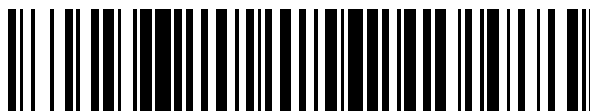


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 203**

51 Int. Cl.:

H01L 29/74 (2006.01)

H01L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2013** **E 13173359 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016** **EP 2819174**

54 Título: **Un tiristor, un procedimiento de activar un tiristor, y circuitos del tiristor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2017

73 Titular/es:

SILERGY CORP. (100.0%)
Oleander Way, 802 West Bay Road
P.O. Box 32052, Grand Cayman KY1-1208, KY

72 Inventor/es:

VAN DALEN, ROB;
SWANENBERG, MAARTEN y
EMMERIK-WEIJLAND, INESZ

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 612 203 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

Un tiristor, un procedimiento de activar un tiristor, y circuitos del tiristor

5 Campo de la Invención

Esta invención se refiere a tiristores, procedimientos de activación de tiristores y a circuitos de tiristores.

Antecedentes de la Invención

10 Los tiristores son elementos biestables, que consisten en dos transistores bipolares PNP y NPN de interacción configurados en una disposición PNPN, que se puede activar desde un estado desconectado a un estado conectado óhmico muy bajo. De manera convencional, se aplica una corriente positiva a la base del transistor NPN con el fin de activar el dispositivo.

15 Para algunas aplicaciones, en particular aquéllas en las que el tiristor funciona a tensiones positivas altas, es deseable poder activar el tiristor por el uso de una corriente negativa. Es conocido activar un tiristor por medio del suministro de una corriente negativa a la base del transistor PNP. También es conocido activar un tiristor por medio del suministro de una corriente negativa al emisor del transistor NPN.

20 Los dispositivos configurados para tales procedimientos de activación de corriente negativa pueden sufrir de una o más desventajas tales como tensiones de ruptura no estables que pueden variar según los márgenes típicos del proceso de fabricación, corrientes de disparo excesivas y una mayor caída de tensión que da lugar a una mayor disipación en el estado encendido.

Compendio

25 De acuerdo con un aspecto se proporciona un tiristor que comprende: una primera región de un primer tipo de conductividad, una segunda región de un segundo tipo de conductividad y contigua a la primera región, una tercera región del primer tipo de conductividad y contigua a la segunda región, una cuarta región del segundo tipo de conductividad y que comprende un primer segmento y un segundo segmento separado del primer segmento, el primer segmento y el segundo segmento se encuentran cada uno contiguos a la tercera región, un primer contacto contiguo a la primera región, un segundo contacto contiguo al primer segmento, y un contacto de disparo contiguo al segundo segmento y separado del segundo contacto.

35 Por lo tanto, de acuerdo con este aspecto, se puede proporcionar una corriente de disparo al segundo segmento de la cuarta región, pero puede no requerir pasar a través del primer segmento de la cuarta región. Por lo tanto puede ser posible diseñar o controlar por separado la impedancia de la trayectoria portadora de corriente principal, que incluye el primer segmento de la cuarta región, para que sea independiente de, o tenga una dependencia relativamente reducida de, el contacto de disparo y los requisitos de la corriente de disparo. Al proporcionar el segundo segmento separado del primer segmento, los segmentos se pueden polarizar eléctricamente de manera diferente. Por lo tanto los segmentos primero y segundo en general estarán eléctricamente separados y en particular tendrán un grado o nivel de aislamiento eléctrico entre los mismos. Pueden estar muy separados físicamente entre sí, o de otro modo eléctricamente aislados, por ejemplo por medio de aislamiento por unión.

45 El tiristor comprende un elemento resistivo que conecta de manera eléctrica el primer segmento y la tercera región. La resistencia puede conectar la tercera región a tierra. La resistencia actúa para evitar que la tercera región entre en flotación, ya que de otro modo, simplemente puede descender en tensión junto con el primer segmento. En general actúa para mantener la polarización cerca del segundo segmento y suministrar la corriente de base necesaria. Puede ser integral con el resto del dispositivo, o se puede proporcionar como un componente conectado por separado.

50 En las realizaciones, el primer segmento y el segundo segmento se encuentran delimitados por la cuarta región. Por lo tanto los segmentos se pueden separar de manera eléctrica por medio de estar espaciados en la cuarta región. Por ejemplo, pueden ser regiones separadas física y/o eléctricamente en un pozo n.

55 En las realizaciones, el tiristor además comprende un diodo eléctricamente en paralelo con el elemento resistivo y conectado entre el primer segmento y la tercera región. Tal diodo puede tener el efecto de limitar la tensión negativa alcanzable por la tercera región. Tal diodo puede ser integral con el resto del dispositivo, o se puede proporcionar como un componente conectado por separado.

60 En las realizaciones, el primer tipo de conductividad es de tipo p y el segundo tipo de conductividad es de tipo n. En las realizaciones, el primer contacto eléctrico es un ánodo y el segundo contacto es un cátodo.

65 En las realizaciones, la segunda región es una primera región de base y la tercera región es una segunda región de base, la primera región de base comprende una región de deriva relativamente ligeramente dopada, la segunda región de base se encuentra fuertemente dopada, y la primera región tiene una longitud que es mayor que la de la segunda región de base.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un excitador que comprende un tiristor de acuerdo con lo recién descrito y un controlador configurado para proporcionar una corriente de disparo negativa al contacto de disparo del tiristor.

5 De acuerdo con un aspecto adicional más, se proporciona un circuito de iluminación LED, que comprende tal excitador y una pluralidad de cadenas de LED, con una cadena de LED conmutada dispuesta en paralelo con el tiristor que se encuentra configurada para, durante su uso, proporcionar un circuito de derivación para la cadena de LED conmutada.

