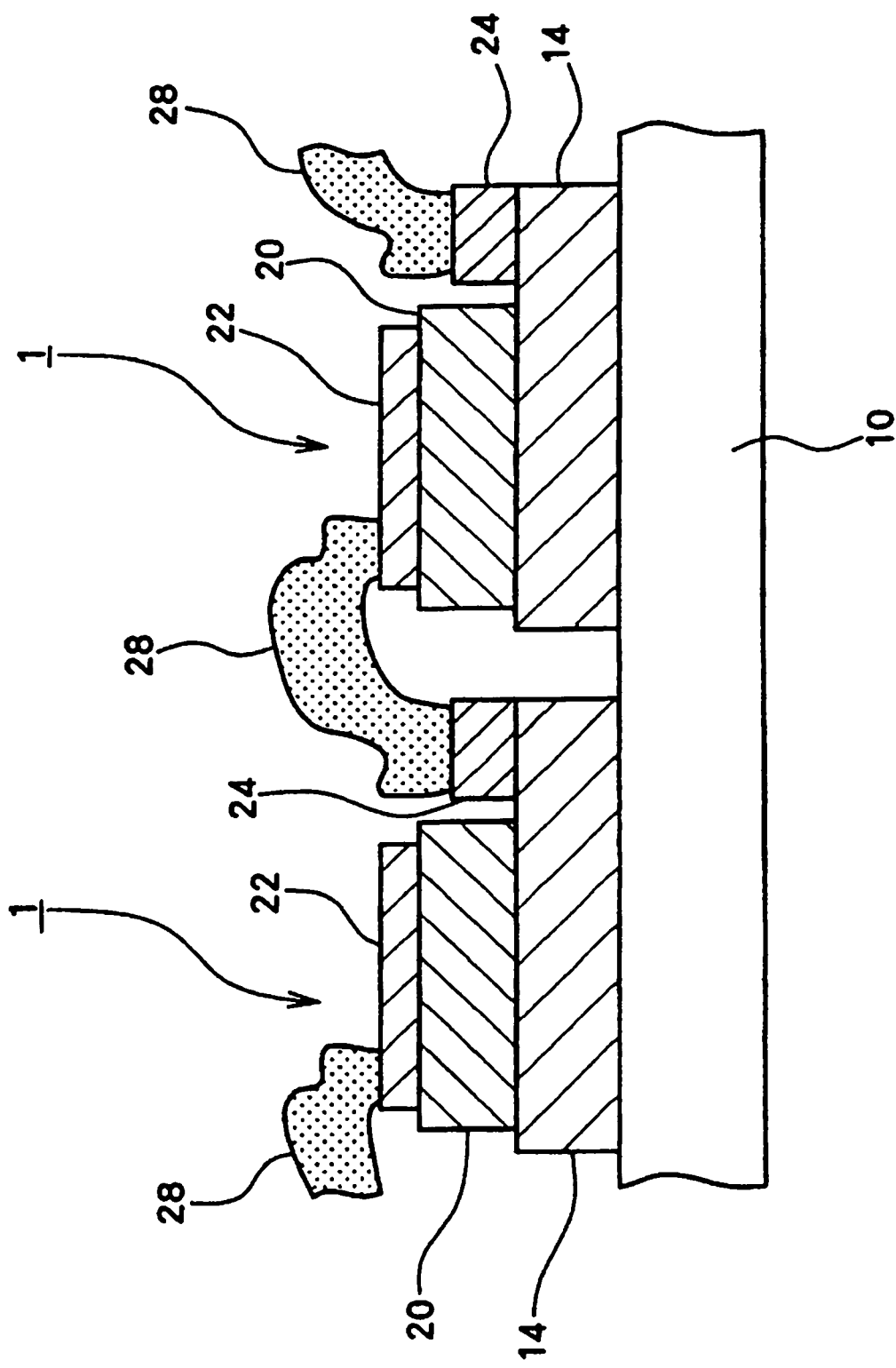
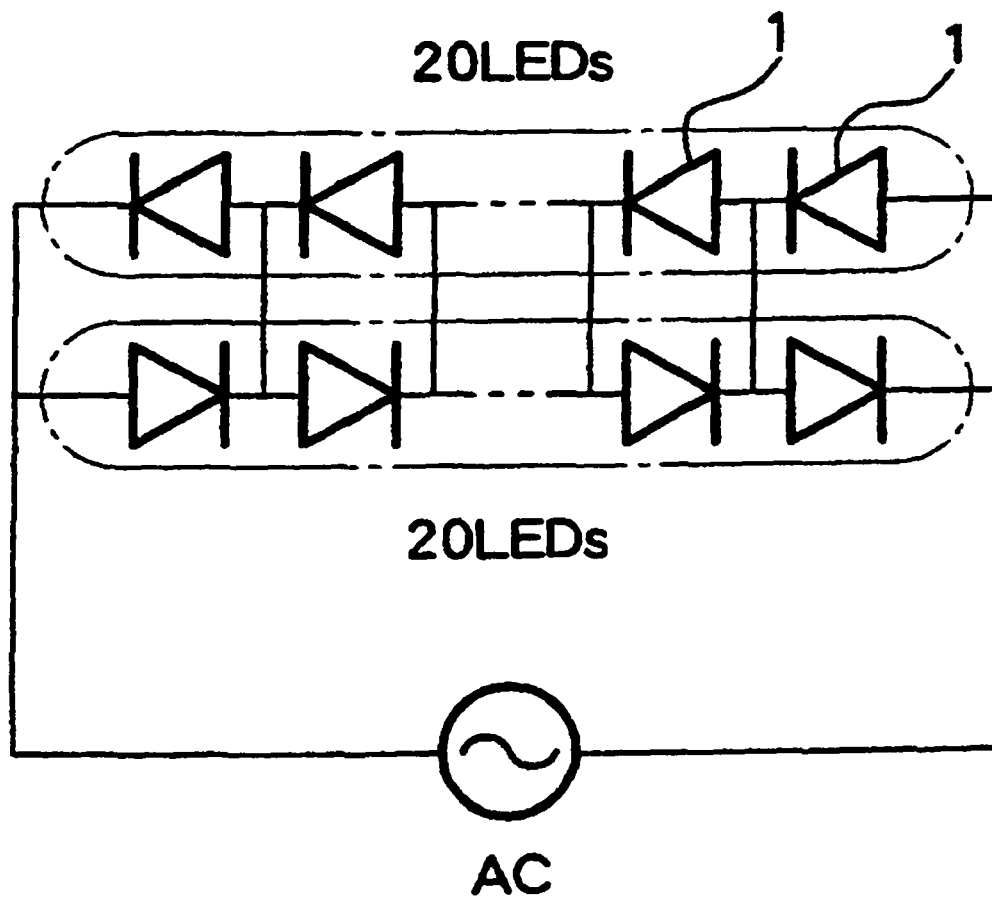


Fig. 4



**Fig. 5**

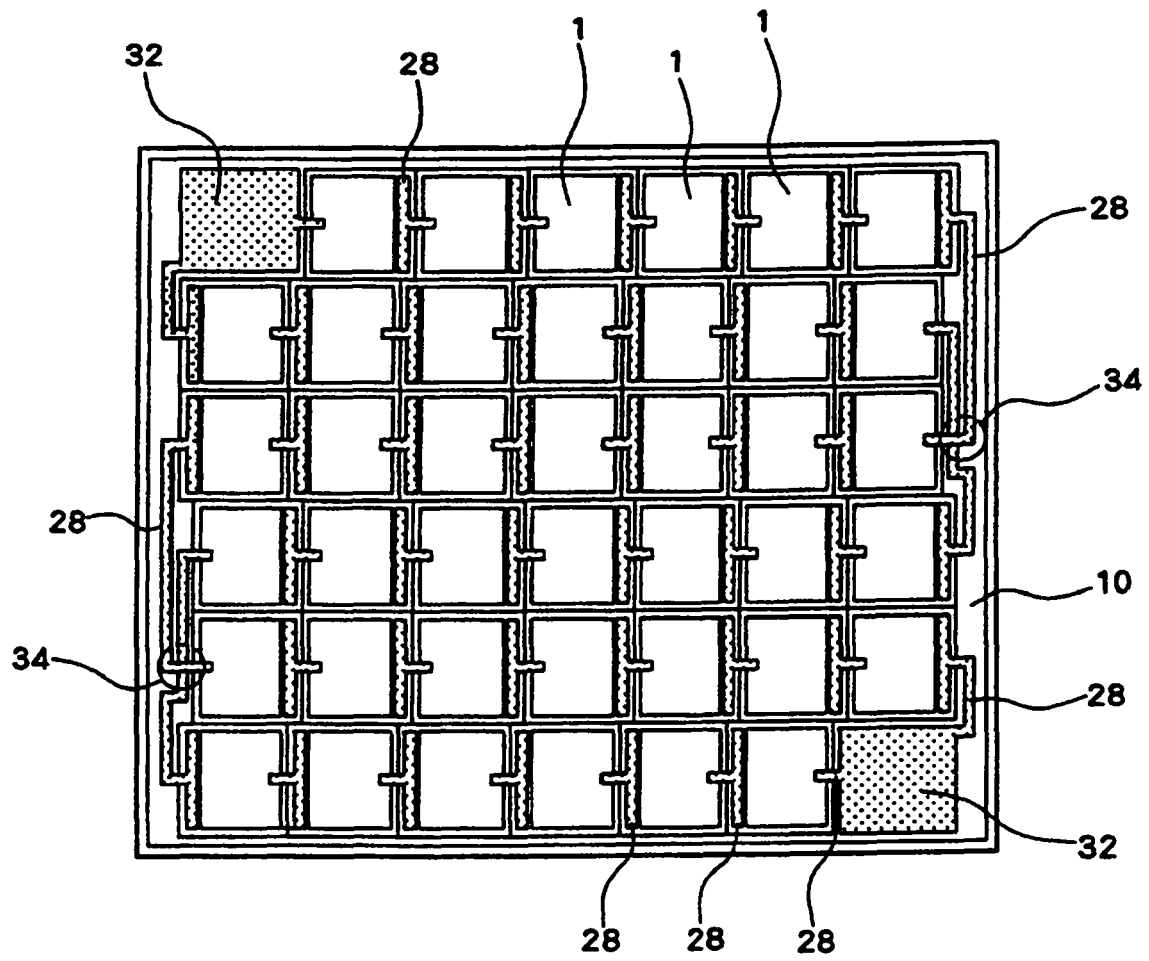
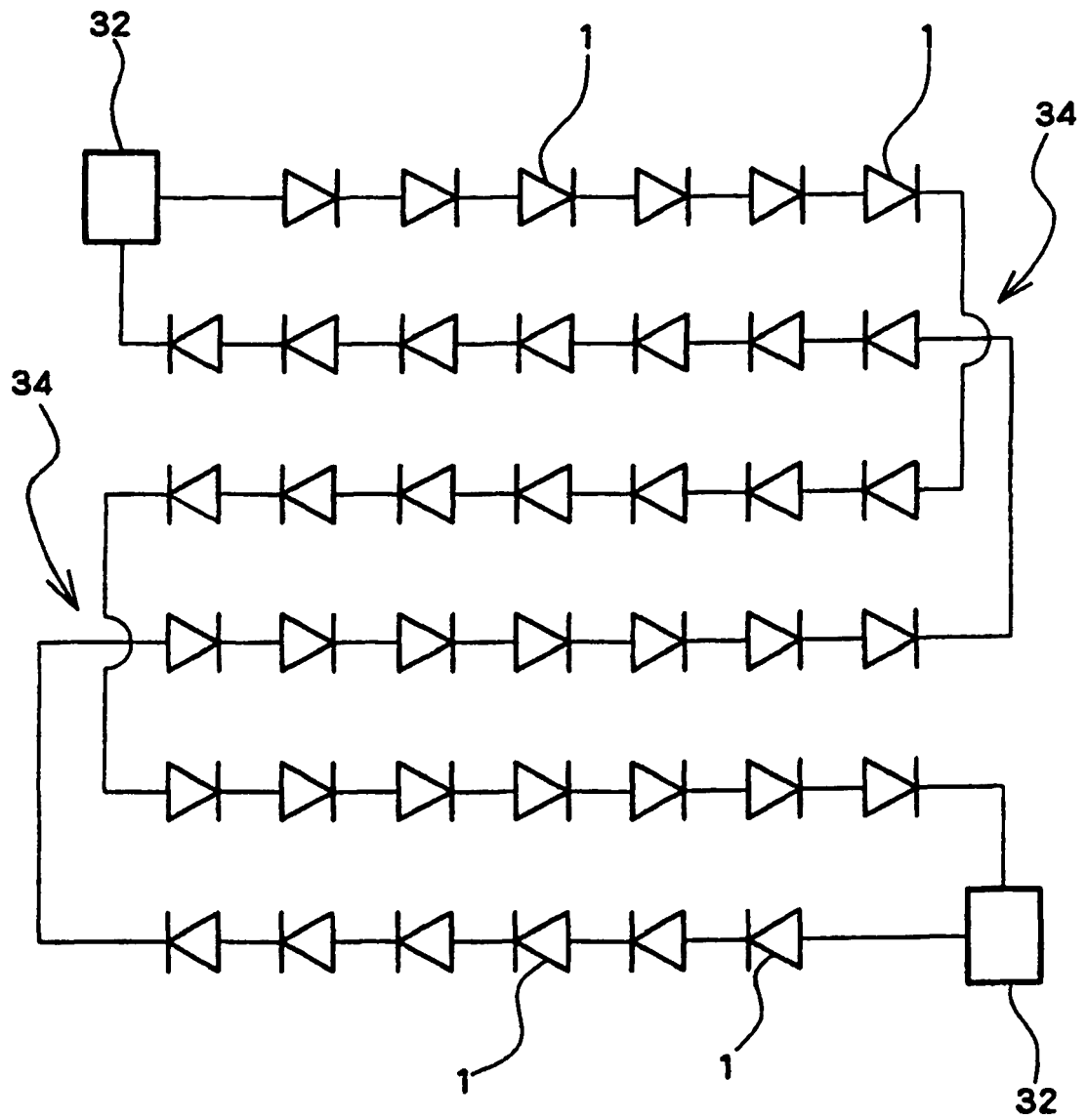
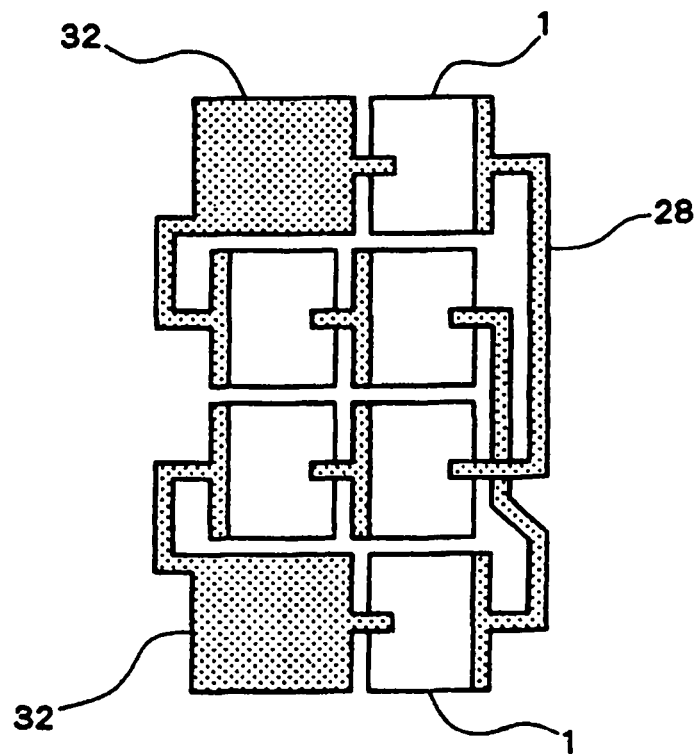