10 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento de funcionamiento de un tiristor que tiene una primera región adyacente a un ánodo, las regiones segunda y tercera son las regiones de base primera y segunda respectivamente, y una cuarta región adyacente a un cátodo y que comprende segmentos primero y segundo separados, el procedimiento comprende: la activación del tiristor por medio de la acumulación de una corriente negativa de un contacto de disparo en conexión eléctrica con el segundo segmento, y la desconexión del tiristor al detener la acumulación de corriente negativa.

15 En las realizaciones, el procedimiento además comprende la desconexión del tiristor por medio de la conexión eléctrica del segundo segmento a la tercera región. Por lo tanto, al poner en cortocircuito el segundo segmento con la tercera región, que en una aplicación típica puede corresponder a poner en cortocircuito una resistencia entre estas dos regiones, el dispositivo puede apagarse.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de, y se aclararán con referencia a, las realizaciones descritas de aquí en adelante.

25 Breve descripción de los dibujos
Las realizaciones de la invención se describirán, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que

30 la figura 1 ilustra un tiristor genérico representado en varias formas diferentes;
la figura 2 muestra una sección transversal esquemática a través de un dispositivo de tiristor convencional;
la figura 3 muestra las líneas de las curvas equipotenciales en un dispositivo de tiristor convencional de acuerdo con lo representado en la figura 2;
35 la figura 4 muestra curvas características de corriente-tensión del tiristor en un estado conectado y en un estado no conectado;
la figura 5 muestra disposiciones convencionales para la activación de un tiristor, en la figura 5(a) por medio de una corriente positiva y en las figuras 5(b) y 5(c) por medio de corrientes negativas;
la figura 6 muestra curvas de disipación del estado conectado representativas para un tiristor convencional y un tiristor de acuerdo con las realizaciones;
40 la figura 7 muestra un tiristor de acuerdo con las realizaciones, en la figura 7(a) en forma de bloques y en la figura 7(b) en una forma de diagrama de circuitos;
la figura 8 muestra un tiristor de acuerdo con otras realizaciones en una forma de diagrama de circuitos;
la figura 9 muestra una vista en planta parcialmente despojada de un tiristor de acuerdo con las realizaciones;
45 y
la figura 10 muestra una aplicación representativa de acuerdo con las realizaciones.

Se debe observar que las Figuras son esquemáticas y no están dibujadas a escala. Las dimensiones y proporciones relativas de estas Figuras se han mostrado exageradas o reducidas en tamaño, por el bien de la claridad y la conveniencia de los dibujos. En general se utilizan los mismos signos de referencia para referirse a características correspondientes o similares en realizaciones modificadas o diferentes.

50 Descripción detallada de las realizaciones
La figura 1 muestra un tiristor genérico representado en varias maneras diferentes. Un tiristor es un dispositivo PNP, y como se muestra en la figura 1(a) comprende cuatro regiones 110, 120, 130, y 140, que se encuentran dopadas para tener una conductividad p, n, p y n respectivamente. Convencionalmente la región 110 se denomina las primeras regiones de emisor 120 y 130 se conocen como las regiones de primera y segunda base respectivamente, y la región 140 se describe como la segunda región de emisor. El primer emisor 110 se encuentra adyacente a un contacto de ánodo 112, y el segundo emisor 140 se encuentra adyacente a un contacto de cátodo 142. Un tiristor tiene un contacto de compuerta, o disparo 132, que para los tiristores activados positivamente convencionales típicamente se encuentra conectado a la segunda región de base 130.

60 Como se puede ver en la figura 1(b), es posible considerar un tiristor como un par de dos transistores bipolares PNP y NPN de interacción. El primer transistor, PNP, comprende las regiones 110, 120 y 130 y actúa como emisor, base y colector respectivamente, mientras que el segundo transistor, NPN, comprende las regiones 120, 130 y 140 y actúa como colector, base y emisor respectivamente. La Figura 1(c) muestra un tiristor como una combinación de

dos transistores bipolares de acuerdo con lo recién descrito, representado por la señal de circuito convencional para los transistores bipolares, y la figura 1(d) muestra el mismo dispositivo por el uso del símbolo de circuito convencional para un tiristor. Se puede observar que el contacto de compuerta 132 aparece como un contacto externo, mientras que la interconexión 122 entre el colector del segundo transistor y la base del primer transistor no se muestra como un contacto externo para el dispositivo.

La Figura 2 muestra una sección transversal esquemática a través de un dispositivo de tiristor convencional. La Figura 3 muestra los campos eléctricos a través del mismo dispositivo en su estado desconectado y cerca de la ruptura. Las primera y segunda regiones de emisor se muestran como 210 y 240 respectivamente, y las regiones de primera y segunda base se muestran en 220 y 230 respectivamente. Los contactos se proporcionan para cada una de estas regiones en 212, 222, 232, y 242 respectivamente. También se muestra una placa de campo 224. Estructuralmente el dispositivo es similar a los dispositivos NDMOS de alta tensión estándar, con una región de deriva n extendida, dopada a un nivel muy bajo que forma la base del transistor PNP. Se proporciona un alto grado de aislamiento eléctrico por medio de la estructura de óxido 250 por debajo del dispositivo activo; la región de deriva n proporciona aislamiento eléctrico a través del transistor PNP. En contraste con la longitud de la región de base del transistor PNP que incluye la región de deriva n , la región de base del transistor NPN se proporciona por medio de una región de difusión de cuerpo relativamente estrecha 230. Típicamente, la longitud de esta región puede ser de menos de $1\ \mu\text{m}$ mientras que la región de deriva típicamente es de 40 to $60\ \mu\text{m}$.