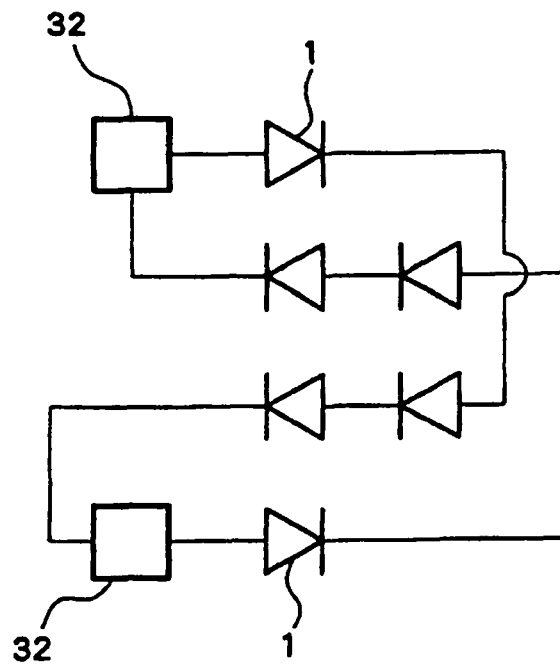
Fig. 6



**Fig. 7**

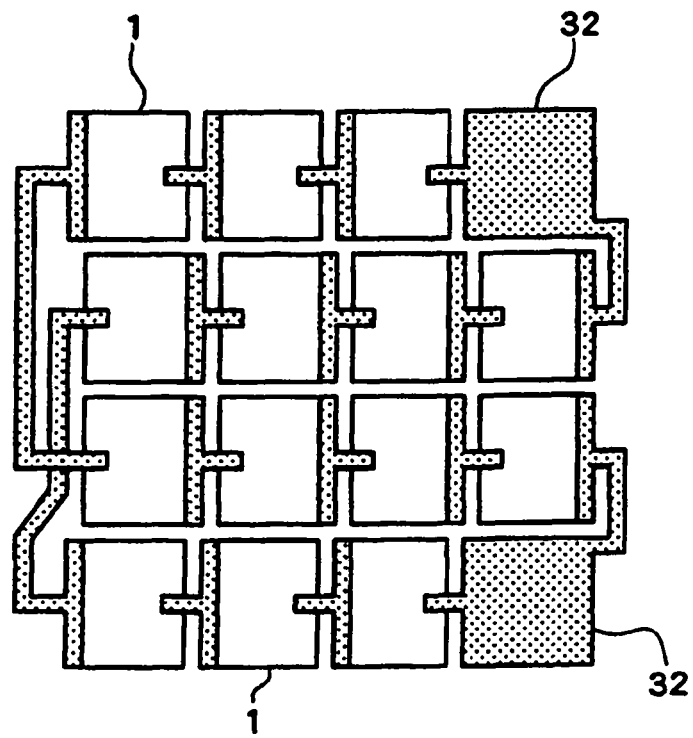


**Fig. 8**

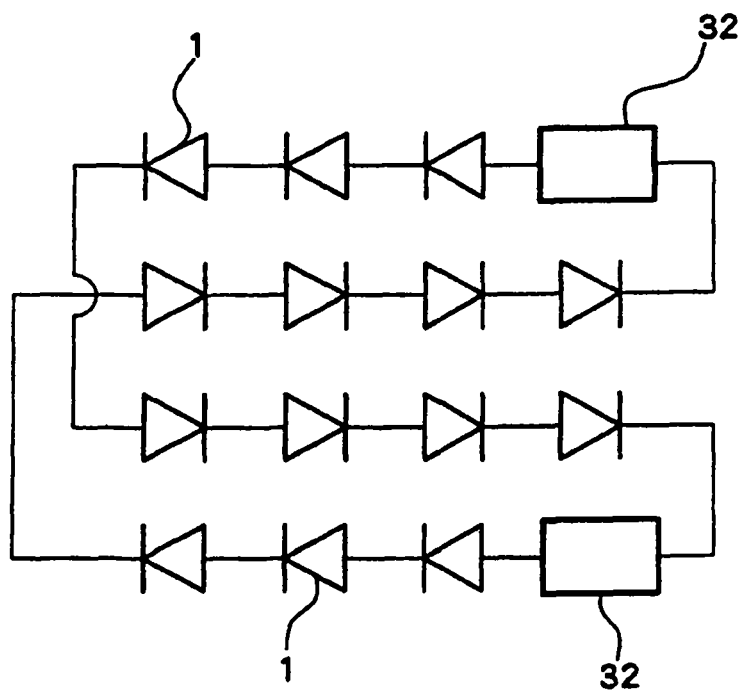


**Fig. 9**

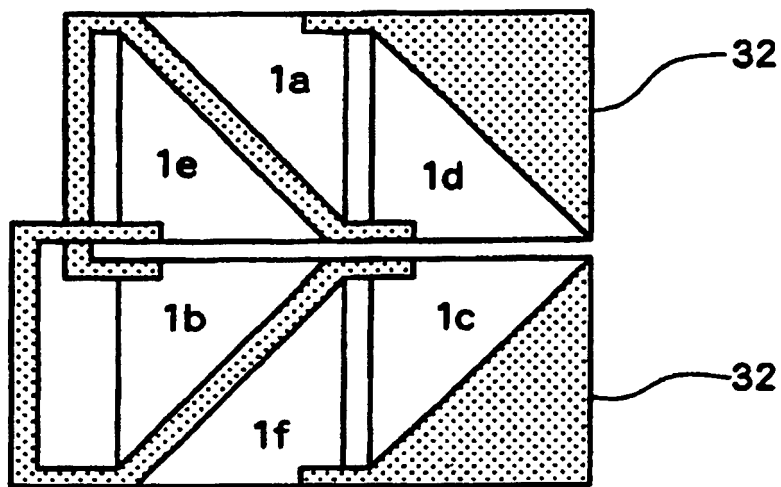




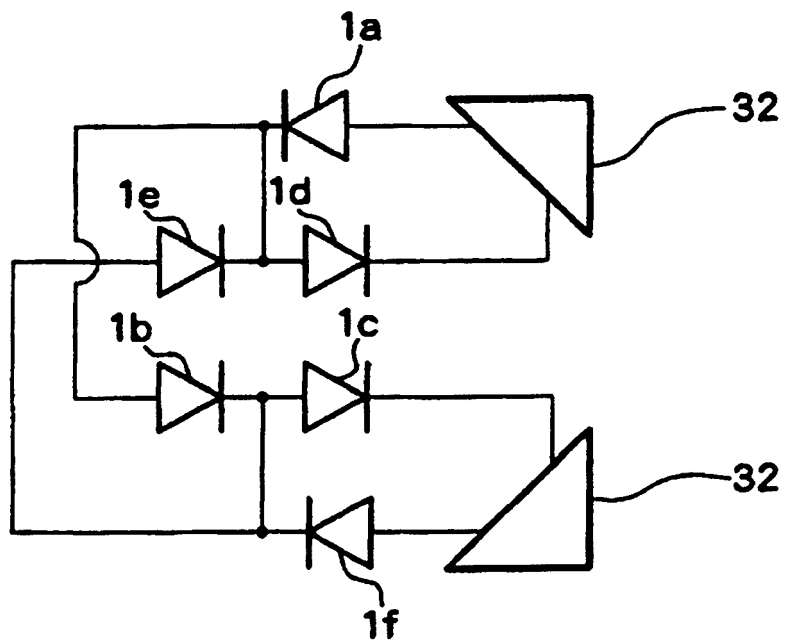