La Figura 3 muestra la misma estructura, con las líneas de las curvas equipotenciales 310, 312, 314 etc., superpuestas sobre la misma. Las condiciones que se muestran corresponden a un lado alto de 450V a una polarización de ánodo-cátodo de 231V, es decir, hay un total de 681V a través del dispositivo.

La Figura 4 muestra una característica de tensión de corriente de un tiristor en un estado no conductor (línea de puntos en negrita 410) y un estado conductor (línea discontinua en negrita 420). En un estado no conductor el tiristor exhibe una resistencia muy alta (curva IV muy poco plana) entre su tensión de ruptura inversa V_{BR} y una tensión de ruptura directa V_{BO} . En su estado conductor el tiristor exhibe una resistencia muy baja (una curva muy empinada IV) en polarización directa (es decir, el primer cuadrante). El estado no conductor corresponde a una corriente de compuerta o disparo I_G . La figura muestra la transición a medida que I_G se incrementa desde 0 ($I_G=0$) a una corriente alta ($I_G \gg 0$). La activación típicamente se lleva a cabo al forzar una corriente I_G de base positiva en el transistor NPN (en el nodo de compuerta).

La Figura 5 muestra procedimientos para la activación de un tiristor, el tiristor se muestra como un par de transistores PNP y NPN de interconexión 510 y 520. En la figura 5(a) se muestra la activación por medio de forzar una corriente I_G de base positiva en el transistor NPN en el nodo de compuerta. La corriente de disparo se muestra en la línea de puntos en negrita 530.

En algunas aplicaciones, los ejemplos de la misma se describirán con más detalle más abajo, puede ser preferible activar el tiristor por el uso de una corriente negativa en vez de una corriente positiva. En las figuras 5(b) y 5(c), respectivamente, se muestran dos mecanismos conocidos para tal activación.

La Figura 5(b) representa la denominada activación por PNP. En este procedimiento de activación, se acumula una corriente negativa desde la base de la resistencia PNP. Entonces en esta estructura, el contacto de compuerta del tiristor se conecta a la base del transistor PNP. Esta estructura sufre del hecho de que el PNP en general es un bipolar muy pobre debido a su región de base muy ancha. Como resultado, únicamente una fracción muy pequeña de la corriente de disparo da lugar a orificios que alcanzan al cátodo. Dado que se necesita que estos orificios enciendan el NPN, el dispositivo puede ser difícil de activar, en particular en condiciones de lado bajo, es decir, cuando no hay una gran tensión a través del dispositivo. Típicamente, la cantidad de orificios puede ser tan baja que se necesita un cuerpo flotante para lograr que se active el dispositivo en todas las condiciones de lado bajo. Los cuerpos flotantes sin embargo son conocidos por dar lugar a un comportamiento inesperado y no reproducible. Sin embargo, esto puede dar lugar a corrientes de disparo altas en condiciones de lado bajo.

La Figura 5(c) representa la activación del emisor. En esta configuración la unión base-emisor NPN se pone en polarización directa por medio de la acumulación de una corriente (de disparo) 540 (se muestra como una línea de puntos en negrita) desde el cátodo. Esta estructura requiere por lo menos dos componentes adicionales: (1) un diodo adicional 550 para permitir que el cátodo se lleve a una polarización negativa y (2) una resistencia 555 conectada a la base para proporcionar la corriente de base necesaria. El uso del cátodo completo como un emisor de disparo de nuevo da lugar a corrientes de disparo altas. Además, el diodo agregado en la trayectoria de corriente principal da lugar a una caída de tensión adicional de $\sim 0,7V$ a través del circuito. La tensión adicional aumenta de manera significativa la disipación.

La disipación se muestra de manera gráfica en la figura 6. La Figura 6 muestra la corriente de mantenimiento del ánodo en estado conectado medida (en la ordenada o eje Y) para un tiristor activado por un emisor amplio de $300\ \mu\text{m}$, contra la tensión V_{ak} (en la abscisa o eje x) en 610 de acuerdo con una estructura activada por emisor convencional y en 620 de acuerdo con las realizaciones como se describirá a continuación. La caída de tensión

típica en un dispositivo activado por emisor convencional es mayor que 3V debido a la caída de tensión extra de 0,7V en el diodo agregado. El diseño de acuerdo con las realizaciones, que tiene una compuerta de disparo separada como se describirá con más detalle más abajo, muestra una caída de tensión relativamente más baja al igual que una corriente de mantenimiento más baja.

5 En las realizaciones, el emisor n+ en el NPN se divide en por lo menos dos segmentos o regiones, que se enrutan a dos zonas de soldadura diferentes. Típicamente el emisor más grande actuará como el cátodo original mientras que el emisor más pequeño ahora se convierte en la compuerta. Los segmentos o regiones en general se encuentran espaciados, con el fin de que se puedan polarizar eléctricamente por separado a polarizaciones diferentes. En una configuración física típica, este aislamiento eléctrico se puede lograr por medio de la colocación por separado de los segmentos, con suficiente espaciado entre ellos, en un pozo p. La estructura se muestra de manera gráfica en la figura 7(a). La Figura muestra un tiristor, que típicamente puede ser una estructura PNPN, con cuatro regiones. Tres de estas regiones, que son el primer emisor 715 conectado a un contacto de ánodo 705 y las región de base primera y segunda 725 y 735, al menos en general, no se cambian en comparación con una estructura de tiristor convencional (110, 120 y 130 respectivamente). Sin embargo la cuarta región se divide en dos regiones separadas 742 y 744. La primera región o segmento 742 actúa como el emisor convencional y está conectada a un contacto de cátodo 795, la segunda región o segmento 744 actúa como la compuerta, y está conectada de manera eléctrica a un contacto de disparo o compuerta 745.