**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig. 13**

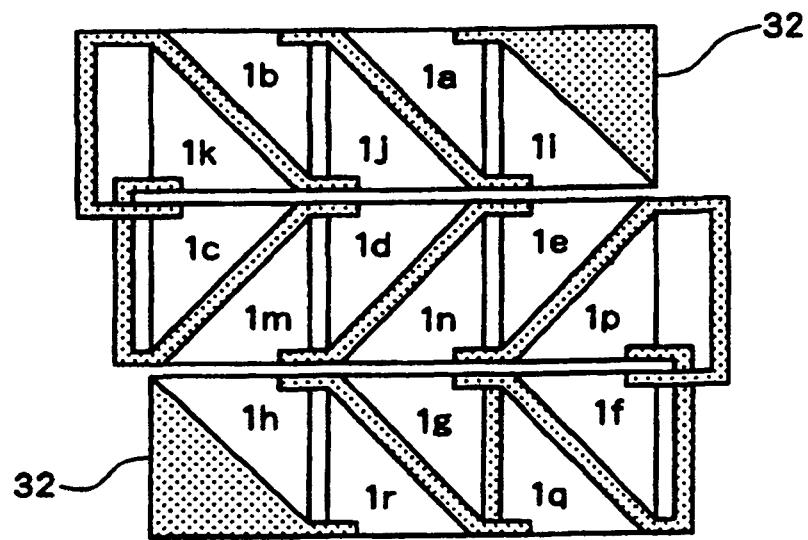


Fig. 14

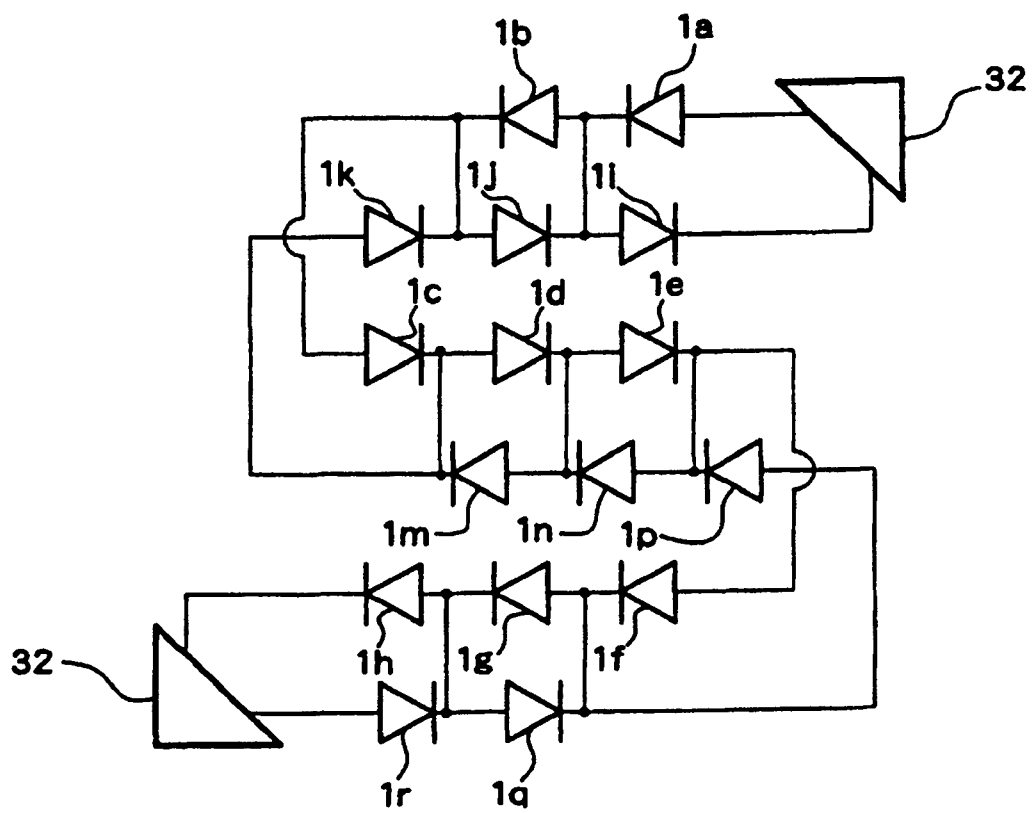
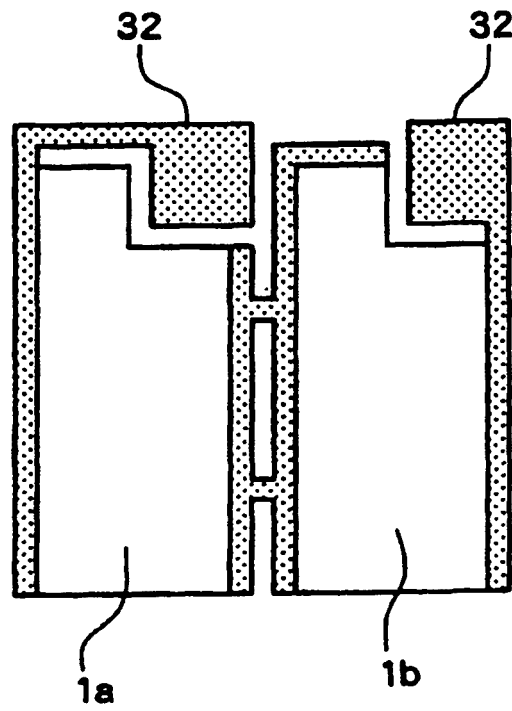
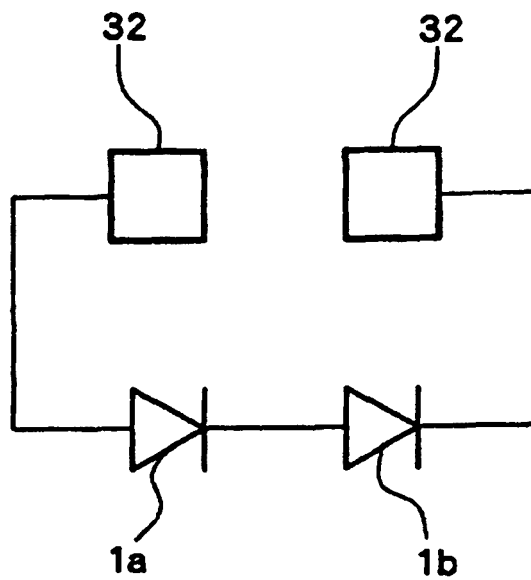