20 En términos de implementación de circuitos, en la figura 7(b) se muestra un circuito equivalente de acuerdo con las realizaciones. Efectivamente, el emisor segmentado divide el NPN 520 en dos NPN paralelos 720 y 720', el primero transporta la corriente principal (línea discontinua en negrita 540) mientras que el segundo es exclusivamente para la activación y únicamente toma la corriente de disparo (línea de puntos en negrita 540'). Se muestra una resistencia R_n, de ánodo, entre las regiones 715 y 725. Tal resistencia puede asegurar que las bases no sean flotantes. Se muestra una resistencia adicional R_n, de deriva, de una manera esquemática simplificada, entre las regiones 725 y 735. Ésta representa la resistencia de la, relativamente larga, región de deriva.

30 En las realizaciones, la base del transistor NPN se encuentra conectada a tierra por medio de una resistencia 755. Un valor de resistencia relativamente alto, que en la práctica puede ser estar entre aproximadamente 100 ohmios, en general se puede utilizar con el fin de lograr una corriente de mantenimiento particularmente baja. Si la resistencia es muy baja la corriente de mantenimiento se puede volver muy alta, lo cual en general no es deseable. A la inversa, si la resistencia es muy alta - y en particular si se trata de un circuito abierto - el dispositivo se puede volver semiflotante, lo que puede dar lugar a, como el experto en la técnica apreciará, problemas con el pico de tensión y dV/dt. Además, el uso de una resistencia demasiado alta puede dar lugar a que el cuerpo se lleve a una polarización excesivamente negativa durante la activación, lo que puede no ser deseable.

40 En algunas realizaciones, tal como la que se muestra en la figura 8, se incluye un diodo paralelo 765 en paralelo con la resistencia cátodo-base. Esto puede proporcionar una integración más robusta, y en particular puede limitar la tensión de base a aproximadamente -0.7V sin afectar las corrientes de mantenimiento. En otros aspectos la realización que se muestra en la figura 8 es similar a la que se muestra en la figura 7(b).

45 En la figura 9 se muestra una vista en planta parcialmente despojada representativa de una estructura de tiristor de acuerdo con las realizaciones. Esta vista muestra la zona de soldadura grande convencional 905 para el ánodo, y una zona de soldadura convencional 995 para el cátodo. La zona de soldadura del cátodo 995 se conecta, por medio de una pista 995' que típicamente puede ser una pista de metal, a los segmentos 942 del emisor. Si bien como se muestra en la figura 9, los segmentos son discontinuos, en la práctica, se conectan por medio de una conexión metálica. Los segmentos, o las secciones, del emisor 942 se encuentran delimitados en una región PWELL 937 que está conectada por una región de contacto de cuerpo p+ 935. La región PWELL 937 por lo tanto corresponde a PW en la figura 2, es decir, la segunda región de base 230. La región de contacto de cuerpo p+ 935 se puede conectar a una almohadilla de contacto 930 por medio de la pista 930' que típicamente puede ser una pista metálica. La almohadilla de contacto 930 puede ser una almohadilla de contacto externa, o se puede utilizar de manera interna dentro de un dispositivo. La almohadilla de contacto 930 por lo tanto corresponde al contacto KP 232 en la figura 2. En particular, un elemento resistivo R_{k,de derivación} 955 puede conectar la almohadilla de contacto de base 932 a la zona de soldadura del cátodo 995. El elemento resistivo 955 se puede proporcionar como un componente separado, o puede ser el resultado de elementos parásitos. El elemento resistivo 955 puede tener un valor de varios cientos de ohmios. En adición, se puede conectar un diodo 965 entre la almohadilla de contacto de base 930 y la zona de soldadura del cátodo 995. El diodo 965 se puede proporcionar como un diodo integrado. En el caso de que el diodo 965 y el elemento resistivo 955 se proporcionen como componentes integrados, puede que no haya ninguna necesidad de hacer contacto con la almohadilla de contacto de base 930, en cuyo caso se puede omitir esta almohadilla.

60 También rodeado por la región PWELL 937, además del segmento o los segmentos de emisor 942 conectado a la zona de soldadura del cátodo 995, se encuentra un segmento de emisor 944. El segmento de emisor 944 se encuentra espaciado lejos del segmento de emisor 942, de manera tal que, en general, se encuentre aislado térmicamente del mismo. El segmento de emisor 944 se conecta, por medio de una pista 945' que puede ser una

pista de metal, a la almohadilla de contacto de disparo 945. La almohadilla de contacto de disparo 945 se puede conectar a una zona de soldadura del cátodo 995 por medio de un elemento resistivo $R_{G,de\ derivación}$. El elemento resistivo $R_{G,de\ derivación}$ puede ser un componente separado o puede formarse a partir de elementos parásitos.

5 En las realizaciones que se muestran en la figura 9, el emisor se encuentra separado en exactamente dos segmentos 942 y 944. En otras realizaciones, el emisor puede incluir segmentos adicionales. Se pueden conectar uno o más de estos segmentos adicionales por medio de una pista metálica a la almohadilla de contacto del cátodo 995, en otras realizaciones se pueden proporcionar almohadillas de contacto separadas para dos o más de los segmentos de emisor. Por lo tanto en las realizaciones, se pueden proporcionar dos o más almohadillas de contacto de disparo 945. En particular, en el caso de un tiristor de corriente muy alta, puede ser apropiado o conveniente simplemente replicar los dos segmentos 942 y 944. Esto puede mejorar la activación uniforme para el estado conectado, a través de todo el dispositivo. Por lo tanto en un dispositivo de corriente alta, puede haber dos o más almohadillas de contacto de disparo asociadas. Se debe observar que la figura 9 es únicamente esquemática, y los espaciados y dimensiones relativos de las regiones de la Figura 9 se tienen que ajustar para ayudar a la comprensión. En particular, en una realización ilustrativa la región de cuerpo agregada puede estar mucho más estrechamente envuelta alrededor de las áreas de emisor 942 y 944 que lo que se muestra, y el ancho de la segunda base (es decir, la distancia entre las regiones 942 y 944 hasta el borde del implante de cuerpo) puede ser mucho más pequeño que el ancho de la primera base, es decir, la distancia desde la región 935 a las regiones 942 y 944.