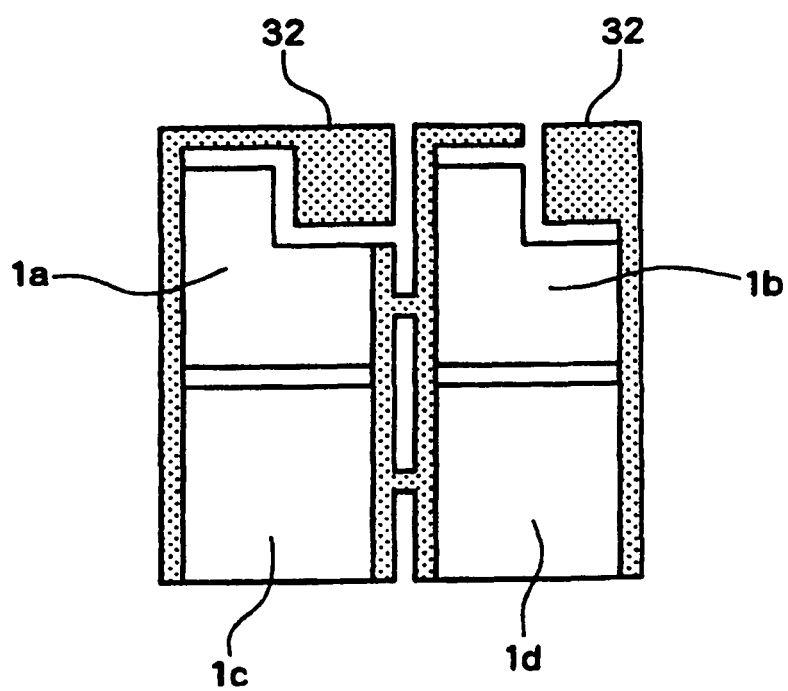
Fig. 15



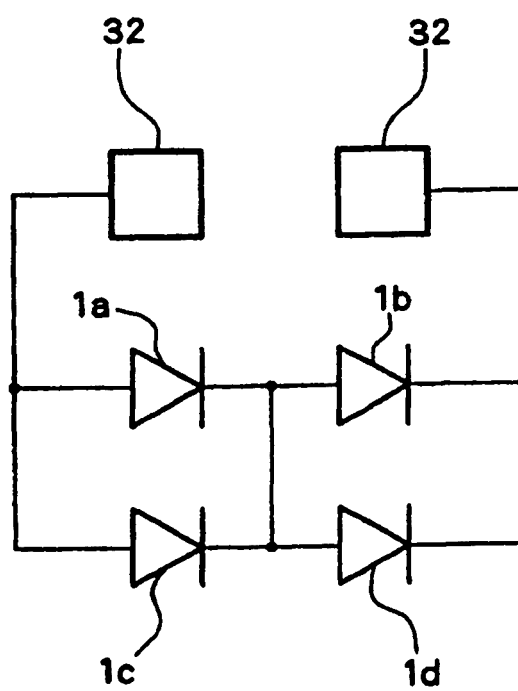
**Fig. 16**



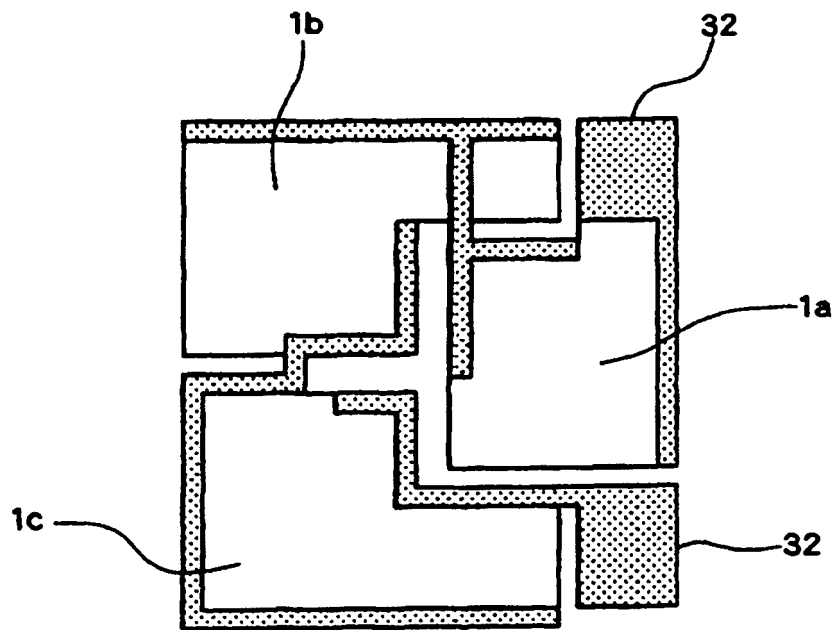
**Fig. 17**



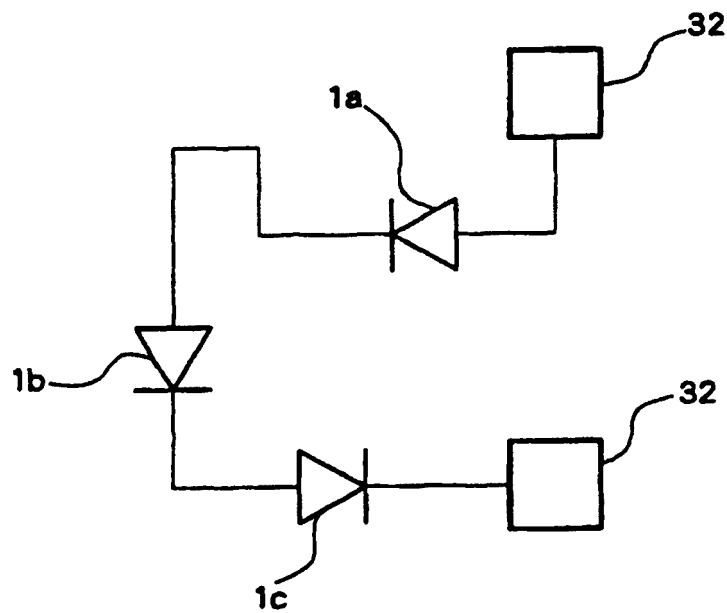
**Fig. 18**



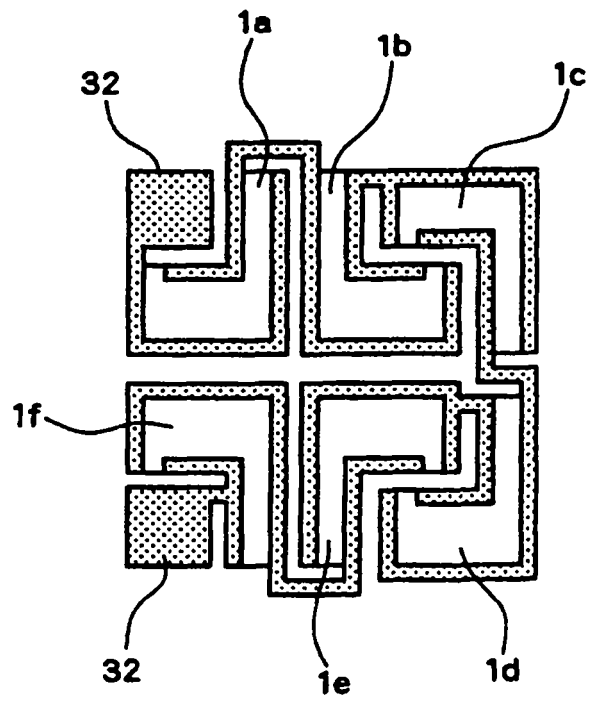
**Fig. 19**



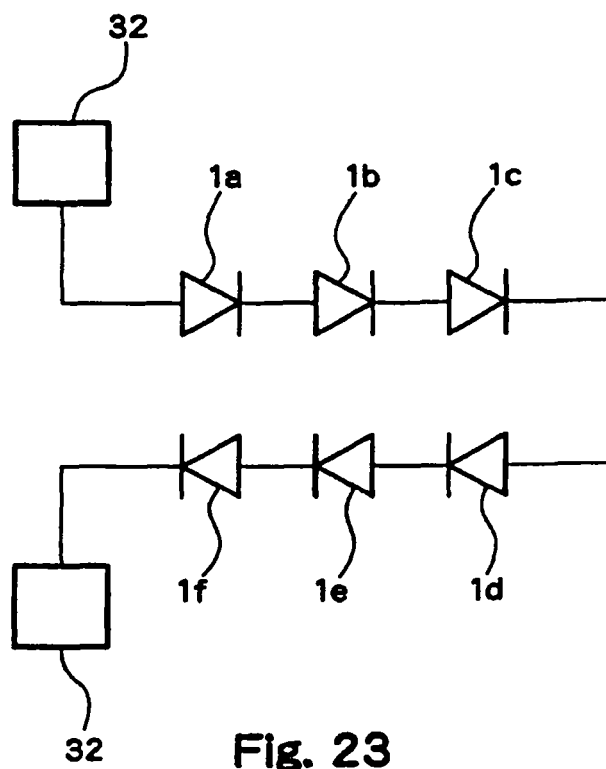
**Fig. 20**



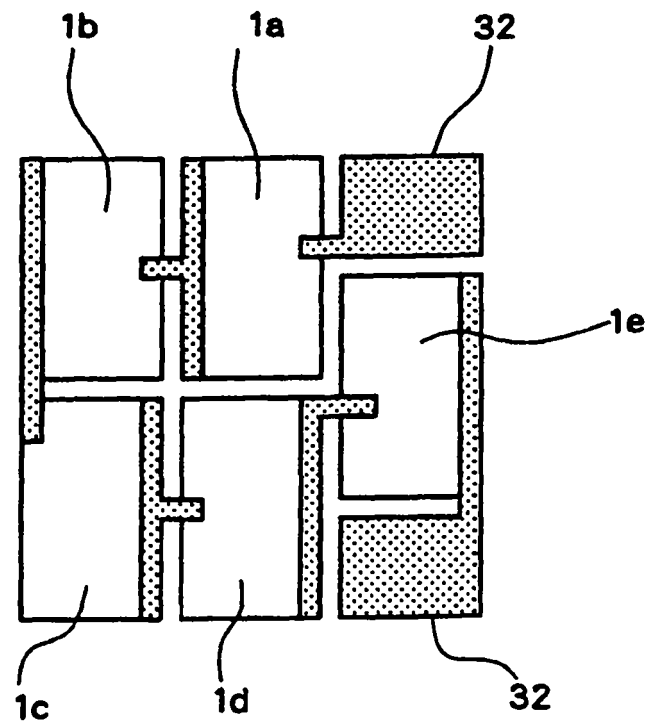