20 Sin limitaciones, los tiristores de acuerdo con las realizaciones pueden ser convenientes para utilizarse en aplicaciones de alta tensión. Los tiristores son convenientes para aplicaciones de corriente muy alta, debido a su resistencia de estado conectado relativamente baja. Las aplicaciones típicas pueden ser aplicaciones de CC de alta tensión que manejan corrientes de varios cientos de amperios y hasta o por encima de 1 kV. Sin embargo, las aplicaciones de tiristores no están limitadas a tales corrientes altas. Una aplicación de corriente más baja representativa es un circuito de iluminación LED, que de manera típica puede funcionar a o por debajo de 1A. Por lo tanto los tiristores de acuerdo con las realizaciones pueden funcionar con particular eficacia bajo las denominadas condiciones de lado alto para la conmutación de potencia, en las que puede ser deseable accionar el tiristor por medio de una corriente de disparo negativa. Un ejemplo de tal aplicación es un circuito de control LED con múltiples salidas, tal como el que se muestra en la figura 10. Se puede utilizar un primer ejemplo de tal realización, en desarrollo por NXP Semiconductors B.V., para impulsar 120mA a una tensión de ruptura de 650V.

35 La figura 10 muestra un circuito de iluminación LED 1000 que comprende un excitador de sistema 1010 para excitar una pluralidad de cadenas de LED 1022, 1024, 1026 y 1028. Las cadenas se encuentran dispuestas en una configuración "directa a la red eléctrica", de manera tal que se conecten y se desconecten en secuencia, en respuesta a la tensión de red instantánea. Como se muestra, las cadenas de LED se encuentran dispuestas en serie. El excitador de sistema 1010 incluye las fuentes de corriente 1032, 1034, 1036, y 1038, para proporcionar las corrientes de cadena STR1... STR4 como se muestra. Sin embargo, el excitador de sistema 1010 también incluye tres tiristores 1042, 1044 y 1046 como se muestra. Los tiristores se encuentran dispuestos a fin de que sean capaces de hacer cortocircuito en los individuales de las cadenas de LED, respectivamente 1022, 1024 y 1026.

45 Las fuentes de corriente y los tiristores se controlan por medio de un controlador 1050. El controlador de sistema también incluye una unidad de suministro de alta tensión 1064 que proporciona una fuente de alimentación rectificadas, desde la red eléctrica 1070.

50 Como ejemplo de funcionamiento simplificado, se debe considerar el caso en que las cadenas de LED requieren cada una tensión de 60V para funcionar, y el circuito de iluminación está conectado a una alimentación de red eléctrica de 230V 50Hz con una tensión de pico de 325V. En un cruce por cero de la alimentación de red eléctrica, ninguna de las cadenas se encuentra en funcionamiento. Después de aproximadamente 5 ms la tensión de red eléctrica alcanza aproximadamente 60V, y luego se conecta la primera cadena de LED 1028. En este punto se requiere hacer cortocircuito en, o derivar, las tres cadenas de LED restantes, lo cual se realiza por medio del cierre de los tiristores 1042, 1044 y 1046. Después de aproximadamente 12 ms, la tensión de red eléctrica alcanza aproximadamente 120 V, en cuyo punto se abre el tiristor 146, de manera tal que la cadena de LED 1026 ya no se derive, y se enciende. Una vez que la tensión alcanza 180V, el tiristor 1044 sin pasar por la cadena de LED 1024 se apaga para eliminar ese cortocircuito, y por último una vez que la tensión de red eléctrica alcanza 240V, se abre el tiristor 1042 que no pasa por la cadena de LED 1022. Todas las cadenas de LED se encuentran en funcionamiento, y continúan funcionando durante la parte de tensión más alta del ciclo principal. A medida que la tensión empieza a caer, los tiristores se cierran, en la secuencia opuesta, es decir, 1042, 1044 y luego 1046 con el fin de evitar de manera secuencial el número creciente de las cadenas.

60 Tal aplicación es un ejemplo no limitativo de una aplicación de corriente relativamente alta, en la que los tiristores funcionan en el lado alto y se benefician de una corriente de disparo negativa.

65 Luego de la lectura de la presente descripción, otras variaciones y modificaciones serán evidentes para el experto en la técnica. Tales variaciones y modificaciones pueden implicar características equivalentes y otras que ya son

conocidas en la técnica de los tiristores, y que se pueden utilizar en lugar de, o además de, las características ya descritas en la presente memoria.

5 Las características que se describen en el contexto de realizaciones separadas también se pueden proporcionar en combinación en una única realización. A la inversa, varias características que, por brevedad, se describen en el contexto de una única realización, también se pueden proporcionar por separado o en cualquier subcombinación adecuada.