**Fig. 21**



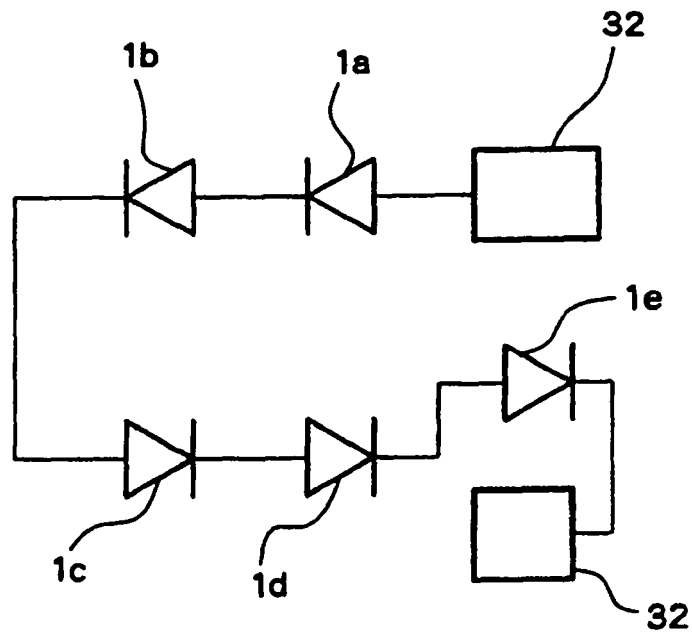
**Fig. 22**



**Fig. 23**



**Fig. 24**



**Fig. 25**



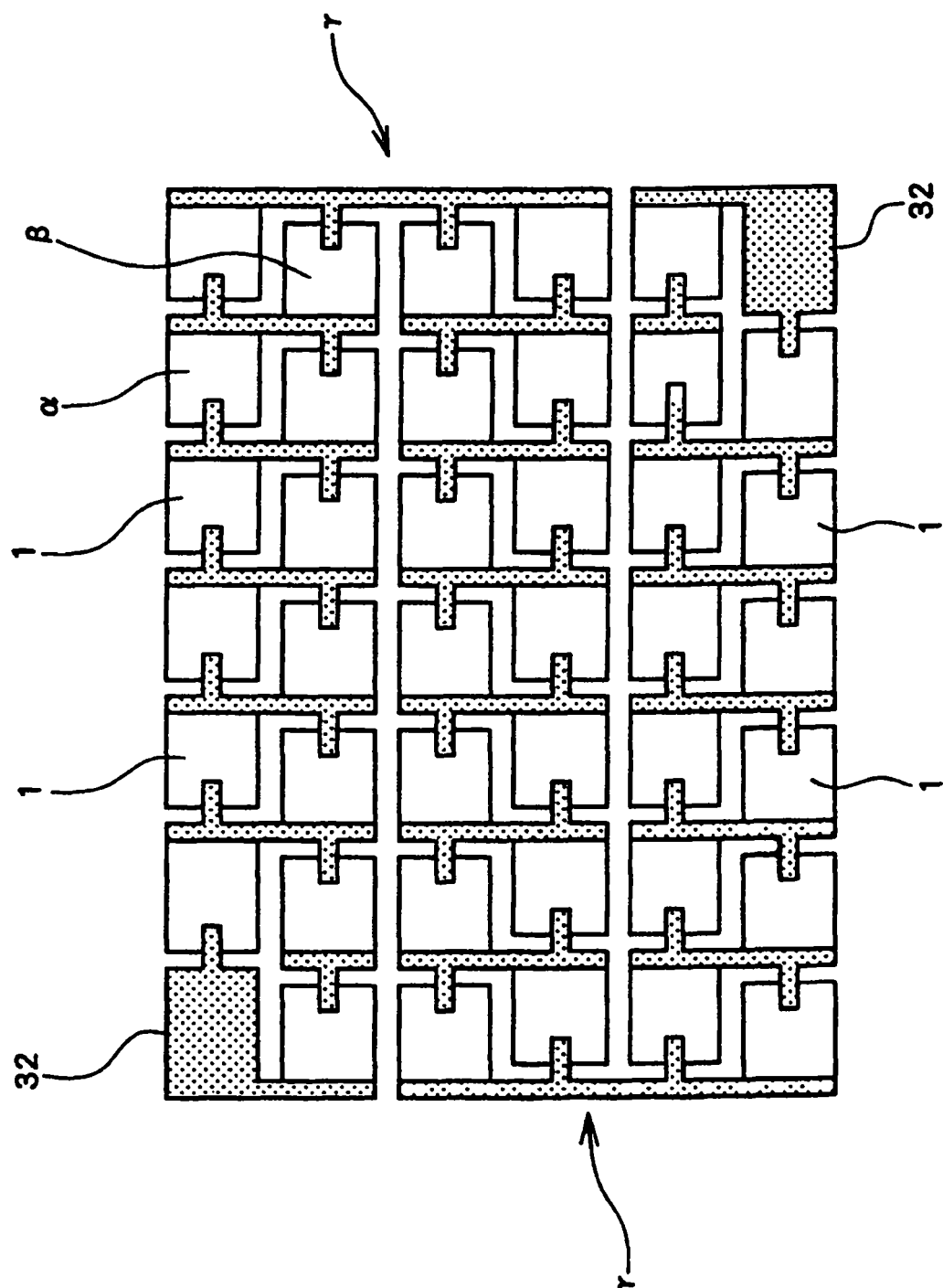
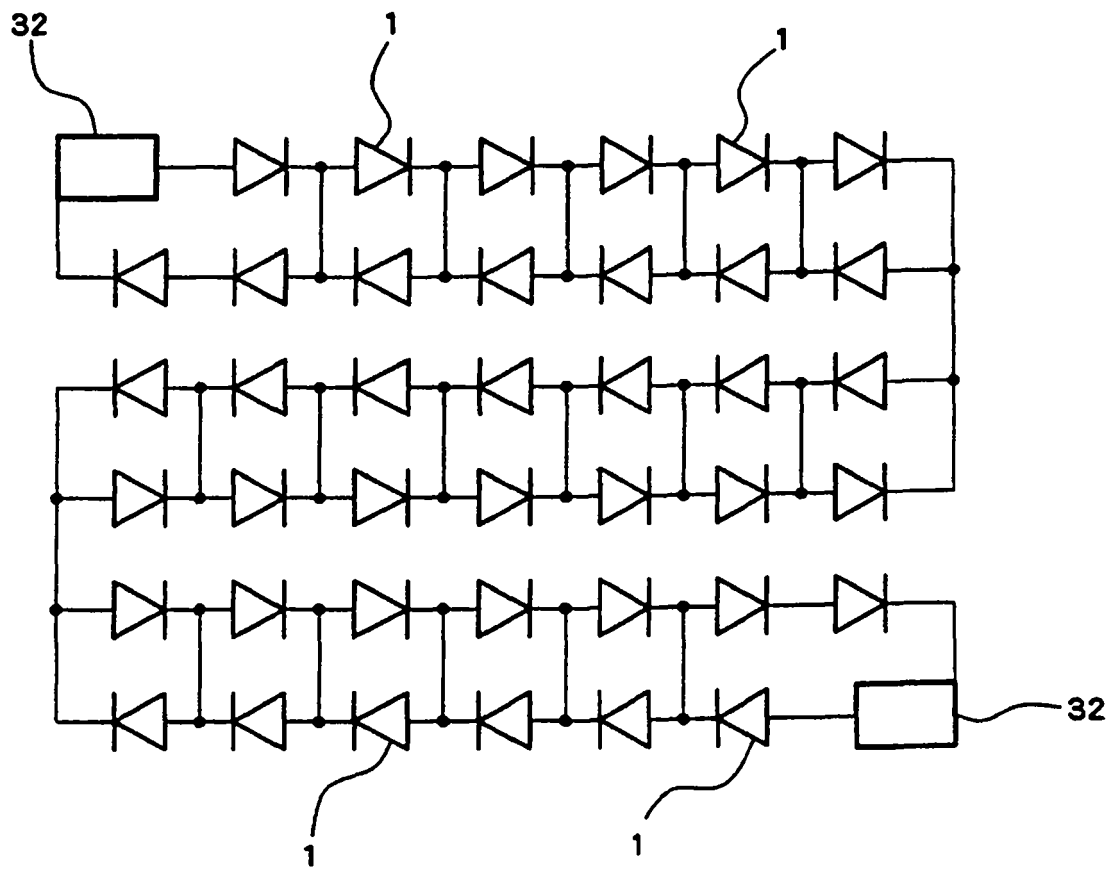


Fig. 26



**Fig. 27**

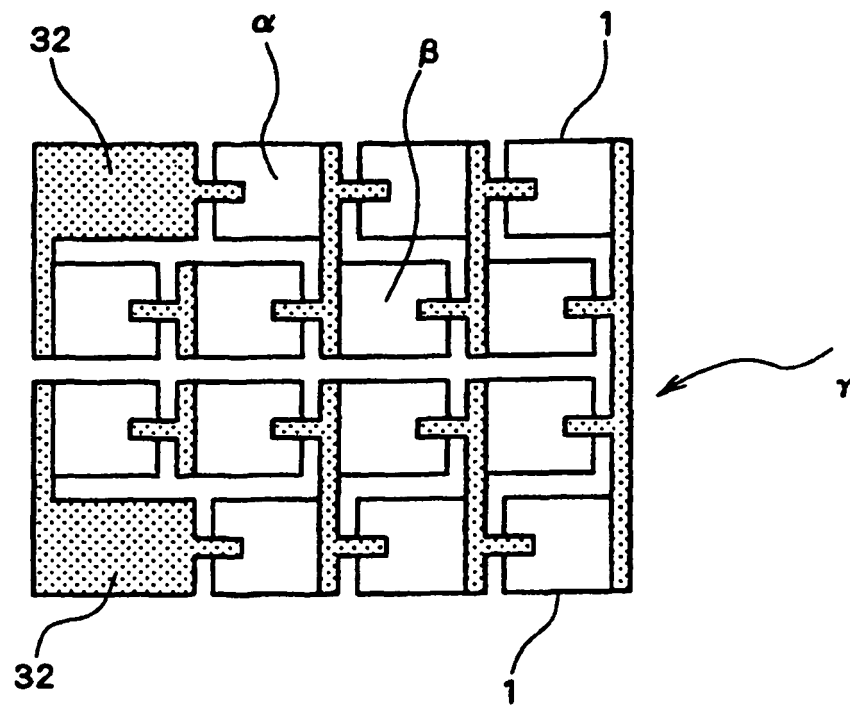


Fig. 28

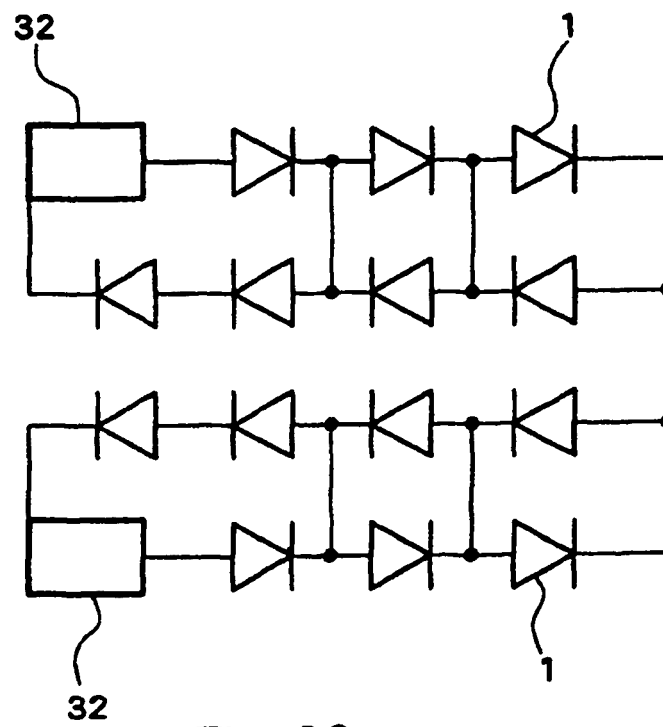
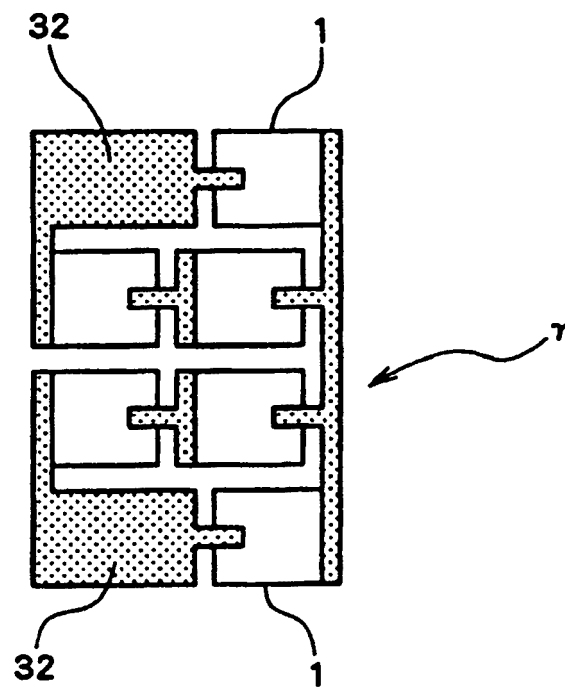
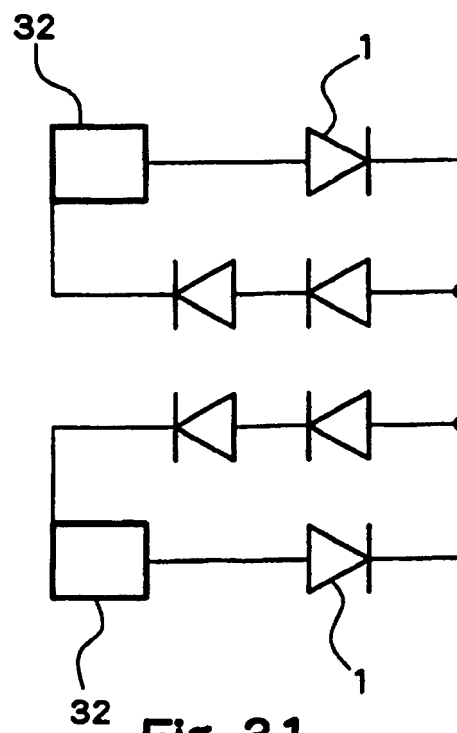


Fig. 29



**Fig. 30**



**Fig. 31**