10 En aras de la exhaustividad también se indica que el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos, el término "un" o "una" no excluye una pluralidad, un único procesador u otra unidad que pueda cumplir las funciones de varios medios enumerados en las reivindicaciones no se deben interpretar como limitativos del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un tiristor que comprende:
 - 5 una primera región (715) de un primer tipo de conductividad;
 - una segunda región (725) de un segundo tipo de conductividad y contiguo a la primera región;
 - una tercera región (735) del primer tipo de conductividad y contigua a la segunda región;
 - una cuarta región del segundo tipo de conductividad y que comprende un primer segmento (742) y un
 - segundo segmento (744) separado del primer segmento, el primer segmento y el segundo segmento se
 - 10 encuentran cada uno contiguos a la tercera región;
 - un elemento resistivo (755) que conecta de manera eléctrica el primer segmento y la tercera región;
 - un primer contacto (705) contiguo a la primera región;
 - un segundo contacto (795) contiguo al primer segmento; y un contacto de disparo (745) contiguo al segundo
 - segmento y separado del segundo contacto.
- 15 2. Un tiristor según la reivindicación 1, en donde el primer segmento y el segundo segmento se encuentran espaciados y cada uno está delimitado por la cuarta región.
3. Un tiristor según cualquier reivindicación precedente, que además comprende un diodo (765) eléctricamente en
- 20 paralelo y conectado entre el primer segmento y la tercera región.
4. Un tiristor según cualquier reivindicación precedente, en el que el primer tipo de conductividad es de tipo p y el segundo tipo de conductividad es de tipo n.
- 25 5. Un tiristor según cualquier reivindicación precedente, en donde el primer contacto es un ánodo y el segundo contacto es un cátodo.
6. Un tiristor según la reivindicación 5, en donde la segunda región es una primera región de base y la tercera
- 30 región es una segunda región de base, la primera región de base comprende una región de deriva relativamente ligeramente dopada, la primera región de base se encuentra relativamente fuertemente dopada, y la primera región tiene una longitud que es mayor que la de la segunda región de base.
7. Un excitador que comprende un tiristor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes y un controlador
- 35 configurado para proporcionar una corriente de disparo negativa al contacto de disparo del tiristor.
8. Un circuito de iluminación LED que comprende un excitador según la reivindicación 7 y una pluralidad de
- 40 cadenas de LED (1022, 1024, 1026, 1028), con una cadena de LED conmutada dispuesta en paralelo con el tiristor, el tiristor se encuentra configurado para, durante su uso, proporcionar un circuito de derivación para la cadena de LED conmutada.
9. Un procedimiento de funcionamiento de un tiristor que tiene una primera región adyacente a un ánodo, las
- regiones segunda y tercera son las regiones de base primera y segunda respectivamente, y una cuarta región
- adyacente a un cátodo y que comprende segmentos primero y segundo separados, el procedimiento comprende:
- 45 la activación del tiristor por medio de la acumulación de una corriente negativa de un contacto de disparo en conexión eléctrica con el segundo segmento.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que además comprende la desconexión del tiristor por medio de un
- 50 cortocircuito eléctrico del segundo segmento a la tercera región.

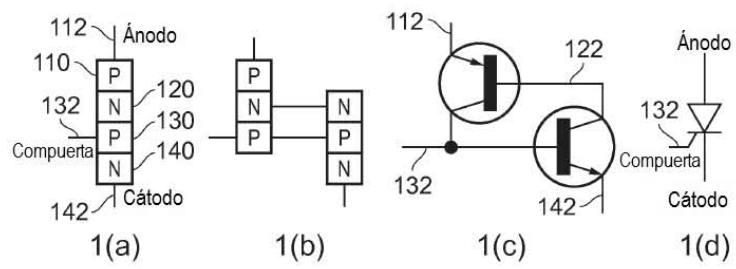


FIG. 1

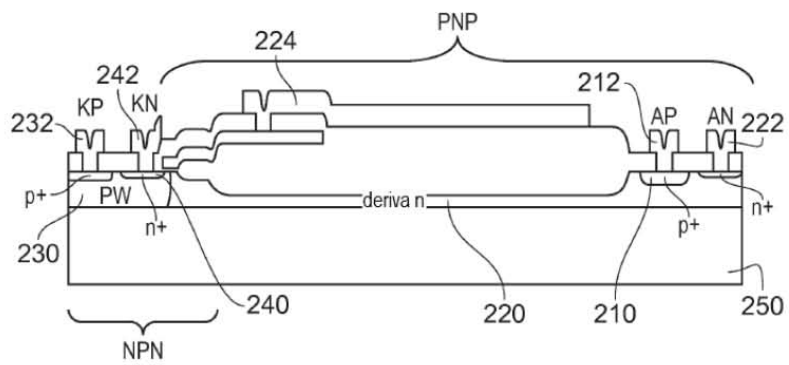


FIG. 2

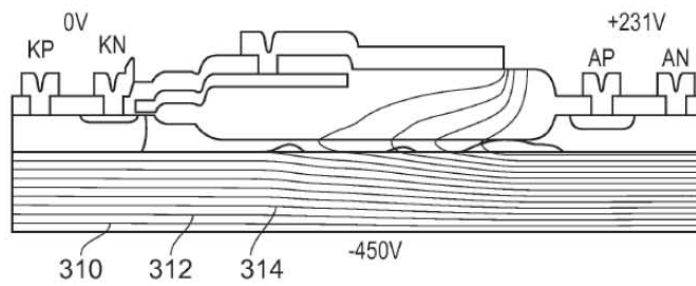


FIG. 3

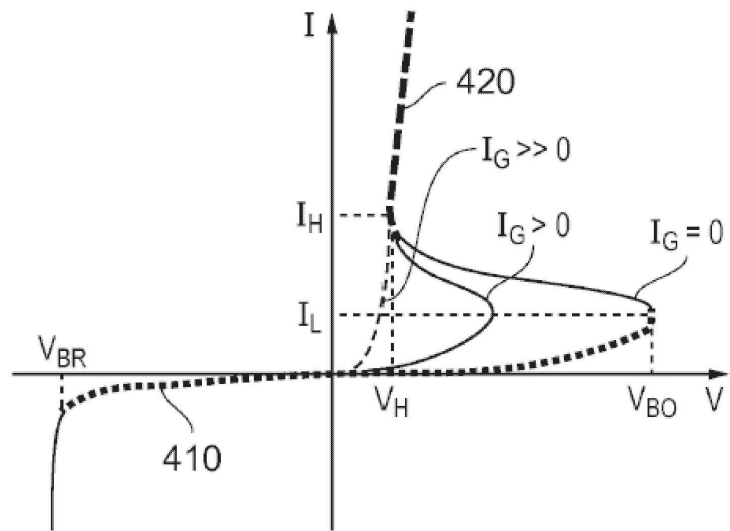


FIG. 4

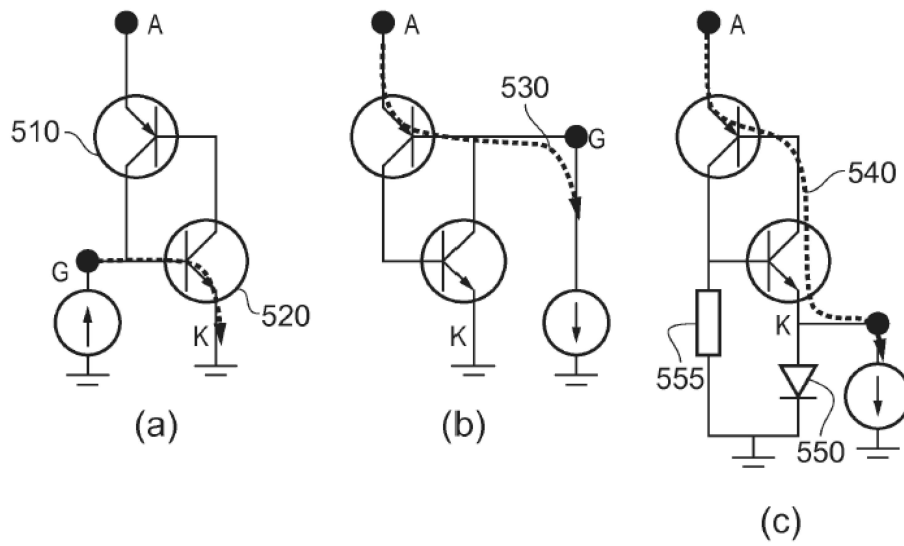


FIG. 5

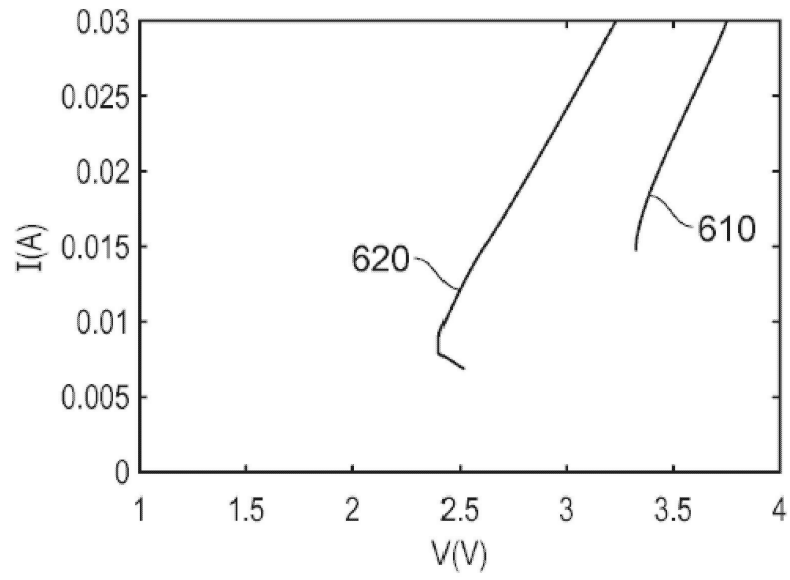


FIG. 6

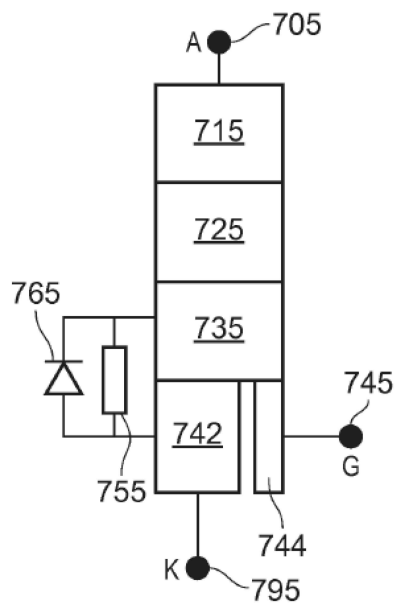


FIG. 7(a)

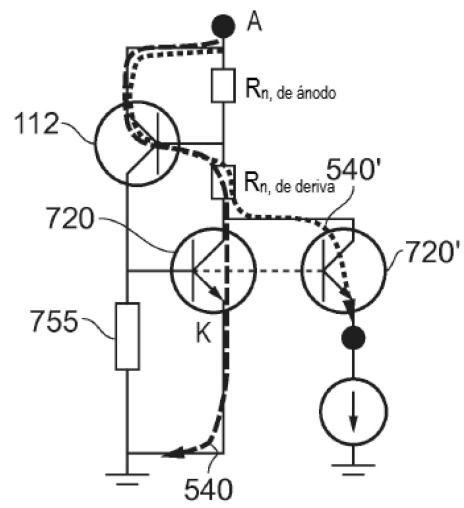


FIG. 7(b)

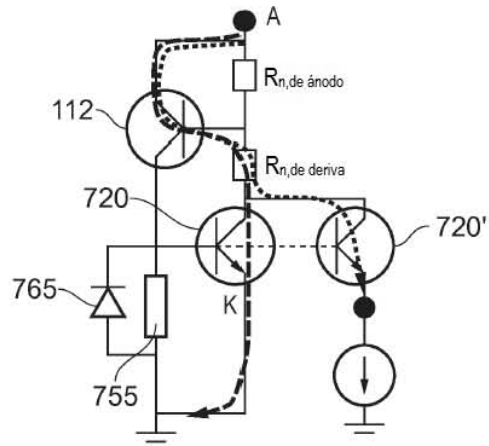


FIG. 8

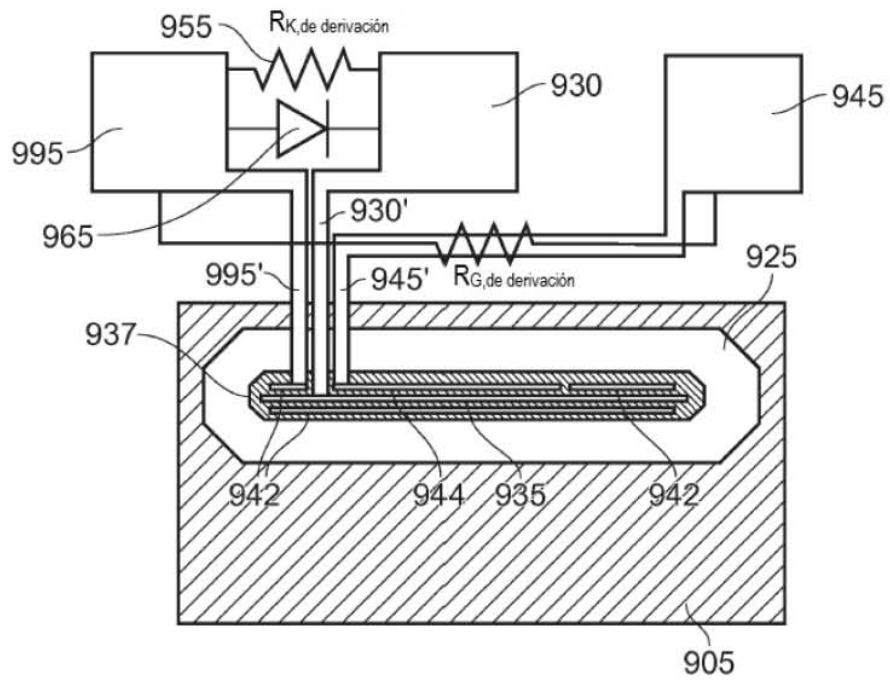


FIG. 9

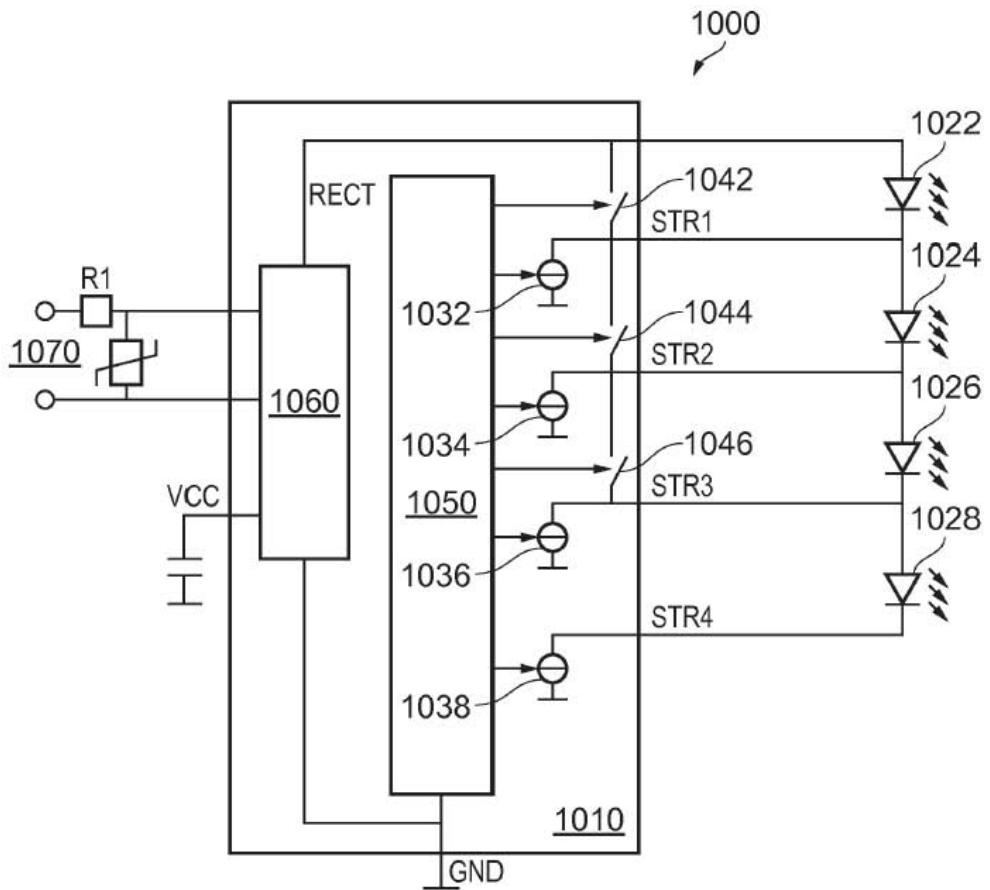


FIG. 10